

Inteligentní kamerové systémy a jejich využití při ochraně objektů.

Intelligent camera systems and their use in protecting objects.

Petr Veselý

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektrotechniky a měření

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr VESELÝ**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Inteligentní kamerové systémy a jejich využití při ochraně objektů.**

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnoťte současný stav inteligentních kamerových systémů.
2. Zpracujte jejich vývoj, výhody a nevýhody.
3. Zpracujte normativní úpravy, které se těchto systémů týkají v ČR.
4. V praktické části práce navrhnete algoritmus pro rozpoznání pohybu ve snímané scéně.
5. Navrhnete co nejlevnější teoretické řešení použitelné pro ochranu obytných prostor.



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **KŘEČEK, STANISLAV A KOL.** Příručka zabezpečovací techniky. Cricetus, 2003. ISBN 80-902938-2-4.
2. **SONKA M., HLAVAC V., BOYLE R.** Image Processing, Analysis, and Machine Vision. 2.vyd. PWS Publishing, Pacific Grove, 1999. ISBN 0-534-95393-X.
3. **HLAVÁČ V., SEDLÁČEK M.** Zpracování signálů a obrazů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-03110-1.
4. **KRČMÁŘ, A.** Optoelektronický interaktivní systém pro řízení pohybu invalidního vozíku bakalářská práce. Zlín: UTB ve Zlíně, FT. 2004
5. **BRENN, F.** Automatické parkovací zařízení pro mobilní robotické systémy bakalářská práce. Zlín: UTB ve Zlíně, Fakulta technologická. 2004

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga

Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

20. května 2009

Ve Zlíně dne 20. února 2009



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá moderními trendy v oblasti využití kamerového systému v bezpečnostním průmyslu. V práci jsou uvedeny principy tvorby obrazu a počítačového vidění. Dává náhled na problematiku automatického zpracování obrazových dat a uvádí příklady využití, běžně používané v praxi. Zároveň udává ucelený náhled na problematiku automatického zpracování dat z hlediska lidských práv. Jedním z klíčových bodů v práci, poskytnutí podmětů pro přípravu vlastního systému pracujícího na principu analýzy obrazu.

Klíčová slova: kamerový systém, střežení, kamera, analýza obrazu, OpenCV, Inteligentní kamera, lidská práva,

ABSTRACT

This bachelor thesis discusses modern trends in the use of camera systems in the security industry. In this work are given the image-making principles and computer vision. It presents insight into the problems of automatic processing of image data and provides examples of commonly used in practice. It gives a comprehensive view on the issue of automatic data processing in terms of human rights. One of the key objectives of the thesis are to provide subject to the realization of its own operating system based on image analysis.

Keywords: camera system, surveillance, camera, image analysis, OpenCV, intelligent camera, human rights,

Rád bych poděkoval. Ing. Rudolfu Drgovi za profesionální vedení a množství podmětů a užitečných a praktických rad při práci.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk 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 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 – 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.
V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

OBSAH	7
ÚVOD.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PRINCIP TVORBY A PŘENOSU OBRAZU	11
1.1 KAMERA.....	11
1.1.1 OPTICKÁ SOUSTAVA KAMERY	11
1.1.2 USPOŘÁDÁNÍ KAMERY	13
1.1.3 SNÍMÁNÍ OBRAZU	14
1.1.4 PROGRESIVNÍ A PROKLÁDANÉ SKENOVÁNÍ.....	15
1.1.5 ROZLIŠENÍ V TELEVIZNÍCH NORMÁCH	21
1.2 SNÍMÁNÍ OBRAZU	22
1.2.1 CCD A CMOS	22
1.2.2 VYČÍTÁNÍ NÁBOJE Z CCD	24
1.2.3 BAREVNÝ HISTOGRAM.....	25
1.3 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ	26
1.3.1 OBECNÉ PRINCIPY POČÍTAČOVÉHO VIDĚNÍ	26
1.3.2 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ V BEZPEČNOSTNÍM PRŮMYSLU.....	30
2 VÝVOJ KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ.....	34
3 KAMEROVÉ SYSTÉMY S ANALÝZOU OBRAZU	35
3.1 TYPY KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ S ANALÝZOU OBRAZU	35
3.1.1 SYSTÉM ZALOŽENÝ NA PC – PC BASED.....	35
3.1.2 KOMPAKTNÍ SYSTÉMY CVS	36
3.1.3 KAMEROVÉ SENZORY	36
3.1.4 INTELIGENTNÍ KAMERY	37
4 INTELIGENTNÍ KAMERY V BEZPEČNOSTNÍM PRŮMYSLU	38
4.1 SOUČASNÁ SITUACE NA TRHU	40
4.1.1 GEUTEBRUECK	41
4.1.2 BOSCH.....	42
5 SOUČASNÝ STAV INTELIGENTNÍCH KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ	44
5.1 POUŽITÍ IK K OCHRANĚ OSOB A MAJETKU	44
5.1.1 VIDEO DETEKCE POŽÁRU	44
5.1.2 INTELIGENTNÍ ANALÝZA V DOPRAVNÍCH SYSTÉMECH	46
5.1.3 INTELIGENTNÍ ANALÝZA V KOMERČNÍM SEKTORU	48
5.1.4 IDENTIFIKACE ČLOVĚKA.....	48
5.2 VÝHODY A NEVÝHODY INTELIGENTNÍCH KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ.....	49
6 NORMATIVNÍ ÚPRAVY NA ÚZEMÍ ČR.....	51

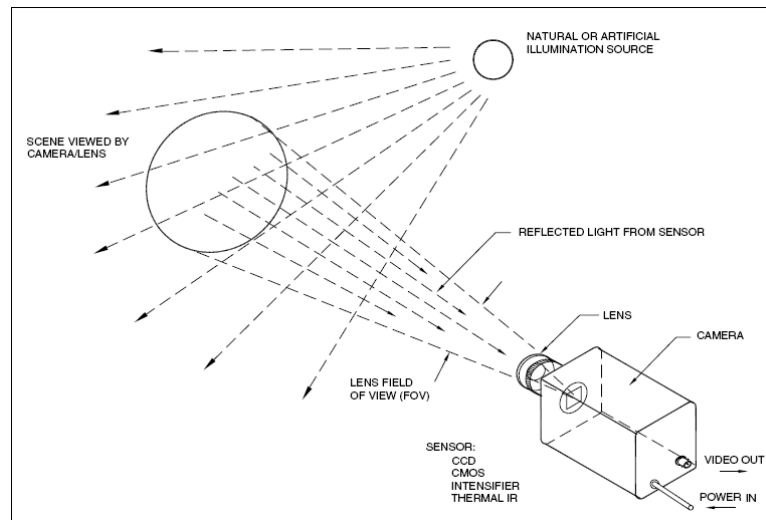
6.1	KAMEROVÝ SYSTÉM A LIDSKÁ PRÁVA	52
6.1.1	ZÁKLADNÍMI POJMY V TOMTO ZÁKONĚ VE VZTAHU KE KAMEROVÝM SYSTÉMŮM JSOU:	52
6.1.2	ZÁKLADNÍ POVINNOSTI SPRÁVCE	54
6.1.3	OZNAMOVACÍ POVINNOST	56
6.1.4	STANOVISKA	57
6.1.5	INFORMAČNÍ POVINNOST	58
6.1.6	INFORMAČNÍ CEDULE	59
II.	PRAKTICKÁ ČÁST	61
7	KONSTRUKCE INTELIGENTNÍHO KAMEROVÉHO SYSTÉMU	62
7.3	VZOROVÝ PŘÍKLAD REALIZACE POMOCÍ OPEN CV	67
7.3.1	BACKGROUND/BACKGROUND ESTIMATION- ROZDĚLENÍ POZADÍ A POPŘEDÍ	68
7.3.2	BLOB ENTERING DETECTION, DETEKCE VSTUPU SKVRN	69
7.3.3	BLOB TRACKING, SLEDOVÁNÍ SKVRN	69
7.3.4	ACTIVITY ANALYSIS, ANALÝZA AKTIVITY	70
8	REALIZACE INTELIGENTNÍHO KAMEROVÉHO SYSTÉMU	71
8.1	NÁVRH KONSTRUKCE	71
8.1.1	KOMPONENTY SYSTÉMU:	73
8.1.2	POŽADAVKY NA SYSTÉM	73
	ZÁVĚR	74
	CONCLUSION	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	81
	SEZNAM TABULEK	83

ÚVOD

V dnešní rychle se měnící době je potřeba držet krok s vývojem. V oblasti bezpečnosti toho dosahujeme řadou prostředků. Jedním z nich jsou kamerové, ty prodělaly v poslední době překotný vývoj a nejnovějším trendem je inteligentní analýza obrazu. Tu je možno použít jak pro ochranu lidských životů, tak rovněž na ochranu majetku. Dále se inteligentní kamery používají v průmyslu, lékařství, dopravě, zábavním průmyslu a mnoha dalších odvětvích. Jedná se o spojení klasické kamery, výpočetního výkonu, komunikačního rozhraní a software. Výstupem z takové kamery je, kromě obrazu, souhrn informací o sledovaném objektu, zda se nachází ve sledované oblasti, orientaci, rychlosti a směru pohybu, barvě nebo rozměru. Dnes je již běžné používat kamerové systémy se speciálním softwarem ke kontrole plynulosti provozu v dopravních tunelech pro automobily. Rovněž se setkáváme se systémy video detekce požáru či kouře dále to jsou aplikace používající analýzu k určení nestandardního chování sledovaných subjektů (odložené věci, vhozené předměty do košů), v oblasti kontroly událostí se nové kamerové trendy uplatňují především v možnosti detekce určitých lidí v davěch (fotbaloví chuligáni, teroristi) a v neposlední řadě to jsou aplikace inteligentní analýzy obrazu, sloužící jako pomoc obsluze kamerových systémů chránících rozsáhlé areály. Nebo funkce inteligentních kamer napomáhající identifikaci případného pachatele, mohou to být různé metody biometrické identifikace, či automatické sledování a zoom pachatele kamerou. Avšak její správná funkce je zajištěna jen v dobře provedených instalacích a proto je nutné počítat s analýzou obrazu už v počátcích projektu. Je dokázáno, že obsluha CCTV uzavřených monitorovacích a střežících systémů již po 30 min ztrácí více než 80 procent informací ze snímané scény. Speciálně na pracovištích s větším počtem kamer není v lidských silách sledovat veškeré dění. Proto přichází na řadu inteligentní video analýza. Ta má za úkol najít pohybující se objekty v obraze a obsluhu na ně upozornit. Nebo automaticky vygenerovat patřičný příkaz pro další systémy (I&HAS, ACCESS). Díky tomu může jedna osoba obsloužit mnohem vyšší počet kamer. To vede k úsporám za pracovní sílu. To vše a mnohem více umožňuje inteligentní video analýza.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRINCIP TVORBY A PŘENOSU OBRAZU



Obr. 1 Kamera a zdroj světla [5]

Kamera pracuje podobně jako lidské oko. Snímá odražené světlo, pocházející z přirozených (Slunce, měsíc, hvězdy), či umělých (žárovky, zářivky, výbojky) zdrojů. Pomocí soustavy čoček jej směřuje na světlo citlivý prvek (CCD, CMOS) a pomocí vnitřních obvodů jej dále zpracuje.

1.1 Kamera

1.1.1 Optická soustava kamery

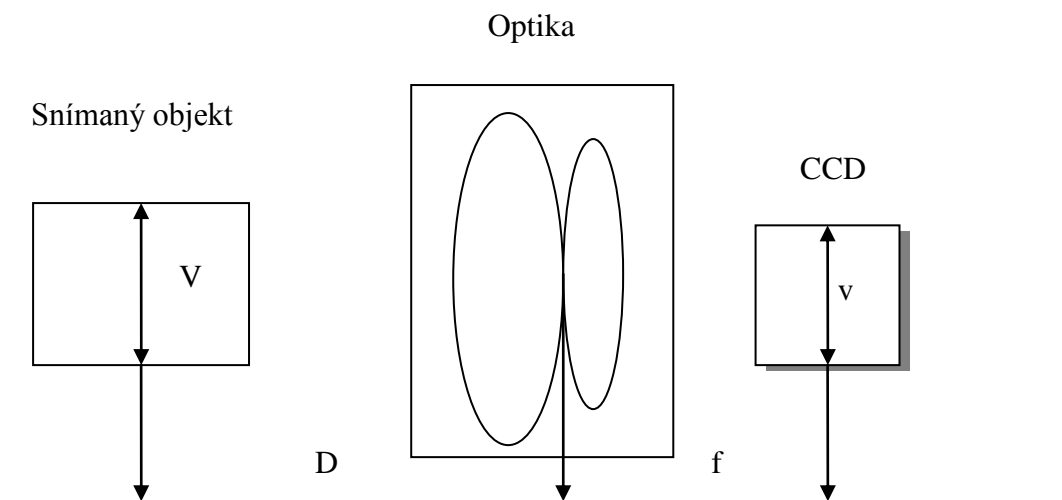
Soustava čoček v kameře pracuje obdobně jako lidské oko. Má za úkol nasměrovat odražené paprsky, od snímané scény, světla na světlo citlivý prvek (CCD, CMOS). Obecně se dá říci, že čím je průměr objektivu větší, tím je také vyšší množství světla dopadajícího na senzor a díky tomu dosahujeme kvalitnějšího obrazu. S rozměry objektivů roste také jejich cena, proto používáme přiměřeně velké objektivy a spíše se snažíme dosáhnout dobrých světelných podmínek. Vždy je nutné volit vhodný objektiv na základě požadavků zadavatele. Rozlišujeme 4 stupně rozpoznání objektu a za předpokladu použití CCTV systému se 400 řádky dělíme následovně:

- identifikace = rozpoznání detailů obličeje. Alespoň 120 % výšky obrazovky.
- rekognoskace = rozpoznání obrysů objektu. Minimálně 50 % výšky obrazovky.

- detekce = zjištění přítomnosti objektu. 10 % výšky obrazovky.
- monitorování skupin osob. 5 % výšky obrazovky

Při výběru objektivu by se mělo brát v úvahu:

- zorné pole objektivu
- úroveň osvětlení snímacího prvku závisí na clonovém čísle objektivu a jeho propustnosti, která je ovlivněna konstrukcí objektivu



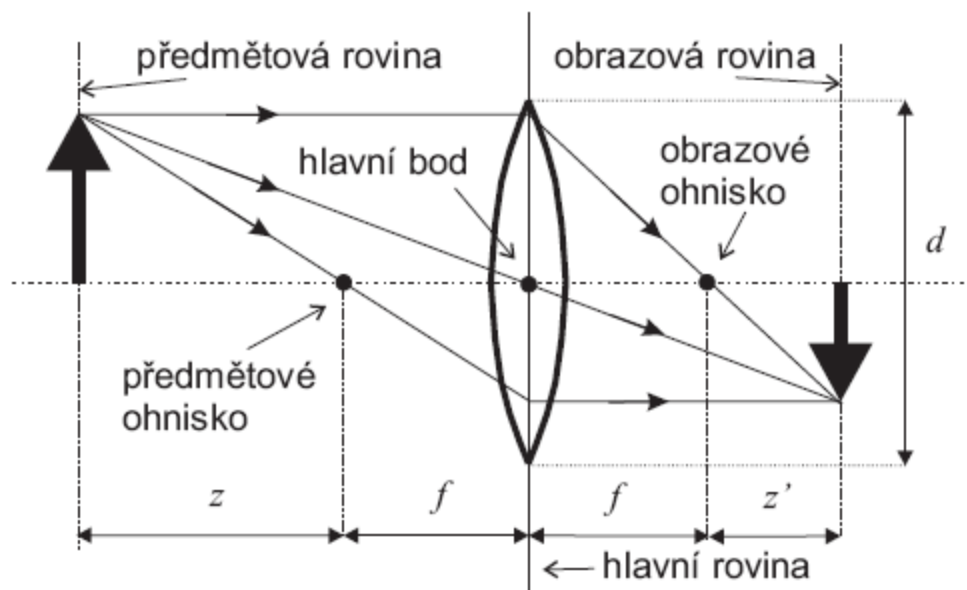
Obr. 2 Výpočet ohniskové vzdálenosti objektivu.

	1"	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
v [mm]	9,6	6,6	4,8	3,6	2,7
h [mm]	12,8	8,8	6,4	4,8	3,8

Tab. 1 rozměry čipů CCD

$$f = v \frac{D}{V} \tag{1}$$

$$f = h \frac{D}{H} \tag{2}$$



Obr. 3 Tenká čočka [25]

$$\frac{1}{z' + f} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f + z} \quad (3)$$

Rozeznáváme tyto typy objektivů:

- S pevnou ohniskovou vzdáleností.(FFL)
- S proměnou ohniskovou vzdáleností.
- ZOOM objektivy (poměry až 1-50)
- Panoramatické objektivy 360°
- Skryté objektivy (Jehlové objektivy,Pinhole Lens)
- Speciální objektivy

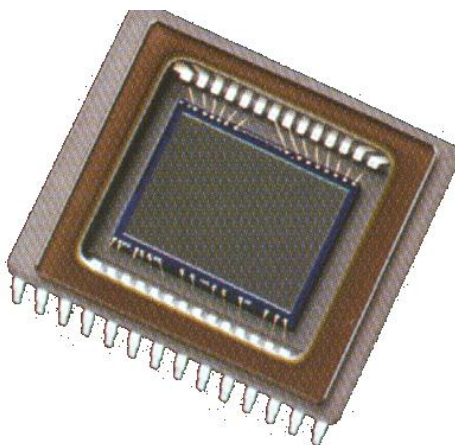
1.1.2 Uspořádání kamery

Optická soustava přenáší světlo na senzor. Zde je scéna snímána bod po bodu a řádek po řádku. A optický signál je převeden na elektrický. Frekvence snímání se liší od 25 cyklů za sekundu 25Hz až po 4,2 milionů cyklu za sekundu u kamer s vyšším rozlišením. Elektrický signál z kamery je časově proměnná funkce. Další elektronické obvody v kameře produkují tzv. synchronizační pulzy, díky nim je následně možné obraz zrekonstruovat na monitoru u analogových systémů. Signál je poté poslán k zobrazení, či dalšímu zpracování

drátově či bezdrátově. Téměř všechny kamery používají snímače CCD a CMOS. V podmínkách s nedostatečným osvětlením se užívají citlivější ICCD snímače. V poslední době se nasazují do kamer digitální signálové procesory (DSP). Ty zajišťují celou řadu funkcí např. Elektronické ovládání uzávěrky, clony, zoom, synchronizaci a časování, ovládají skenování a zajišťují kompresy obrazu atd.

1.1.3 Snímání obrazu

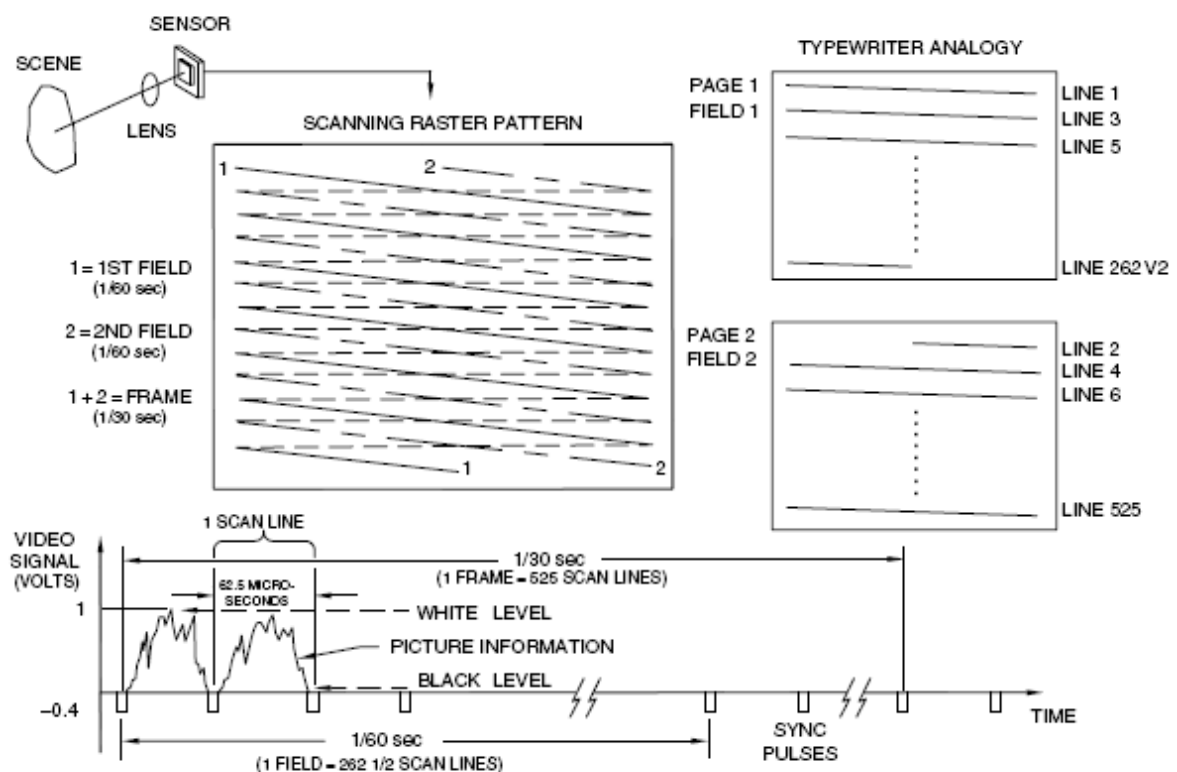
U snímání obrazu rozlišujeme dva druhy skenovacího procesu. **Prokládané skenování a progresivní skenování.** Všechny starší analogové systémy používaly prokládané skenování obrazu. Dnes to je již výhradně progresivní skenování. Snímací prvek převede optický signál na elektrický. Výsledný signál obsahuje informaci o jasu a barvě. Dále jsou přidány horizontální a vertikální synchronizační pulsy. U analogových systémů, je tento signál již připraven k poslání. U digitálních a IP kamer je potřeba signál převést do požadovaného formátu (MJPEG, MPEG 4 atd.) a pak poslat přes komunikační rozhraní, kterým může být Ethernet, WireVire, USB, Cameralink atd.



Obr. 4 Snímač CCD

1.1.4 Progresivní a prokládané skenování

U progresivního skenování, které se dnes používá u všech digitálních kamer a zobrazovacích zařízení LCD (Liquid Crystal Display), TFT (Thin Film Transistor) je výsledný snímek jeden celek, není rozdělen na půl snímky. To je výhodou při sledování statických snímků, dosáhneme plného rozlišení.



Obr. 5 Funkce prokládaného skenování [5]

Výsledný snímek je složen z řádků, ty se skládají z bodů. V normě PAL, to je 576 viditelných řádků což odpovídá rozlišení 704*576. U prokládaného skenování se celý snímek rozdělí na dvojici půl snímků. Tudíž rozlišení každého půl snímku je poloviční, to je také důvod proč se přechází na progresivní skenování.

Při snímání obrazu se nejprve začínají z levého horního rohu vyčítat pixel umístěné na lichých řádcích a po dosažení posledního řádku se vyčtou pixel sudých řádků. Za každý řádek se umísťují řádkové synchronizační impulzy a na konci snímku to jsou snímkové synchronizační impulzy (Obr. 7)

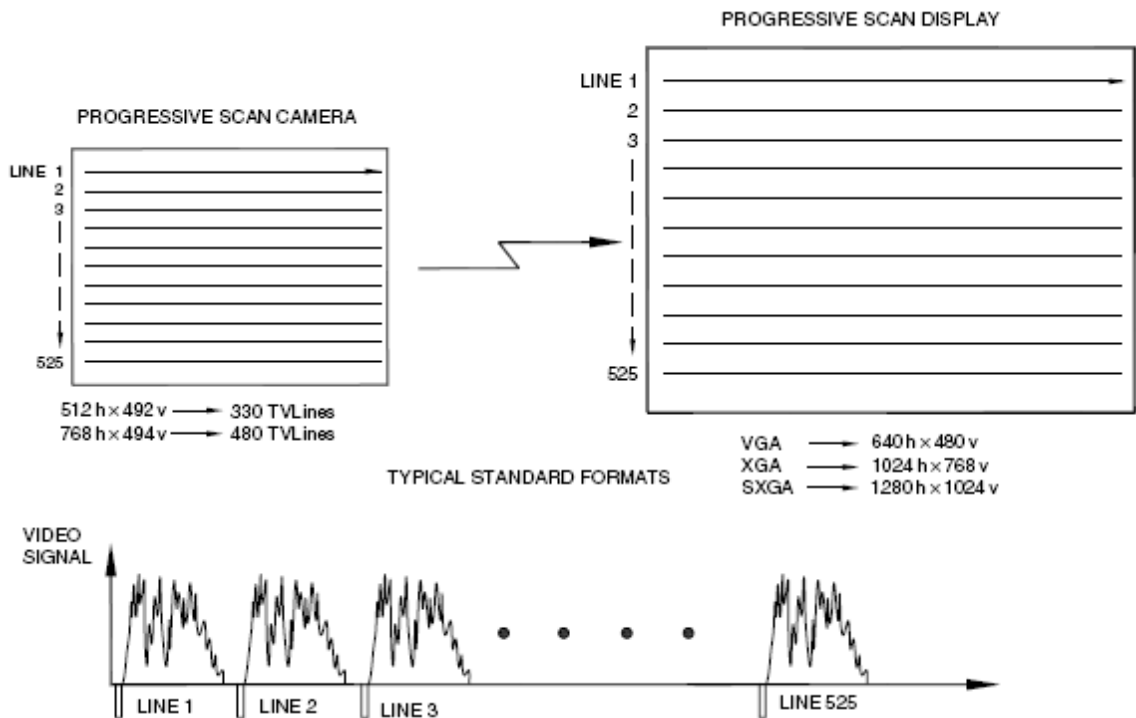
Při zpětné rekonstrukci obrazu se využívá nedokonalosti lidského oka a půl snímky jsou postupně vykreslovány s frekvencí 50Hz. Výsledkem je obraz složený z celých snímků o frekvenci 25Hz. Nevýhodou prokládaného skenování je fakt, že se každý snímek skládá z dvojice půl snímků a pokud obraz zastavíme a díváme se na statické snímky, dosáhneme vždy jen polovičního rozlišení (jednoho půl snímku) a pro identifikaci pachatele to může být zásadní problém (obr. 8). Výhodou je nižší šířka pásma.



Obr. 6 Progresivní skenování [8]

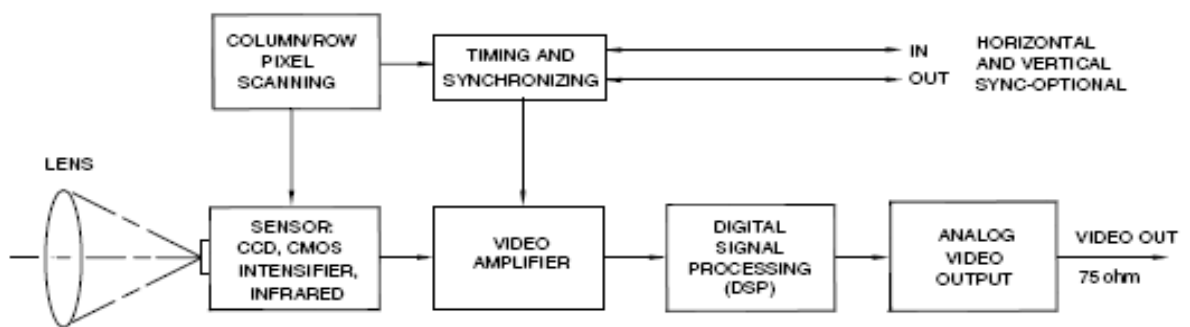


Obr. 7 Prokládané skenování [8]



Obr. 8 Funkce progresivního sanování [5]

Analogová kamery

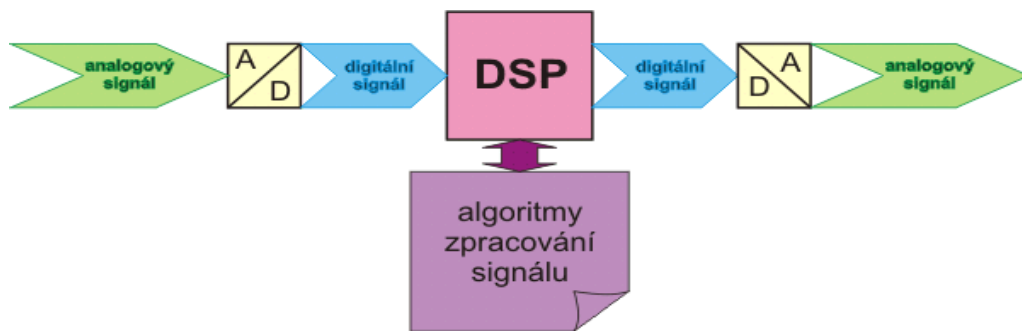


Obr. 9 Blokové schéma analogové kamery [5]

Hlavní části analogové kamery jsou:

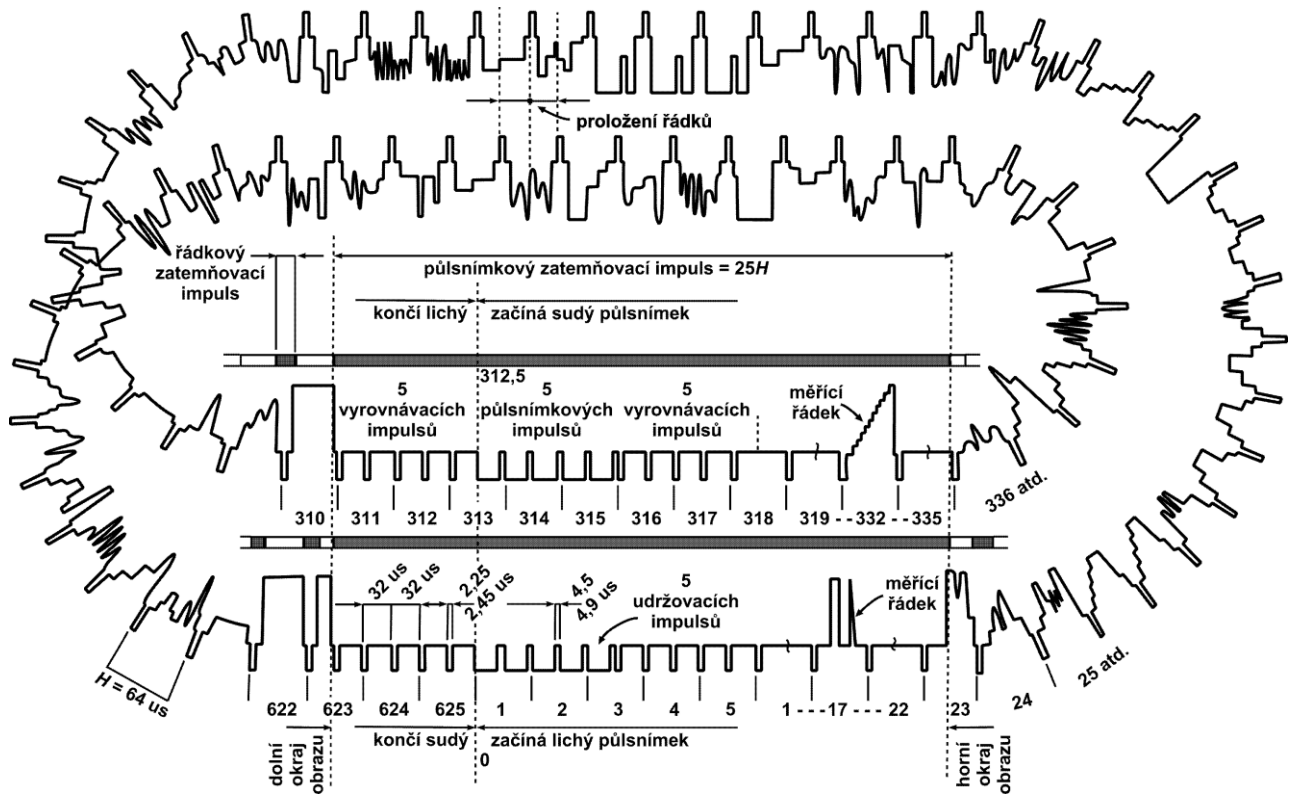
- **Optiku** (Lens) Směřuje paprsky světla na snímač.
- **Snímač** (sensor) CCD, CMOS světlo citlivý prvek převádí optický signál na elektrický.

- **Video zesilovač** (Vide Amplifier) zesiluje el. Signál ze senzoru na požadovanou hodnotu. 1V
- **Digitální signálový procesor** (Digital signal processing) zajišťuje celou řadu funkcí např. Elektronické ovládání uzávěrky, clony, zoom, synchronizaci a časování, ovládají skenování atd.
- **Ovládání snímání řádků a sloupců** (Column / row pixel scanning)
- **Synchronizace a časování** (Timing and synchronizing) možnost synchronizace z vnějšího zdroje synchronizačních pulsů.
-



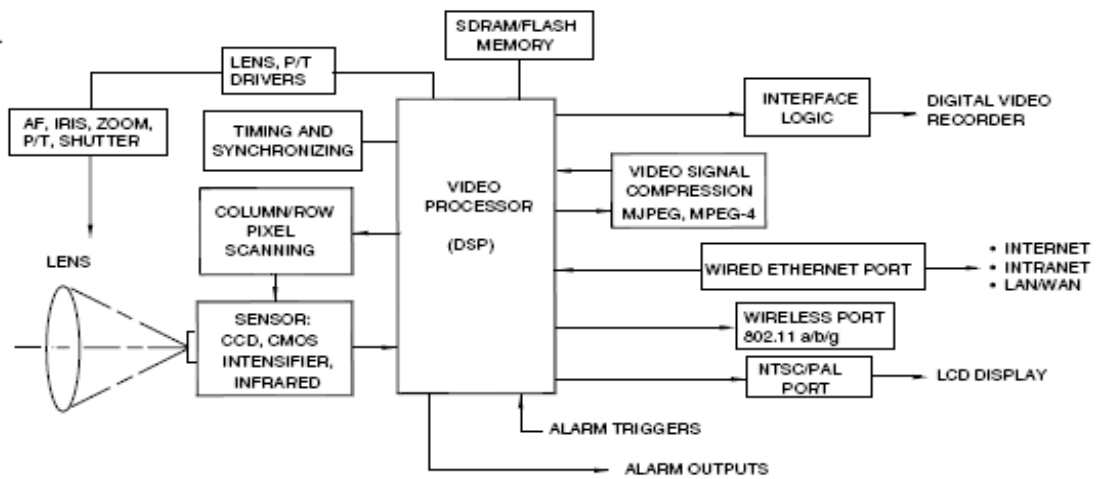
Obr. 10 Blokové schéma digitálního signálového procesoru [7]

Signál, z analogové kamery, má následující průběh (Obr. 13). Na obrázku jsou jasně viditelné jednotlivé řádky, synchronizační pulsy řádkové i snímkové. A je také názorně ukázáno snímání lichých a sudých snímků. Jedná se o prokládané skenování. Amplituda video signálu je 1V špička-špička.



Obr. 11 Signál analogové kamery

Digitální kamery



Obr. 12 Blokové schéma digitální IP kamery

Na (obr. 14) je blokové schéma digitální kamery. Obsahuje následující části:

- **Optiku (Lens)** Směřuje paprsky světla na snímač.
- **Snímač (sensor) CCD, CMOS** světlo citlivý prvek převádí optický signál na elektrický.
- **Video processor (DSP)** zajišťuje celou řadu funkcí např. Elektronické ovládání uzávěrky, clony, zoom, synchronizaci a časování, ovládají skenování, ovládání pohybů a zoom kamery PAN/TIL, komprese obrazu, ovládání alarmových vstupů a výstupů atd.
- **Ovládání snímání řádků a sloupců (Column / row pixel scanning)**
- **Synchronizace a časování (Timing and synchronizing)** možnost synchronizace z vnějšího zdroje synchronizačních pulsů.
- **Komprese videosignálu (Video signal compression)** Obvod zajišťující komprese snímků. To je možno řešit i přímo v DSP, ale je to náročná operace na výkon.
- **Komunikační porty (Ethernet, Wireless port)**

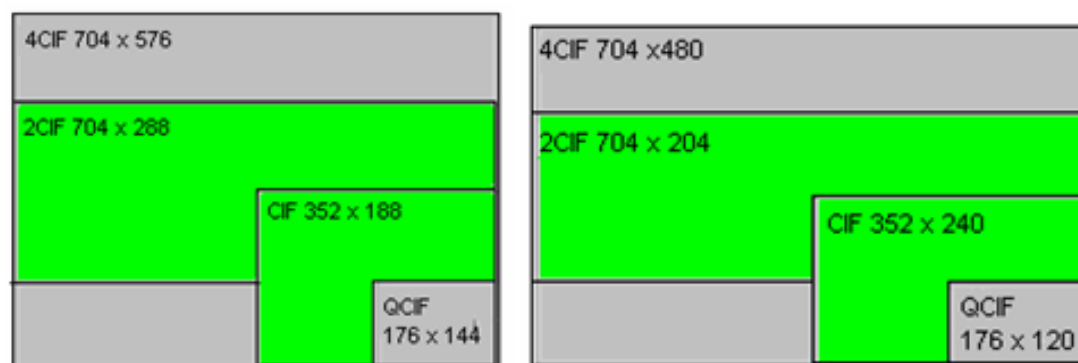
S příchodem digitálních kamer a možnosti zpracovávat obraz na PC a digitálních zobrazovacích zařízeních (LCD, plazma) se změnil přístup ke snímání obrazu. Po sejmutí obrazové informace, maticí světlo citlivých prvků na snímači CCD či CMOS, již není potřeba převádět signál podle některé z televizních norem (PAL, SECAM, NTSC) na 625 respektive 525 viditelných řádků a frekvenci 50/60Hz. Ale obraz jako takový je rozdělen na malé body (pixel) nesoucí informaci o intenzitě a barvě. A po vzoru informačních technologií může nabývat obraz řadu rozlišení a poměru stran. Výhodou digitálních kamer je možnost volby rozlišení a rychlosti snímání. Dalším krokem ve vývoji kamer byla implementace komunikačního rozhraní typu ethernet do kamery. Díky tomu může kamera posílat záběry na libovolné místo na planetě (kde je internet). Přístup ke kameře je chráněn heslem, jen vybrané osoby mohou dané záběry vidět. Díky tomu, že propojení kamery po internetu je obousměrná komunikace, je možné tímto způsobem kameru ovládat (PTZ), nebo využít programovatelné výstupy na kameře a ovládat tak libovolné zařízení.

1.1.5 Rozlišení v televizních normách

V souvislosti s omezením normy počtu řádků a poměru stran dosáhneme maximální rozlišení, po digitalizaci obrazu pro standardy PAL **704×576 pixel** a pro NTSC **704×480 pixel**. To odpovídá 0.4 megapixel

System	NTSC	PAL	SECAM
Řádků/ pulsnímků	525/60	625/50	625/50
Horizontální frekvence [kHz]	15.734	15.625	15.625
Vertikální frekvence [Hz]	60	50	50
Nosná barvy [Mhz]	3.5795	4.4336	4.25
Šířka pásma [Mhz]	4.2	5	5
Nosná zvuku [Mhz]	4.5	6	5,5

Tab. 2 televizní standardy



Obr. 13 Rozlišení v televizních normách

V zabezpečovací technice se používají rozlišení odvozené z těchto norem. Viz. (Obr. 15) Z příchodem digitálních kamer se omezení standardy stávají bezpředmětná a začínají se používat rozlišení běžná v informačních technologiích. Jsou to hodnoty odvozené z VGA (Video Graphics Array), vyvinuté IBM pro PC. Jeho hodnota je 640x480. Další změnou přicházející s užitím digitálních kamer je poměr stran. Můžeme volit 4:3, 16:9 atd.

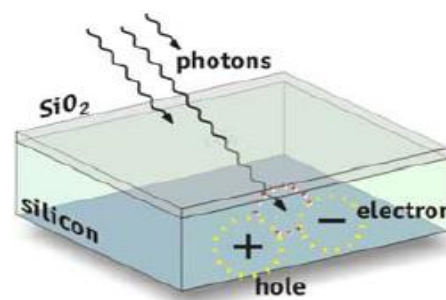
Z hlediska množství detailů ve snímané scéně je vyšší rozlišení vhodnější. Dnes není problém dosáhnout u kamery rozlišení 4168x4168, čímž se dostáváme na 16megapixelů. Množství detailů ve scéně bude nesrovnatelné. V PKB, se využívá kamer s vysokým rozlišením ke sledování davů a identifikace pachatele ze záběru pořízeného kamerou s vyšším rozlišením je mnohem snadnější, také algoritmy analýzy videa aplikované na vyšší rozlišení dosahují přesnějších výsledků.

1.2 Snímání obrazu

1.2.1 CCD a CMOS

Klíčovou součástí kamery je snímací element – optický senzor, který přímo ovlivňuje kvalitu obrazu. Senzor, který může mít různou strukturu, rozlišení, citlivost a výrobní technologii.

Každý obraz, v televizní obrazovce, monitoru, či projektoru je složen z různého počtu miniaturních bodů tzv. pixel. Jejich zdrojem jsou právě snímací prvky CCD a CMOS. Jejich funkci proberu níže. Principiálně je u obou technologií potřeba přeměnit světlo, v podobě dopadajících fotonů na snímač, následně převést na elektrický signál, který je dále upravován obvody v kameře.



Obr. 14 princip fotoefektu [9]

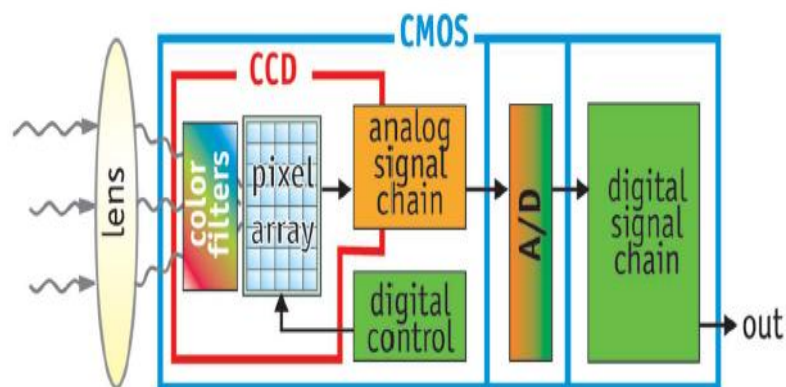
Jev, při kterém se při dopadu fotonu na polovodič uvolní pár elektron – díra se nazývá *fotoefekt*. Elektrony jsou vyráženy do vyšších vrstev a stávají se vodiči proudu. Fotoefektu se také využívá při výrobě solární energie, U CCD a CMOS tohoto jevu využívají fotodiody a tranzistory. U senzorů je důležitá jeho citlivost, ta se zvyšuje spolu s plochou dopadajícího světla a efektivitou fotoelektrické přeměny (QE). Ta je závislá na tvaru krystalu a na vlnové délce dopadajícího světla. Obecně platí, že čím je plocha elementu

větší, tím se zvyšuje i citlivost senzoru a pro dosažení kvalitního obrazu pak postačuje menší osvětlení. Jednotlivé obrazové elementy mohou být realizovány za pomoci fotodiody nebo fototranzistoru. Nižší citlivost fotodiody se kompenzuje pomocí miniaturních čoček nad elementem.

Srovnání CCD a CMOS

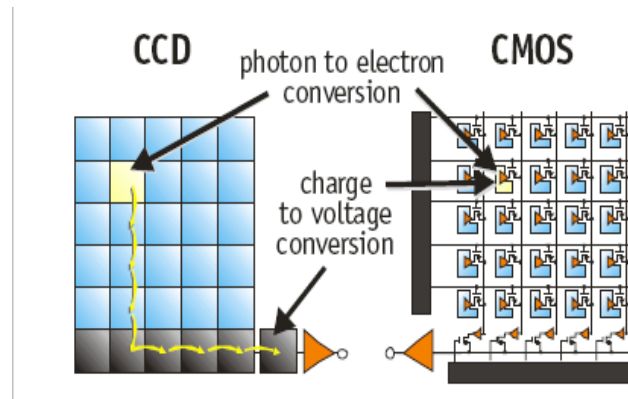
CCD	CMOS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Konec 60. let ■ Fotodioda, Fototranzistor ■ Drahé a složité na výrobu ■ Přenos náboje přes celý čip ■ Převod náboje na napětí na výstupu z čipu ■ Omezená možnost přidání další elektroniky na čip. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Začátek 70. let ■ Fotodioda, Fototranzistor ■ Levná výroba ■ Nižší spotřeba proudu ■ Nižší citlivost na světlo ■ Náboj na napětí přímo v elementu (kondenzátor i zesilovač ■ Možnost integrace další elektroniky (redukce šumu, komprese.)na čipu

Tab. 3 Srovnání CCD a CMOS



Obr. 15 Struktura CMOS [9]

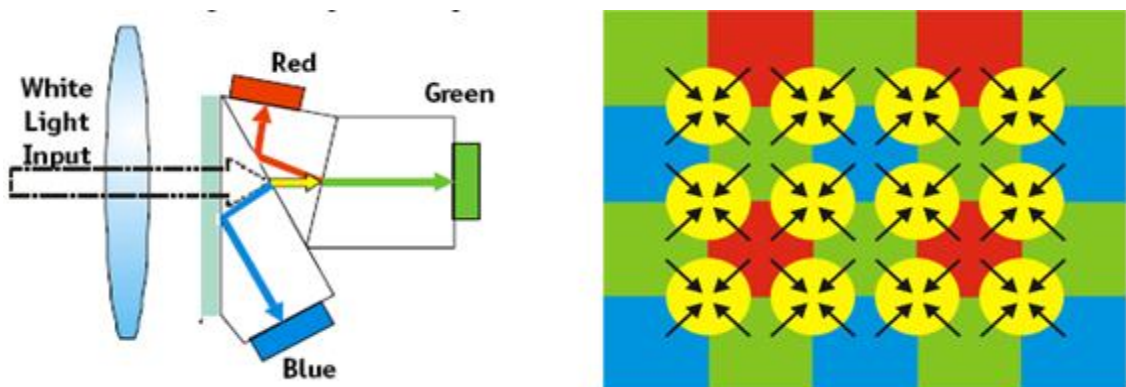
Na (obr. 18) je patrné, že CMOS senzory umožňují integraci řady dalších obvodů na čip. A k převodu analogové veličiny sejmutého světla, dochází přímo na čipu.



Obr. 16 Zpracování signálu CCD CMOS [9]

1.2.2 Vyčítání náboje z CCD

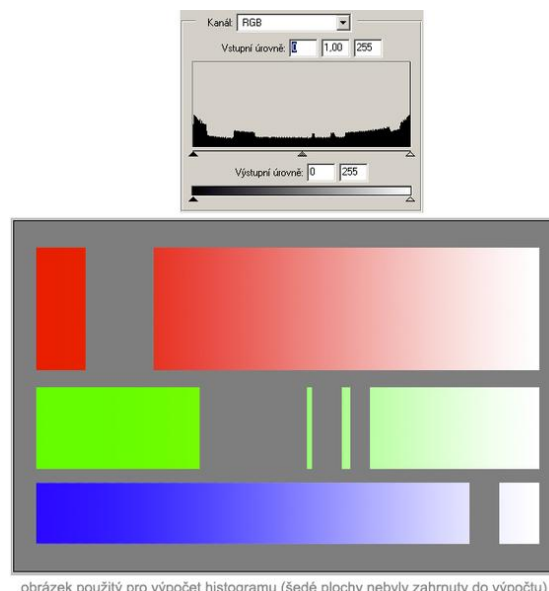
Po dopadu fotonů na snímač, jsou vyraženy elektrony a to v počtu závislém na množství dopadených fotonů a stávají se vodiči proudu. Náboj je zpracován a následně je vyčíslena jeho hodnota. Ta určuje jas elementu. Barevná informace je vypočtena na základě tří základních barev (RGB). U snímačů CCD je toho dosaženo dvěma způsoby. V prvním je světlo dopadající do objektivu rozděleno pomocí hranolu na tři základní spektra (RGB) a každé spektrum je snímáno samostatným snímačem. V druhém případě je na snímač napařen filtr (Bayer) šachovnicového tvaru a výsledná barva pixel je dána součtem čtveřice fotocitlivých prvků (RGGB) (obr. 20).



Obr. 17 Princip snímání barev u CCD [7]

1.2.3 Barevný Histogram

V aplikacích analýzy obrazu, se někdy používají metody založené na porovnání barevného histogramu. Jsou to hlavně činnosti spojené s rozpoznáním objektů v obraze. Barevný histogram obrazu je téměř neměnný při změně nebo rotaci osy pohledu, pouze se nepatrně mění s úhlem pohledu. Porovnáváním histogramových „podpisů“ dvou obrazů a porovnáváním jejich barevných obsahů, se histogram obzvláště hodí k rozpoznávání objektu na neznámé pozici v obraze a rotaci uvnitř scény. **Barevný histogram** je reprezentací rozložení barev v obraze. Vyjadřuje poměrné zastoupení počtu pixel každého z daných barevných rozsahů v buď dvourozměrném (2D) nebo třírozměrném (3D) barevném modelu. Barevné histogramy jsou přizpůsobivé a mohou být použity v různých barevných modelech, ať již v barevném modelu RGB, CMYK nebo jakémkoli jiném barevném modelu. Histogram obrazu se nejprve vytváří z diskretizace barev v obraze do několika skupin, počítáním pixel v každé z nich. Například Red-Blue chromatický histogram může být vytvořen normalizací hodnot barevných pixel rozdělením RGB hodnot na $R+G+B$, potom kvantizací a normalizací R a B souřadnic na N skupin každou; řekněme, že $N = 4$ z čehož může vzniknout 2D histogram který bude vypadat jako (Obr. 21):[2]



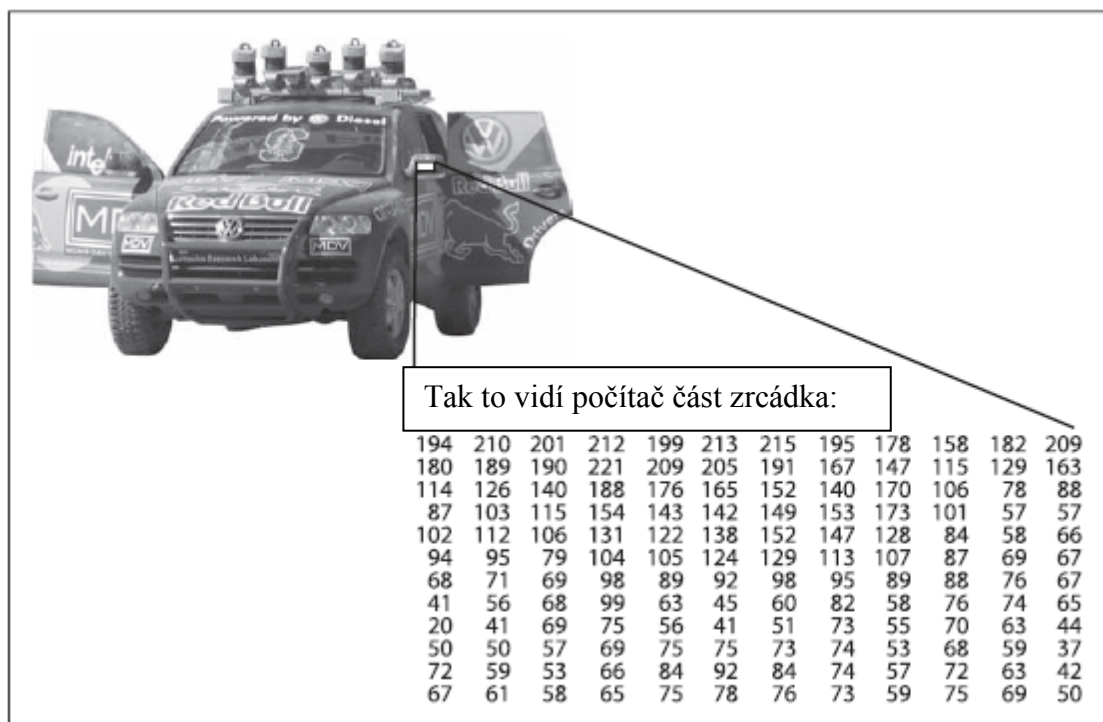
Obr. 18 Barevný histogram [2]

1.3 Počítačové vidění

1.3.1 Obecné principy počítačového vidění

Princip analýzy obrazu je založen na fenoménu zvaném počítačové vidění „Computer Vision“. Obtížnost zpracování a analýzy videa spočívá již v samotném pojetí počítačového vidění. (Obr. 22) Body obrazu se dají popsat funkcí $f(x, y)$, $f(x, y, t)$.

Principem počítačového vidění je snímání obrazu elektronickými prostředky a porozumění jejich obsahu počítačovým zpracováním.



Obr. 19 Počítačové vidění

Počítačové vidění je velmi složitá disciplína. Snímaný obraz je znehodnocen šumem a rušením. Hlavními zdroji jsou různé podmínky v okolí (počasí, světelné podmínky, odrazy, pohyb), nastavení objektivu a umístění kamery, nastavení snímacího času na senzor, šum způsobený elektronickými součástkami, a v neposlední řadě komprese obrazu.

Při zpracování obrazu rozlišujeme:

- **analýzu obrazu** (interpretace obsahu snímku)
- **počítačové vidění** (interpretace 3D světa, informace o dynamice).

Dále se práce s obrazem dělí:

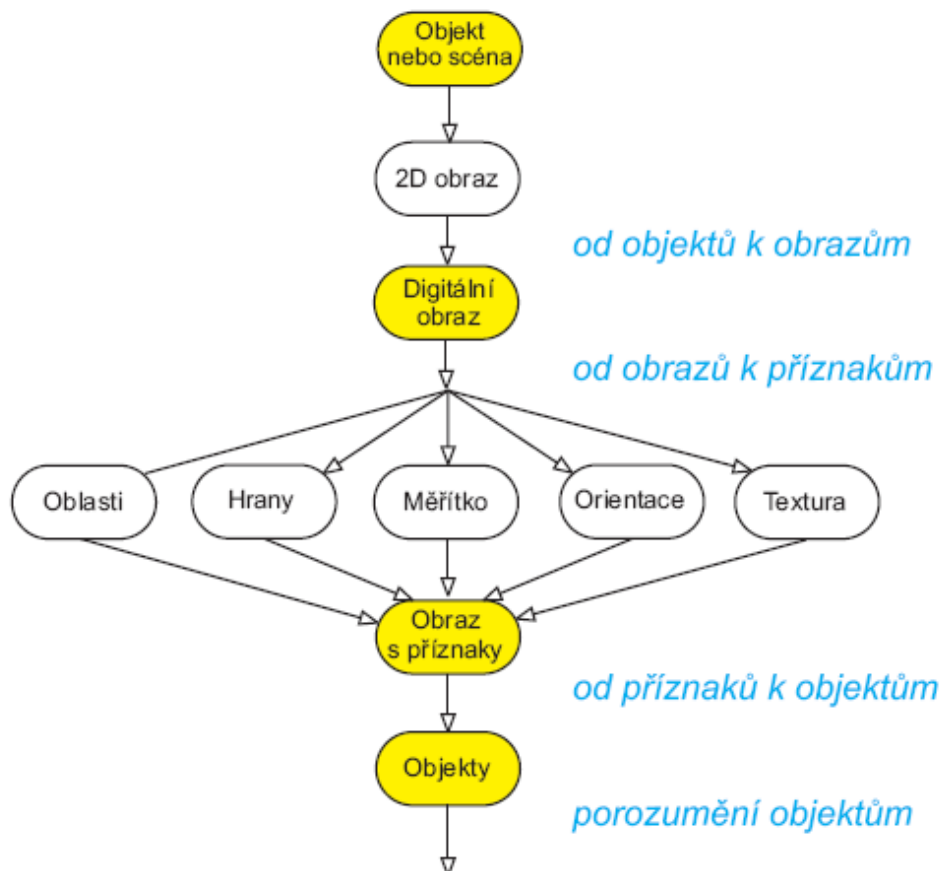
- nižší úroveň (zpracování obrazu, není snaha porozumět obsahu)
- vyšší úroveň (interpretace obsahu obrazu, využití umělé inteligence)

Obtíže počítačového vidění

- Transformace z reálného 3D světa na počítačem vnímaný 2D sebou nese ztrátu informací (Obr. 24)
- V řadě aplikací se používá měření jasu, ten je však v různých podmínkách značně proměnný (světelné zdroje, intenzita, odrazivost atd.)
- Přítomnost šumu
- Veliké množství dat

Stránka A4, 300 dpi, 8 bit per pixel = 8.5 Mbytes.

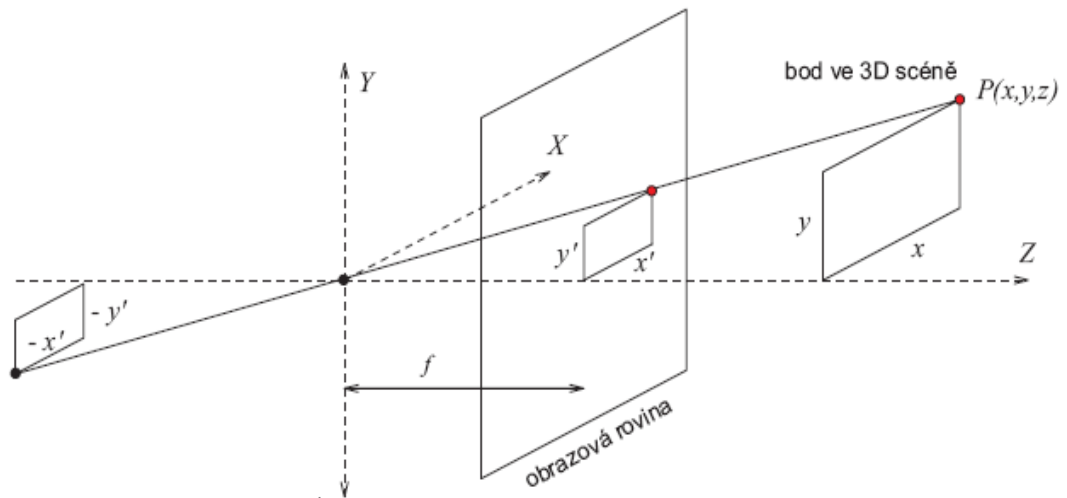
Neprokládané video 512×768 , RGB (24 bit) = 225 Bites/sekundu.



Obr. 20 Rozpoznání obrazu [24]

- Transformace 3D na 2D

Obrazová funkce $f(x, y)$, $f(x, y, t)$ je výsledkem perspektivního zobrazení.



Obr. 21 Snímání scény [24]

$$x' = \frac{xf}{z} \quad (4)$$

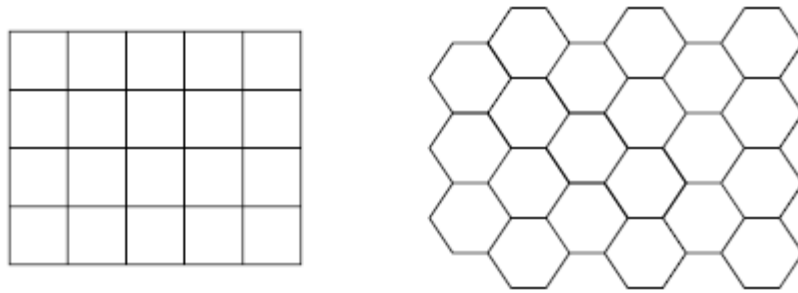
$$y' = \frac{yf}{z} \quad (5)$$

Takto dostaneme statický obraz se souřadnicemi (x, y)

$$R = \{(x, y), 1 \leq X \leq xm, 1 \leq y \leq ym\} \quad (6)$$

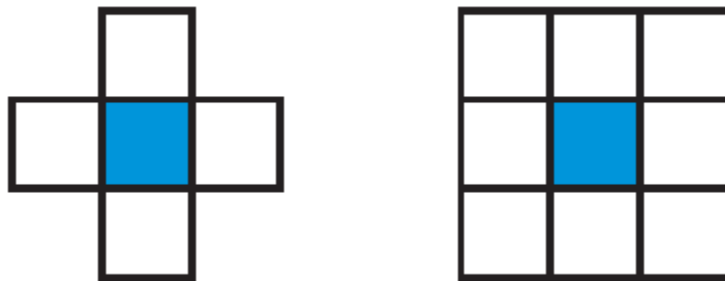
Následně probíhá digitalizace. Ta probíhá v krocích **vzorkování a kvantizace**. Digitální obraz je obvykle reprezentován maticí z bodů tzv. pixel (picture element)

- Při **kvantizaci** se musí uspořádat vzorkovací body do rastru a vzdálenost mezi vzorky nám určí výsledné rozlišení. Menší vzdálenost je rovny vyššímu rozlišení.



Obr. 22 Rastr obrazu [24]

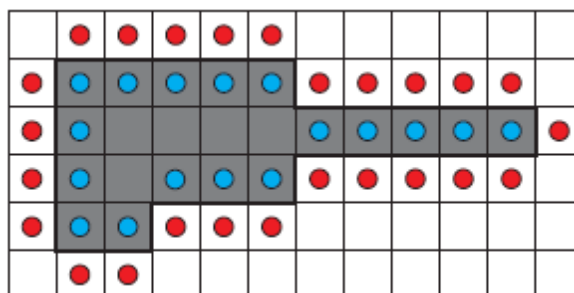
Dalším důležitým pojmem je okolí bodu. Rozeznáváme čtyř a osmi okolí.



Obr. 23 Okolí obrazového bodu [24]

Díky definici okolí a za předpokladu, že pozadí je bílé a zbytek pixel náleží objektu, je možno definovat hranice objektu.

Hranice objektu je množina pixel objektu mající alespoň jednoho souseda nepařícího do objektu.



Obr. 24 Hranice objektu [24]

1.3.2 Počítačové vidění v Bezpečnostním průmyslu

Shrnu-li požadavky na systém inteligentního videa, tak se pohybují v následujících oblastech

1. Zabezpečovací systémy

Automatické zpracování

Zmenšení objemu přenášených dat

2. Sledování bezpečnosti práce

Narušení bezpečných zón (Letiště, továrny, stavby)

Detekce podezřelého chování (směry pohybu, definované chování)

3. Statistiky a řízení

Řízení dopravy (Tunely, křižovatky)

Při realizaci analýzy obrazu a rozpoznání snímané scény je potřeba danou operaci rozdělit do několika kroků.

1. Detekce pohybu – Rozdělení pozadí od popředí

2. Detekce objektů

3. Sledování objektů

4. Rozpoznání akcí

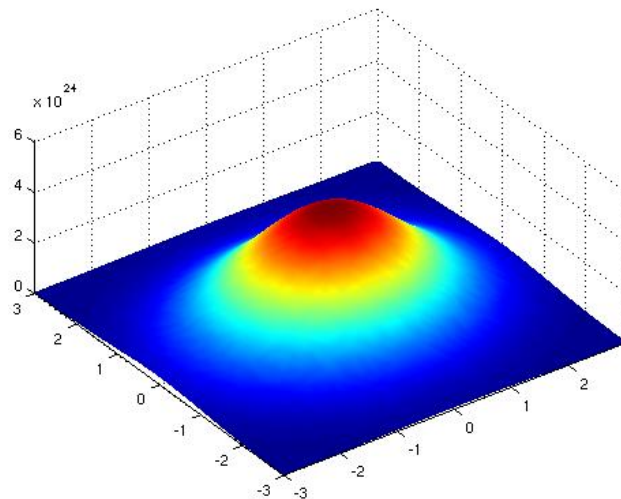
Obecně se jedná o složité matematické algoritmy a není v mých silách tyto vysvětlovat ale můžeme probrat dané problémy blíže a vysvětlit principy a metody použité v jednotlivých krocích.

1.3.3 Detekce pohybu – Rozdělení pozadí od popředí

Obecně je při rozdělení popředí a pozadí porovnáván aktuální snímek s předchozím snímkem a sleduje změny. Rozlišujeme metody:

a) Modelování pozadí

b) Optický tok



Obr. 25 Gaussova křivka [2]

a) Modelování pozadí

Pro každý snímek je vytvořen model, typicky na úrovni pixel, a u každého pixel uvádí nejpravděpodobnější barvu v daném okamžiku. To buď pomocí gaussovy křivky (Obr. 28) nebo pomocí barevného histogramu. Model dále dělíme na **statický** a **dynamický**.

- **Statický model**

- Je třeba získat sekvenci snímků bez popředí
- Nedokáže reagovat na dlouho trvající změny scény
- Špatně reaguje na změny osvětlení

- **Dynamický model**

- Model se po dobu běhu výpočtu obměňuje
- Obtížnější nastavení parametrů

- **Další možnosti**

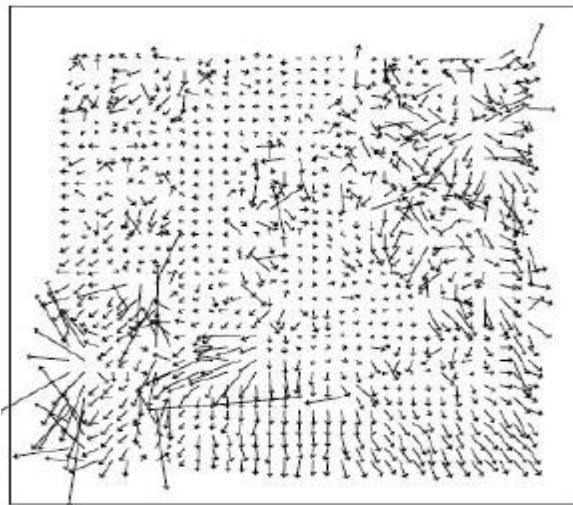
- **Histogram pozadí**

- Histogram pro každý pixel za X posledních snímků.
- Počítá se pravděpodobnost náležení pixel do pozadí a to jako hodnota v příslušné buňce histogramu.

- **Přímé odčítání několika snímků**
 - Pro každý pixel se určí pravděpodobnost, jako odlišnost hodnoty histogramu v po sobě následujících snímcích.

b) Optický tok

Snaha nalézt nejpravděpodobnější směr pohybu pro každý pixel, nebo danou oblast. Podle něj se pixel rozdělí na pozadí a popředí (Obr. 29)



Obr. 26 Optický tok pixel [12]

Nevýhodou jsou vysoké nároky na výpočetní výkon a nevelká přesnost. Naopak výhodou je množství informací využitelných v další fázi zpracování.

1.3.4 Detekce objektů

Pro část detekce objektů je potřeba již vědět, který pixel pravděpodobně patří do popředí a do pozadí. Toho dosáhneme výše zmíněnými metodami. Výstupem po detekci objektů je rozdělení objektů ve scéně na ty co nás zajímají a na zbytek. Mezi pro nás zajímavé objekty patří objekty dostatečně velké a objekty předem určeného tvaru. (při sledování lidí to je typicky eliptický tvar).

K tomu jsou používány různé metody (Souvislé komponenty, Mean-Shift)

V podstatě se jedná o nalezení co nejpočetnější množiny společných bodů a pak určit tvar této množiny.

1.3.5 Sledování objektů

V průmyslu komerční bezpečnosti se často setkáváme s požadavkem sledování objektů kamerovým systémem a obecně lze tento postup popsat následovně. Vstupem je pozice sledovaných objektů v minulém snímku, aktuální snímek a modely (tvary) objektů. Po zpracování dostáváme pozice objektů v aktuálním snímku a seznam objektů, ze snímku ztracených. Ke sledování objektů jsou používány modely

- Eliptický
- Obdelníkový
- Skvrny (Blobs)

K určení podobnosti mezi modely se nejčastěji používá **porovnávání histogramu a míra podobnosti**.

Při volbě části objektu ke sledování je potřeba vybrat něčím charakteristické prvky, jsou to tak zvané rohy.(Obr. 30). Určení výjimečných rohů je závislé na matematických operacích. Jsou to především první a druhé derivace hodnoty intenzity jasů.

$$H = \begin{bmatrix} \frac{d^2 I}{dx^2} & \frac{d^2 I}{dx dy} \\ \frac{d^2 I}{dy dx} & \frac{d^2 I}{dy^2} \end{bmatrix} \quad (7)$$



Obr. 27 Správný výběr částí snímku ke sledování [23]

2 VÝVOJ KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ

V posledních 50 letech prodělaly snímací prvky překotný rozvoj. Začalo to prvními **záznamy na film na přelomu 19. a 20.** Století. Po té následovaly elektronkové snímače (Super optikon a Vidikon). Ty byly poměrně nedávno vytlačeny polovodičovými snímači **CCD (Charged Couple Device) a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)**. Stále pokračující vývoj vedl ke zlevnění výrobního procesu a miniaturizaci těchto prvků. To mělo za následek stále masovější nasazení kamer v nejrůznějších odvětvích lidské činnosti. První systémy sloužily k vizuální kontrole objektů pomocí uzavřených monitorovacích a střežících televizních okruhů CCTV, dále se používaly při monitorování výrobních procesů, v lékařství, špionážní technice, letectví, pozorování vesmíru. V důsledku **miniaturizace** elektronických součástek, docházelo k postupné **integraci řídicích obvodů na snímací čip**. Tím se přidávaly další řídicí funkce jako řízení expozice (elektronická závěrka), řízení světla při expozici, speciální metody řízení čipu CCD. Dalším krokem ve vývoji kamerových systémů byly kamery s integrovaným **komunikačním rozhraním** a obvody pro kompresi obrazu jsou schopny komunikovat po internetu tzv. IP kamery. S jejich příchodem se stalo vzdálené monitorování objektů mnohem jednodušší a je hojně využíváno. Současným vrcholem ve vývoji snímací techniky jsou tzv. **Inteligentní kamery**. Ty v sobě sdružují funkce klasické kamery (snímání obrazu, další doplňkové funkce) výpočetního analytického systému (analýza obrazu, naprogramované funkce) a komunikačního rozhraní (USB, Ethernet, Firewire, Cameralink, RS232, RS485). Na rozdíl od klasické kamery, už nemusí být výstupem pouze obrazová data, ale i informace o sledovaném objektu, analogová či digitální hodnota měření či transformovaný obraz (Obr. 38). Postupem času byly do kamer přidány funkce jako detekce pohybu. Ke sledování změn v po sobě jdoucí sekvenci snímků musí být kamera vybavena pamětí. Jednodušší typy kamer počítají statistické změny jako je histogram a za pohyb považují i změnu jasových podmínek, používají se v zabezpečovací technice, kdy kamera při pohybu uloží sekvenci snímků. Dnešní inteligentní kamery zvládnou i náročnější úkoly jako je detekce a rozpoznání objektů. Např. rozpoznání značek na automobilech, nebo klasifikace objektů v zabezpečovací technice (člověk, auto)

3 KAMEROVÉ SYSTÉMY S ANALÝZOU OBRAZU

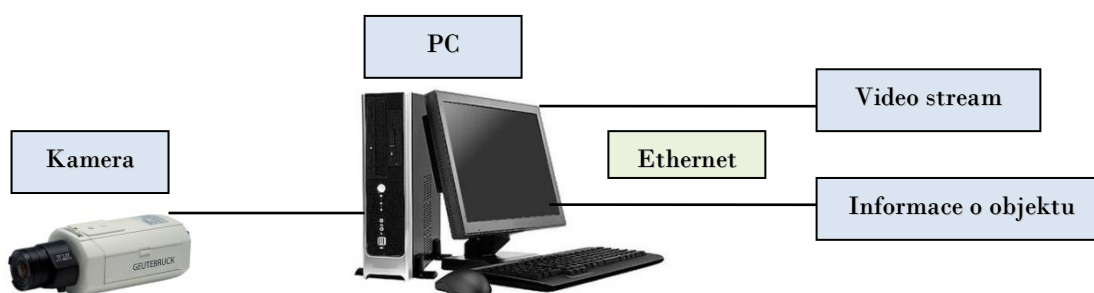
3.1 Typy kamerových systémů s analýzou obrazu

Podle použitého řešení rozlišujem 4 základní typy kamerových systémů analyzujících obraz.

- *System založený na PC*
- *Kompaktní systémy*
- *Kamerové senzory*
- *Inteligentní kamery*

3.1.1 System založený na PC – PC based

Patří k nejběžnějšímu řešení v oblasti počítačového zpracování obrazu. Pro zachycení obrazu do PC je použita grabovací karta tzv. Framegraber. Ta zajišťuje převod obrazového signálu do digitální podoby vhodné pro další zpracování v PC. Tyto karty disponují vstupy S-video a kompozitními. Ty mají horší kvalitu, lež pro nenáročné aplikace jsou dostatečné. Karty jsou k dispozici v provedení PCI pro klasické i průmyslové PC. Ale také v provedení PXI pro připojení na sběrnici průmyslového PC.



Obr. 28 PC based systém

Při volbě karty je potřeba brát ohled na typ vstupu, analogové rozhraní s normou CCIR PAL nebo digitální rozhraní např. Camera-link, FireWire IEEE 1394.

Analogové karty se dělí do dvou kategorií. V první jsou použity kamery prokládaným řádkováním. Druhé jsou kamery s progresivním skenováním. Ty se vyznačují schopností vyčíst ze snímacího elementu v jednom okamžiku celý obraz (všechny řádky). Ty jsou

vhodnější pro sledování rychle probíhajících dějů, jelikož poskytují vyšší rozlišení na snímek a tím více detailů. Samozřejmě mají také vyšší cenu.

V dnešní době je ovšem výhodnější využít kamery s digitálním výstupem (Camera-link, FireWire 1394, USB) ty nevyužívají framegrabery.

Kamerové systémy založené na PC jsou využívány hlavně v aplikacích, kde možnosti kompaktních systémů nestačí. Jsou to hlavně náročnější aplikace používající segmentaci obrazu, stereo vidění, více kamer.

3.1.2 Kompaktní systémy CVS

Jedná se o autonomní jednotku s jednoúčelovým počítačem. Vzhledem ke své konstrukci je vhodné do prašných a jiným způsobem nepříznivých prostředí. Není vybaveno HDD, proto jej lze využít i v prostředí s výskytem vibrací, které klasické HDD poškozují.

Systém je vybaven velkým počtem vstupů a výstupů pro komunikaci s okolními zařízeními. Ke komunikaci s kamerou obvykle používá sběrnici FireWire, k ní lze připojit větší množství kamer. Další komunikace je zajištěna pomocí RS 232 nebo přes ethernet. Pro připojení monitoru obsahuje systém výstup VGA. Mezi interní vybavení patří výkonný procesor, operační paměť RAM a paměť Flash, do ní je možné trvale uložit i několik testovacích programů.

Hlavními producenty těchto systémů jsou firmy National Instrument a Panasonic.



Obr. 29 CVS systém.

3.1.3 Kamerové senzory

Jsou určeny především pro jednoduché průmyslové aplikace. Rozeznáváme dvě skupiny a to kamerové snímací hlavy s objektivem a snímací hlavy se závitem "CS mount". Jsou

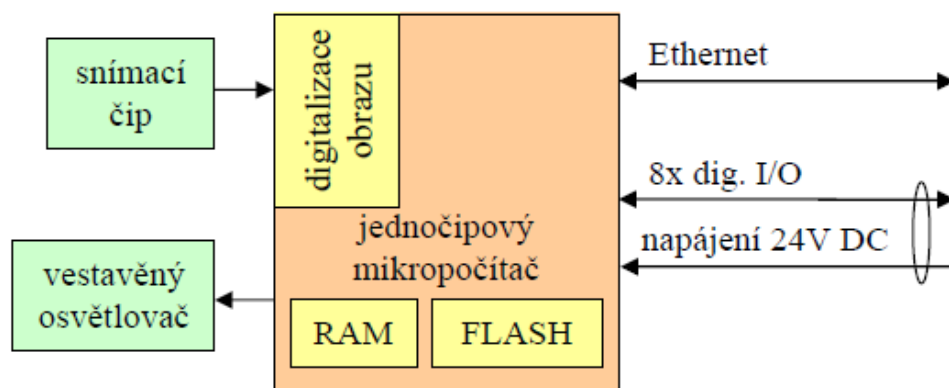
lehce konfigurovatelné přes PC a obsahují samo učící se funkce k zapamatování referenčního objektu. Přednosti jsou nízká cena, snadné nastavení a malé rozměry. Oblast použití je zaměřena na jednoúčelové aplikace (detekce hran, kontrola rozměrů, třídění výrobků). Po zkonfigurování může snímací hlava pracovat samostatně tj. bez PC a monitoru. Vývojem se zabývají firmy: Panasonic, Siemens, Sick.

3.1.4 Inteligentní kamery

Jedním z posledních trendů jsou inteligentní kamery. Jedná se o spojení kamery, vyhodnocovací a řídicí jednotky a komunikačního rozhraní. Od nejjednodušších použití jako jsou měření velikosti, určení barvy, směru, rychlosti pohybu se dostávají kamery náročnějším operacím jako je detekce a rozpoznání objektu, využívané v dopravě, bezpečnostním průmyslu a v mnoha jiných odvětvích lidské činnosti. Tato funkce vyžaduje procesor. Ten vyhodnocuje jednotlivé objekty a porovnává je s předepsaným vzorem nebo skupinou vzorů. Tvorba těchto programů již vyžaduje hlubší znalosti z oblasti počítačového vidění a programování a klade vysoké nároky na výpočetní výkon.

Další funkce IK jsou systém přesného zahájení snímání, to znamená pořídit snímek v přesně definovaném čase, bez ohledu na činnost kamery. K tomu je využití resetovaný režim kamery. Dále disponuje funkcí elektronické uzávěrky, kdy se změna expozice řídí změnou časování substrátových hodin senzoru CCD a CMOS. Doba expozice, při využití elektronické expozice, se pohybují v rozmezí jednotek mikrosekund a desítek sekund.

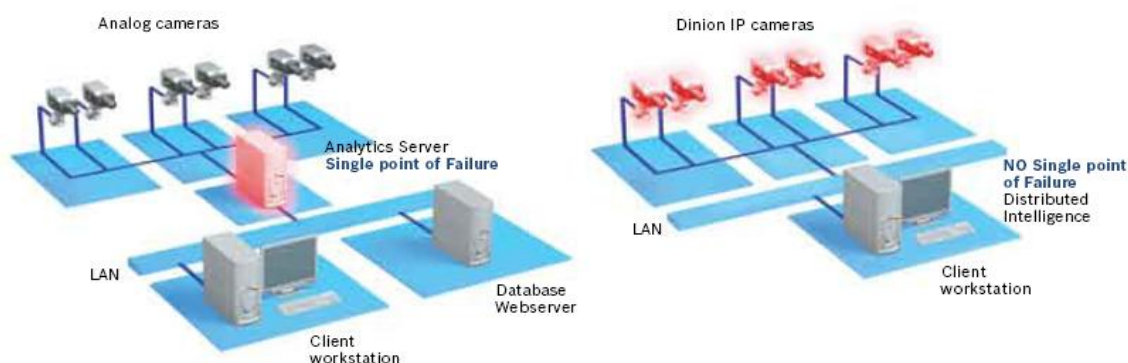
Při nákupu IK musíme počítat s vyšší cenou odvíjející se od jejich parametrů a schopností: velikost rozlišení, rychlost DSP (Digital Signal Processing), barevné hloubky, velikost a typ paměti, typ čipu, dostupného rozhraní, počtu I/O atd.



Obr. 30 Blokové schéma Inteligentní kamery [4]

4 INTELIGENTNÍ KAMERY V BEZPEČNOSTNÍM PRŮMYSLU

Dnes by se už dalo říci, že **běžné IP kamery** jsou inteligentní. Obsahují řadu funkcí (Detekce pohybu, poškození kamery, ukládání záznamu podle časového plánování a na základě událostí.) To znamená, že pro vytvoření systému s jistou formou inteligence nepotřebujeme pořizovat, kromě IP kamer a počítače s monitorem a softwarem pro správu nahrávek, už nic. Míra inteligence, respektive množství volitelných funkcí a jejich nastavitelnost nebude nikterak vysoká. Přes to všechno, je toto řešení dostatečné pro základní a ne příliš rozsáhlé projekty kamerového dohledu. Výhody tohoto řešení jsou nízké pořizovací náklady a v případě již vytvořené sítě strukturované kabeláže, je možno ji využít a tím ušetřit další náklady na budování rozvodu kamerového systému. V tomto případě je nutné propočítat kapacity sítě a v případě její nedostatečnosti musíme stávající síť rozšířit.



Obr. 31 Centrální a distribuovaná inteligence [6]

Další variantou jsou specializované **IP kamery s vestavěným obvodem provádějícím výpočetní úkony**. Jsou to kamery s vestavěnou inteligencí. Ty umožňují celou škálu funkcí a po splnění určitých podmínek spustí alarm. Mezi výše zmíněné funkce by se daly zařadit

- **Překročení nastavené hranice,**
- **Přílišné prodlévání např. u aut na parkovišti**
- **Nečinný objekt (nesprávně zaparkované auto, odložené zavazadlo)**
- **Odebraný objekt z obvyklé pozice**
- **Změna poměrů stran (např. Upadnuvší člověk.)**

- **Sledování trajektorie**
- **Filtry pro detekci objektů (poměr stran, rychlost, velikost, barva, směr)**

Tyto kamery je také možno napojit do stávající sítě, požadavky na přenosovou kapacitu jsou dokonce nižší než u klasických IP kamer. A to je dáno jejich možností rozhodnout o míře relevantnosti obrazových dat a následným přizpůsobení datového toku posílaných dat. Ten je přizpůsoben pomocí změny rozlišení kamery a volbou kvality komprese. S těmito kamerami již není problém sestavit dohledový systém plnící náročnější úkony.

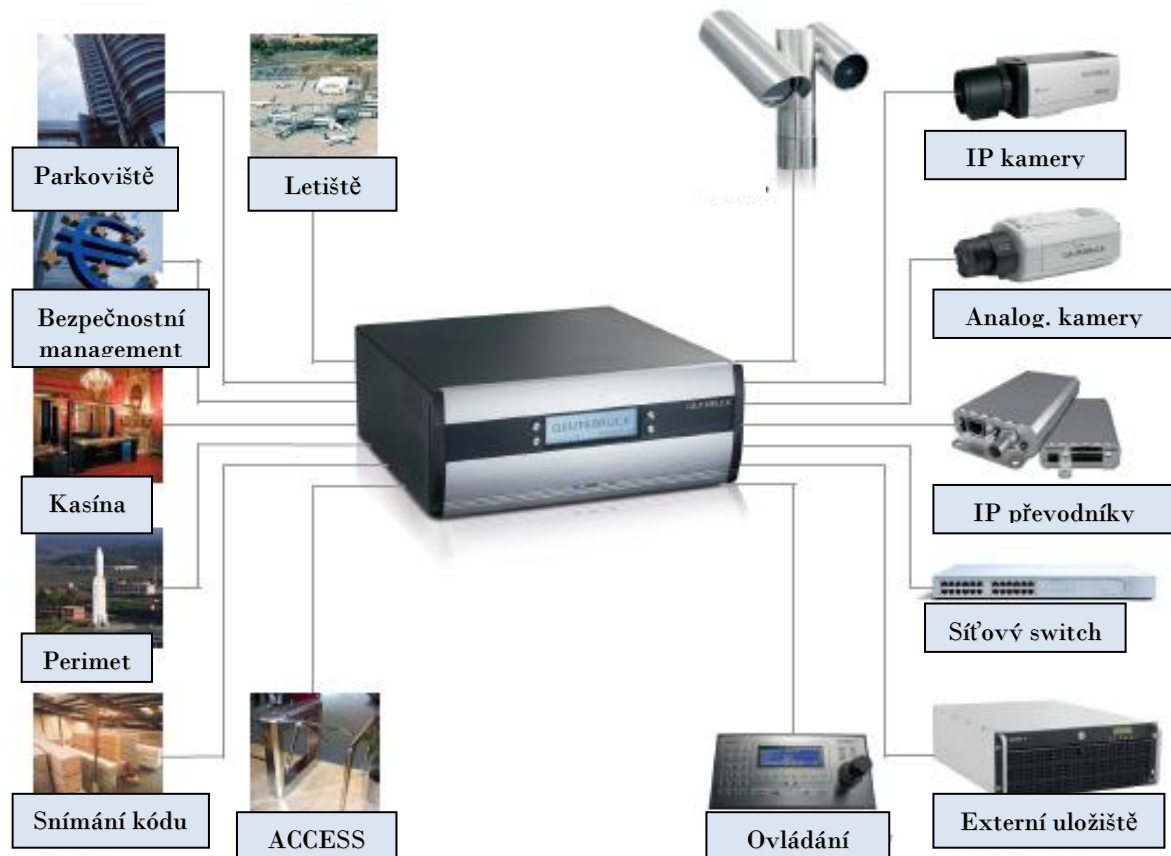
Další možností je použití **specializovaných video serverů** (Geutebrueck, Siemens atd.) Volbou tohoto řešení, dosáhneme špičky technologických možností dohledového systému v komerčním sektoru. Specializované video servery nabízejí vysoký výpočetní výkon a tím poskytují programátorům implementovat množství funkcí použitelných pro řadu specializovaných požadavků. Pro aplikace kamerového dohledového systému, ve kterých si zadavatel určí podmínky přesně na míru, je možné jeho požadavky do systému naprogramovat. Tato možnost je k dispozici díky tzv. SDK (software development kit) jenž je otevřenou knihovnou elementárních funkcí s obrazem. Pomocí těchto funkcí již není problém realizovat většinu požadavků zadavatele.

Tyto video servery se používají:

- aplikace sledování dopravních událostí v tunelech a na vytížených dopravních uzlech
- aplikace městského kamerového systému k ochraně památek
- na letištích pro sledování odložených zavazadel a identifikace cestujících
- v supermarketech ke kontrole korupce a zpronevř páchaných zaměstnanci
- v neposlední řadě jsou specializované video servery nasazovány do boje s ohněm, kdy mají za úkol jej či jeho příznaky detekovat.

Výhody video serverů jsou možnosti zapojení do již stávajícího CCTV (uzavřeného dozorového kontrolního a střežícího) systému. Existuje řada hybridních video serverů podporujících připojení analogových i IP kamer. Tím je možné ušetřit náklady při vylepšování systému zahrnutím již používaných kamer a rozvodů.

Nevýhodou centralizované inteligence video serverů je poměrně snadný výpadek celého systému poruchou serveru. Proto se v některých klíčových aplikacích (např. Tunely atd.) užívá zdvojení serverů, ty pak pracují jako dva nezávislé systémy a při výpadku jednoho, druhý převezme funkci a funkčnost není ohrožena. Mezi další nevýhody bych zařadil vytížení přenosových tras, kdy se přenáší obraz v plném rozlišení a kvalitě po celou dobu. Pouze zapojením kamer s řízeným datovým tokem je možno tomuto předejít.



Obr. 32 Centrální video server Geutebrueck.[17]

4.1 Současná situace na trhu

V současné době se integrací výpočetního výkonu do kamerových systémů zabývá řada firem, pro ilustraci jsem si vybral dvě z nich. Jednu specialistu na centralizovanou inteligenci, německou firmu s téměř čtyřicetiletou tradicí Geutebrueck. A druhou neméně známou firmu Bosch, jenž, mimo jiné, dodává inteligentní kamera s distribuovanou inteligencí.

4.1.1 Geutebrueck

Firma Geutebrueck jde cestou centrální inteligence, kdy se veškeré obrazové informace dostávají do video serveru a tam se teprve podrobí video analýze. Ve svých produktech (Geviscope) nabízí řadu funkcí využívající video analýzu. Patří mezi ně následující.

Systém hlídání pozice kamery. Software kontroluje úhel natočení kamery. Při jeho změně, ať záměrně, či nedopatřením nebo povětrnostními podmínkami. Dojde k indikaci na centrále a je možné použít vedlejší kameru, která se automaticky natočí a sleduje prostor napadené kamery. Systém, je vhodný do prostor kde nedochází k radikálním změnám okolí, např. vnitřní prostory atd.

Detektor aktivity v obraze.

Software pro max. 32 kamer. Celý obraz je rozdělen do matice 28x17. Každý prvek matice, může být nastaven jako alarm, potlačení alarmu a falešný alarm. Zároveň je možné nastavit směry, ve kterých se nejedná o alarm a to pro každý prvek matice. Dále je možné nastavit pro každý prvek matice až 4 různé akce. Ty provede centrální jednotka (natočení sousedních kamer, alarm, osvětlení.) Součástí software je také měření kontrastu snímaného obrazu, to nám pomůže rychle reagovat na poruchu osvětlení.

Video detekce GSC/Dual-Sensor GSC/VMD

Jedná se o kombinaci detekce pohybu ve scéně s inteligentní video analýzou. Díky dvojí analýze obrazu, je systém vhodný do extrémních venkovních podmínek. Zde nedochází k hlášení falešných poplachů, jako u jednoduchých systémů, z důvodu počasí, světelných podmínek, odrazů světla, zvířat, nahodilých chodců atd.

GSC/VMD Snímanou scénu je možno rozdělit až na 128 oddílů. U každého oddílu software měří tři veličiny a sleduje jejich změnu. Rychlosti měření se pohybují v desítkách milisekund to je bez problému vhodné pro aplikace v reálném čase. Jak velmi rychlý, tak pomalý pohyb bude detekován. Při nastavení detekce pohybu můžeme také jednotlivým oddílům definovat povolené směry a rychlosti pohybu. Rozlišuje, jedná-li se o lokální, či globální změnu. Lokální znamená, že probíhá pouze v jednom, či přilehlých oddílech. Je to většinou důvod k poplachu. Globální změna probíhá ve více či ve všech oddílech. Zde se může jednat o změnu počasí, světelných podmínek, povětrnostních podmínek atd. Samozřejmostí u tohoto software je i korekce perspektivy pomocí 3D modelu. To

umožňuje předcházet poplachům, spuštěným zvířaty. Všechny parametry, je možné naprogramovat s určitým časovým plánem. To umožňuje nastavit jiné hodnoty pro den, či noc.

GSC/VMD Inteligentní video analýza, stále vytváří model reálné scény rozbořením pixel. A sleduje, zdali vstoupil do oblasti zájmu, kterých si můžeme nadefinovat až 64, objekt podobný předem definovaným (lidské postavy, auta). Dále sleduje směr pohybu objektu a jeho rychlost. Automatické sledování pohybujících se objektů. Pomocí nastavení perspektivy, nedochází k falešným poplachům a naopak neschopnosti detekce, objektů v různé vzdálenosti.

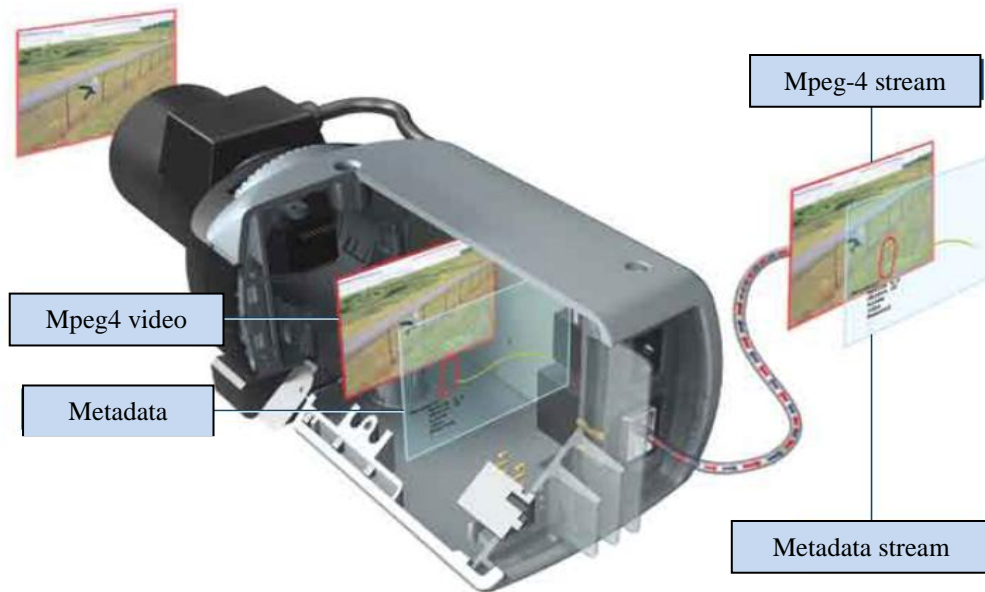
Video detekce GSC/Dual-Sensor **GSC/VMD.** + **GSC/VMD** Každá z výše popsaných funkcí pracuje na samostatném kanálu a k vyhlášení poplachu dojde, pouze v případě současného hlášení alarmu na obou kanálech. Také jsou všechny pohybující se objekty klasifikovány podle tříd (osoba, auto, další objekty.) A ke každému je možné dostat záznam, kdy vstoupil do scény směr pohybu, rychlost.

Nevýhodou systému je jeho hardware náročnost, podle rozsáhlosti projektu, je obvykle potřeba další výkonné PC.

Detekce a rozpoznání značky automobilu. Pomocí tohoto software je možné řídit přístupová práva podle databáze státních poznávacích značek.

4.1.2 Bosch

Firma Bosch využívá systém inteligence v jednotlivých kamerách a spolu s obrazovou informací posílá, také analyzovaná data (popis objektu, trajektorie, rychlost). Při naplnění podmínek definovaných v kameře (pohyb ve střežené oblasti atd.), ta pošle informaci o alarmu na stanoviště obsluhy. Není potřeba žádný další hardware. U kamer je možno nastavit oblasti zájmu, tvary objektů, směry pohybu, jež budou považovány za alarm. Korekce perspektivy je u kamer samozřejmostí. Jako samostatné jednotky poskytnou kamery řadu užitečných funkcí, však při kombinaci s celým systémem mohou být využity více efektivně. Jako příklad může posloužit funkce **Metadata**. Se záznamem obrazu se zaznamenávají všechny informace o objektech vstupujících na scénu, jejich popis, trajektorie, rychlost atd. Při hledání události v záznamu, je možné prostě využít záznamu **metadata** a listovat tak pohodlně video záznamem k požadované informaci.



Obr. 33 Funkce metadata v inteligentní kameře.[15]

Další funkcí nabízenou firmou Bosch je prozkoumání záznamu pomocí video analytických kritérií (**Bosch IVA Forensic Search license**) Jako filtr výběru může posloužit např. Velikost, tvar, směr a rychlost pohybu a další. Firma Bosch nabízí ve svém systému i funkce pro odfiltrování deště a sněhu z přehrávaných videozáznamů. A také ochrana před rychlou změnou snímané scény v porovnání s referenčním obrazem (otočení kamery, zastříkání sprejem)

Funkce nabízené firmou Bosch

- **Překročení nastavené hranice, spustí alarm.**
- **Přílišné prodlévání např. u aut na parkovišti spustí alarm**
- **Nečinný objekt (nelegálně zaparkované auto, odložené zavazadlo) spustí alarm.**
- **Odebraný objekt z obvyklé pozice, spustí alarm.**
- **Změna poměrů stran (např. Upadnuvší člověk.)**
- **Sledování trajektorie**
- **Filtry pro detekci objektů (poměr stran, rychlost, velikost, barva, směr)**
- **Stabilizace obrazu**
- **Podpora termálních IR kamer**

5 SOUČASNÝ STAV INTELIGENTNÍCH KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ

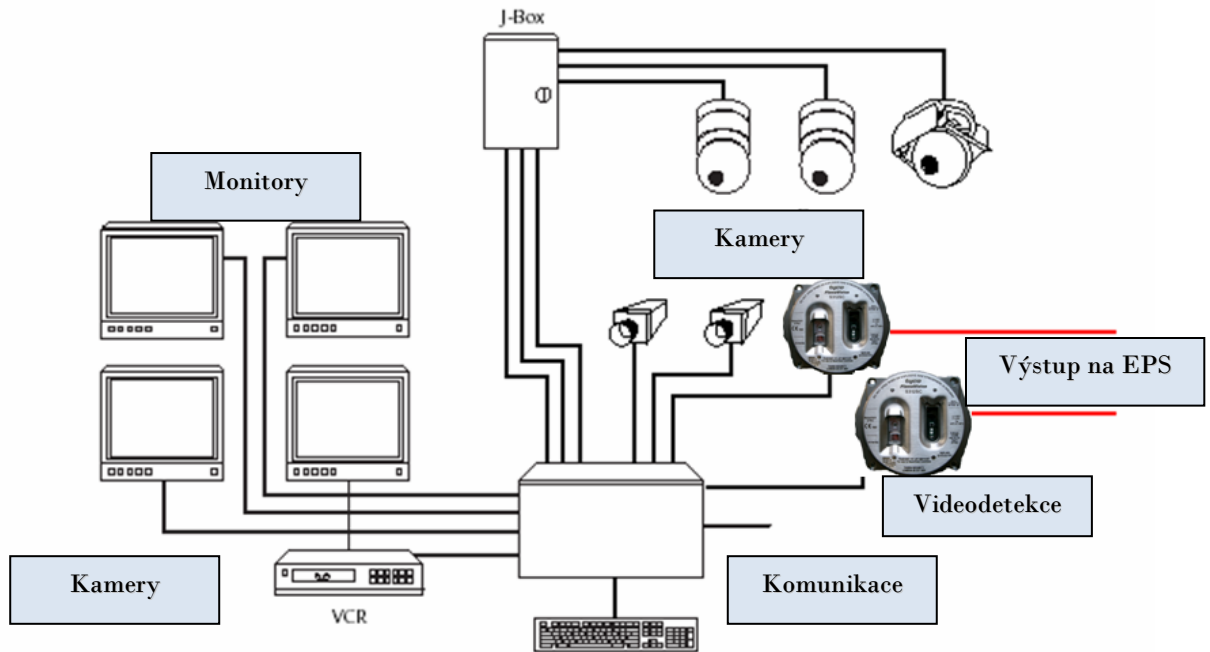
V současné době jsou inteligentní kamerové systémy hojně používané v řadě odvětví lidské činnosti. To hlavně k ochraně života a majetku. Dále také ke kontrole dodržování režimových opatření, jako součást přístupových systémů. (Pomocí analýzy obrazu můžeme identifikovat člověka, biometrie)

5.1 Použití IK k ochraně osob a majetku

5.1.1 Video detekce požáru

Jednou z důležitých aplikací analýzy obrazu je video detekce požáru. Používá se většinou v rozsáhlých prostorech (turbínové haly v elektrárnách, výstavní plochy, koncertní sály nebo sklady) kde není jednoduché detekovat požár pomocí hlásičů (lineárních, bodových atd.) ani pomocí aspiračního zařízení, nebo v prostorách s častými falešnými poplachu. V těchto případech dochází k detekci požáru až se značným zpožděním a je vhodnější užít video detekce. Je to velmi vhodná metoda do prostor s hrozbou výbuchu. Jedním z příkladů je video detekce kouře, např. v halách. Systém používá klasickou CCTV kameru, ta posílá obraz do centrální jednotky. Tam je obraz analyzován a testován na obsah kouře. Citlivost lze nastavit a ostatní děje program ignoruje. Systém pracuje na principu měření útlumu, pokud je větší než nastavená hodnota, dochází k vyhlášení poplachu. Na monitoru obsluhy se zvýrazní oblast požáru a tak je ošetřena možnost falešných poplachů.

V prostředí s extrémní prašností lze také systém použít, jelikož částice prachu s olejovými výpary, za normálních okolností ucpávají komory detektorů, nejsou důvod pro vyhlášení poplachu. Reakce začíná až při detekci charakteristických rysů kouře z požáru. V těchto extrémních podmínkách by kamera měla být umístěna v ochranném krytu a zorné sklo pravidelně čištěno (stěrač, proud vzduchu atd.). Video detekci je možné použít i ve venkovních prostorách (dopravníky, rafinerie atd.) a napojit je na již instalovaný okruh CCTV.



Obr. 34 Připojení video detekce na stávající CCTV [13]

Na (Obr 39) je znázorněn systém video detekce, založený na principu externího snímače. Tím je matice (16x16) světlo citlivých prvků, reagujících na přítomnost světla o vlnové délce hořícího materiálu. V centrální jednotce je obraz z kamery i matice propojen a do záběru z kamery je přidána informace o hoření. (Obr. 40)



Obr. 35 Video detekce požáru [13]

5.1.2 Inteligentní analýza v dopravních systémech

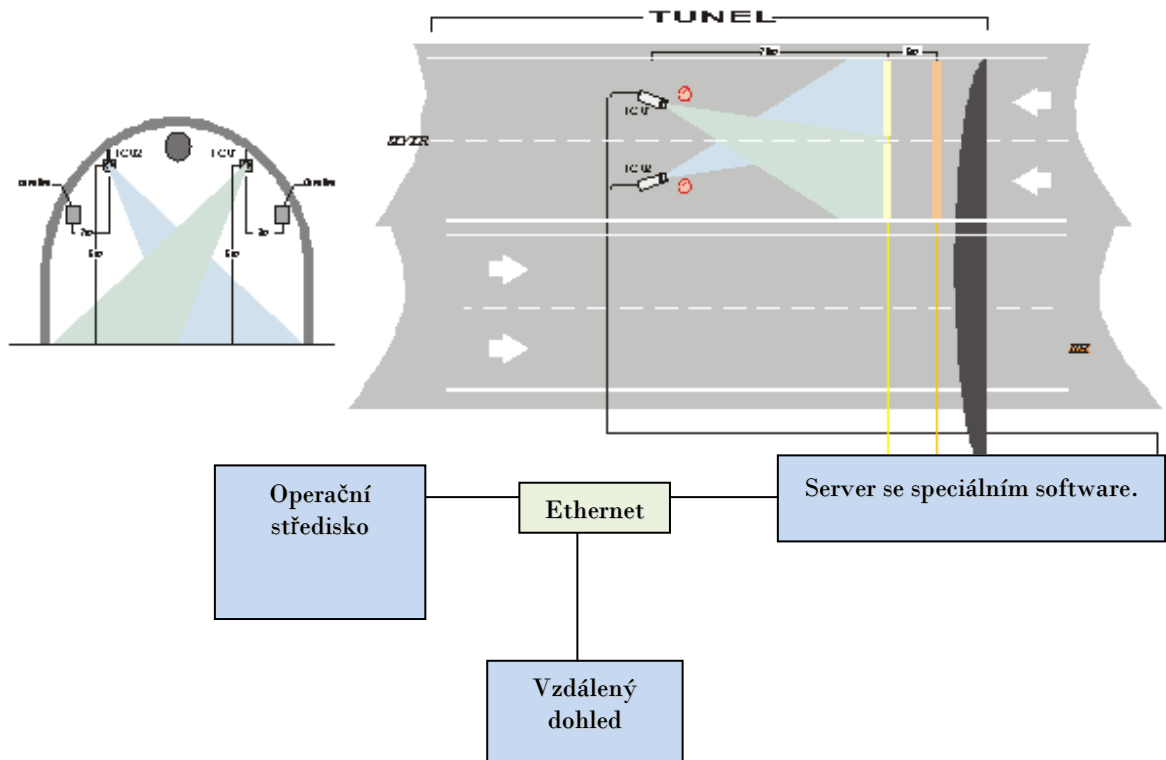
V poslední době se rozšiřují instalace kamerových systémů na hlavních tazích automobilové dopravy. Jednou z funkcí je **měření úsekové rychlosti**. Existují dva přístupy. V prvním je inteligence koncentrována do kamery a v druhém případě se posílá celý záznam do centrálního serveru a zde dochází k analýze. V prvním případě jsou odeslány pouze snímky vozidel i s řidičů dopustivších se přestupku. Ke snímkům je připojena SPZ a získaná analýzou z obrázků automaticky je přiřazen majitel vozidla z databáze. Problém nasává s vymahatelností, kdy se vše prodlužuje obesláním řidičům poštou, a při následném dokazování není, v důsledku nesprávně umístěné kamery či špatně od filtrovaného odrazu skla, jasné kdo auto řídil. Řidič se pak může vymluvit, že auto řídila osoba jemu blízká a ze zákona nemusí říci kdo. Podle mého názoru jsou tyto systémy účinné na řidiče neznalé místních poměrů, či na notorické „závodníky“. Však podle statistiky se např. V Praze snížil počet přestupků, na místech s instalovaným kamerovým systémem, z 30% na 20%.



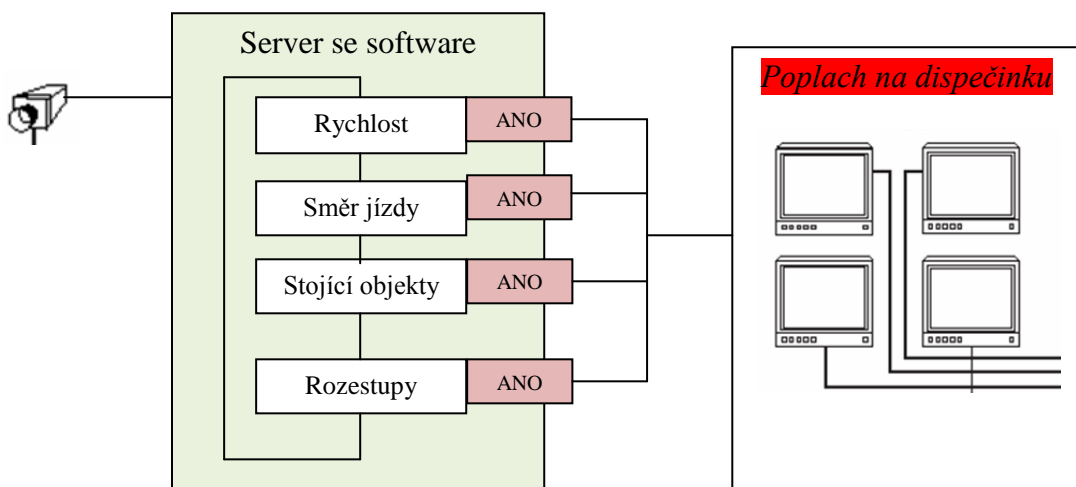
Obr. 36 Kamerový systém v dopravě [11]

Mezi další užití kamerových systémů v dopravních systémech patří kamerové systémy **v tunelech**. To je, jak známo, vysoce nebezpečné místo a proto je vždy výhodou, pokud jsou lidé včas varováni před hrozícím nebezpečím. Systémy zde instalované detekují překročení rychlosti, jízdu v protisměru, nedodržení bezpečné vzdálenosti, kolizi, požár kouř.

V Praze je instalována již na 10 křižovatkách detekce průjezdu na červenou. Skládá se ze dvou kamer, jedna zabírá semafor a projíždějící auta a druhá se stará o detailní záběr SPZ a řidiče. V budoucnu budou nasazeny také obdobné systémy detekující ostatní přestupky. Další aplikací je sledování ukradených aut pomocí stacionárních i mobilních stanovišť. Systém je napojen na databázi ukradených aut a během momentu je upozorněna nejbližší hlídka.



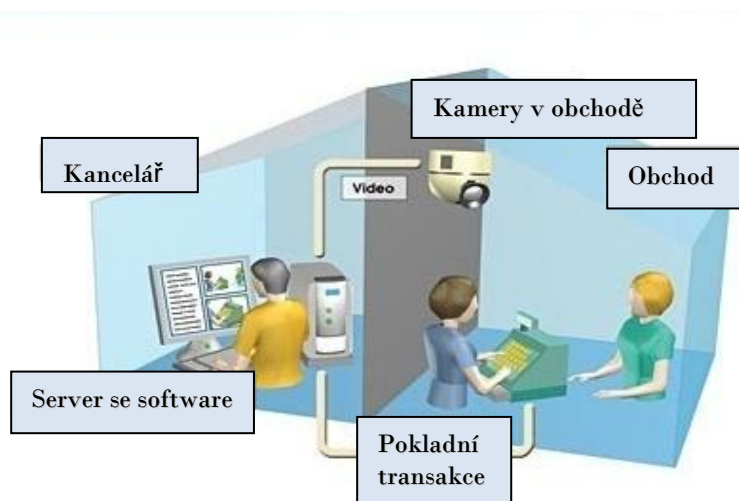
Obr. 37 Kamerový systém v tunelu



Obr. 38 Blokové schéma funkce kamery v tunelu

5.1.3 Inteligentní analýza v komerčním sektoru

Analýza obrazu je nasazena v řadě obchodních domů, kde slouží jako počítadlo zákazníků a také k vyhodnocování úspěšnosti reklamních marketingových akcí. Z hlediska ostraha majetku, mohou být nastaveny zóny, do kterých mají lidé zakázaný vstup, např. Po uzavření obchodu nemusí ostraha či brigádníci chodit do skladů. Nebo zařízení vyvinuté firmou Milestone. Jedná se o propojení kamerového systému a pokladny v obchodě. Pomocí něho je možné vyhledat jakoukoli položku, která byla namarkována a také zkontrolovat, zda byly všechny položky namarkovány. Na záznamovém médiu jsou uloženy záběry z kamery. Při zpětné kontrole, stačí projít seznam namarkovaných položek, a záznam z videokamery se automaticky posouvá na správný čas. Tím se předchází podvodům v obchodech.



Obr. 39 Pokladní systém s kamerou [6]

Obdobné principy jsou použity také při použití bankomatů nebo v některých přepravních a zásilkových službách. Pokud má zákazník jakékoli pochybnosti o zásilce, je možné vše zpětně dohledat a překontrolovat.

5.1.4 Identifikace člověka

Identifikace člověka je klíčovým prvkem přístupových systémů kontroly vstupu. Pokud je využita některá z biometrických metod založených na sejmutí obrazu a jeho následné analýze, dalo by se říci, že se jedná o použití inteligentního kamerového systému. Mezi biometrické metody tohoto využívající patří: otisk prstů, podpis, geometrie tváře, vzorek duhovky, sítnice oka, geometrie ruky, geometrie prstu, struktura žil zápěstí, tvar ucha.

Ale může se jednat také o identifikaci člověka na základě dynamiky chůze (lokomoce). Její vývoj šel ruku v ruce s vývojem snímací a záznamové techniky

Biometrická vlastnost	komfort	přesnost	dostupnost	cena
Otisk prstu	***** (7)	***** (7)	**** (4)	*** (3)
Podpis (dynamický)	*** (3)	**** (4)	***** (5)	**** (4)
Geometrie tváře	***** (9)	**** (4)	***** (7)	***** (5)
Vzorek duhovky	***** (8)	***** (9)	***** (8)	***** (8)
Sítnice oka	***** (6)	***** (8)	***** (5)	***** (7)
Geometrie ruky	***** (6)	***** (5)	***** (6)	***** (5)

Tab. 4 Přehled biometrických metod

5.2 Výhody a nevýhody inteligentních kamerových systémů

Kamerové systémy mají své klady a zápory. Klady a zápory centralizovaných a distribuovaných řešení sem probral v kapitole 4.

- Obecně **nevýhodou** kamerových systémů je zásah do soukromí. Této problematice se budu podrobněji zabývat v kapitole pojednávající o legislativních úpravách kamerových systémů na území ČR. Stejnou měrou je nebezpečí spočívající s automatickým zpracováním osobních informací a z toho plynoucí možnost diskriminace vybraných skupin lidí.

Z ekonomického hlediska vidím jejich nevýhodu v poměrně vysokých pořizovacích nákladech a instalaci, proto je nutné takové projekty důkladně

promyslet a zvolit je pouze za předpokladu, že daného účelu nelze dosáhnout jiným způsobem.

- Jako hlavní **výhodu**, vidím v ohromné ulehčení práce obsluze kamerového systému a jeho zvýšenou účinnost. Jak už v případě kontrolně propustkové služby na vrátnici, tak třeba dispečerovi v dopravním tunelu odpadá nutnost neustálého sledování obrazovky monitoru. Na každou neobvyklou událost bude vizuálně, nebo akusticky upozorněn. Další kroky jsou již na obsluze a jejich analytických schopnostech.

Samozřejmostí je zvýšená bezpečnost střeženého prostoru.

Z technického hlediska, zmíním obtížnost instalace kamerových systémů s analýzou obrazu. Při požadavku na správnou funkčnost celého systému, je nutné dílčí komponenty odborně nainstalovat. Počínaje volbou umístění kamery, správného objektivu, vhodného osvětlení. Dále je nutné dodržet maximální vzdálenosti kabelového vedení u Koaxiálního kabelu (od 50m do 300m) dle typu. U UTP (od 1000m do 2600m). Po provedení odborné instalace je potřeba celý systém oživit a nastavit. To provádí technik z dodavatelské firmy. Je zapotřebí dimenzovat záložní zdroj. A zajistit funkci po výpadku proudu.

$$Q_{AKU} = \left[I + I * 0,1 \right]^{1,2} t$$

I..... Proudový odběr komponent. [A]

t..... Požadovaný čas zálohy. [hod]

6 NORMATIVNÍ ÚPRAVY NA ÚZEMÍ ČR

Kamerové systémy jsou zařazeny mezi technické systémy umožňující automatické zpracování osobních údajů. Tudiž podléhají zákonu č.101/2000 Sb.

Přesnou definici kamerového systému udává norma ČSN EN 50132-7 (poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích.) „CCTV systém je systém obsahující kamerovou sestavu, zobrazovací a přídatná zařízení nezbytná pro přenos signálu a obsluhu při sledování definované bezpečnostní zóny.“

Dále jsou v normě uvedeny termíny popisující kamerový systém.

- *(video)monitor*: zařízení pro zobrazení videosignálu na obrazovce
- *Přijatelný obraz*: obraz vytvářený kamerou za nízkého osvětlení, poskytující dostatečný kontrast, zatímco šum v obraze generovaný kamerou zůstává na specifikované úrovni.
- *CCTV kamerová sestava*: jednotka obsahující CCTV kameru (CCTV kamera je jednotka obsahující snímací prvek vytvářející z optického obrazu videosignál) s příslušným objektivem a nezbytným příslušenstvím
- *Řídící jednotka CCTV*: řídicí a monitorovací zařízení požadovaných provozních funkcí systému CCTV
- *Horizontální rozlišovací schopnost*: míra schopnosti monitoru rozlišit obrazový detail ve směru řádku
- *Záznam události: řízený záznam*, nebo uložení obrazového signálu na danou dobu
- *Vzorkovací záznam: periodický záznam* televizního signálu v předem definovaných intervalech
- *Multiplexní záznam*: metoda záznamu několika videosignálů do jednoho televizního kanálu pomocí časového přepínání snímků/půl snímků těchto videosignálů

Díváme-li se na kamerový systém jako na celek je možné jej definovat takto. „Uzavřený televizní okruh v nejjednodušší formě je prostředek, který umožňuje zobrazovat obrazy snímané televizní kamerou na monitoru prostřednictvím vlastního přenosového systému. Počet kamer a monitorů v instalaci není teoreticky omezen, ale v praxi bude limitován zvolenou konfigurací řídicího pracoviště a schopností řídicí obsluhy tento systém řídit.“

6.1 Kamerový systém a lidská práva

V problematice ochrany základních práv a svobod jedince je potřeba především vycházet z Listiny základních práv a svobod „**Každý má právo aby byla zachována jeho lidská důstojnost, osobní čest, dobrá pověst a chráněno jeho jméno. Každý má právo na ochranu před neoprávněným zásahem do soukromého a osobního života. Každý má právo před neoprávněným shromažďováním, zveřejňováním nebo jiným zneužíváním údajů o své osobě.**“

- 4. dubna 2000 byl přijat zákon o ochraně osobních údajů a zřízen **úřad pro ochranu osobních údajů**

Od 4. dubna 2000, kdy byl v souladu s právem Evropských společenství přijat “Zákon” o ochraně osobních údajů a zřízen „Úřad“ pro ochranu osobních údajů, je potřeba na veškeré zpracovávání osobních údajů, ať k němu dochází automatizovaně nebo jinými prostředky (vyjma zpracování osobních údajů, které provádí fyzická osoba výlučně pro osobní potřebu), pohlížet podle znění tohoto zákona. U kamerových systémů je průnikem nedotknutelnosti osobního soukromí a techniky fakt, že lidské tělo je považováno za množinu automaticky zpracovatelných informací, které lze nejen uchovávat, ale následně porovnávat navzájem i s jinými soubory relevantních dat (jedinec může tedy být jako izolované individuum permanentně sledován, aniž si je toho vědom). Výsledkem je konstatování, že záznam z kamerového systému **je podle českého právního řádu osobním údajem** ve smyslu ustanovení § 4 písm. a) zákona b.101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů.

6.1.1 Základními pojmy v tomto zákoně ve vztahu ke kamerovým systémům jsou:

— **osobní údaj**: jakákoliv informace týkající se určeného nebo určitelného subjektu údajů.

Subjekt údajů se považuje za určený nebo určitelný, jestliže lze subjekt údajů přímo či nepřímou identifikovat zejména na základě čísla, kódu nebo jednoho či více prvků specifických pro jeho fyzickou, fyziologickou, psychickou, ekonomickou, kulturní nebo sociální identitu.

— **citlivý údaj**: osobní údaj vypovídající o národnostním, rasovém nebo etnickém původu, politických postojích, členství v odborových organizacích, náboženství a filozofickém přesvědčení, odsouzení za trestný čin, zdravotním stavu a sexuálním životě subjektu

údajů a genetický údaj subjektu údajů; citlivým údajem je také biometrický údaj, který umožňuje přímou identifikaci nebo autentizaci subjektu údajů.

— **subjekt údajů:** fyzická osoba, k níž se osobní údaje vztahují

— **zpracování** osobních údajů: jakákoliv operace nebo soustava operací, které správce nebo zpracovatel systematicky provádí s osobními údaji, a to automatizovaně nebo jinými prostředky. Zpracováním osobních údajů se rozumí zejména shromažďování, ukládání na nosiče informací, zpřístupňování, úprava nebo pozměňování, vyhledávání, používání, předávání, šíření, zveřejňování, uchovávání, výměna, třídění nebo kombinování, blokování a likvidace.

shromažďování osobních údajů: systematický postup nebo soubor postupů, jehož cílem je získání osobních údajů za účelem jejich dalšího uložení na nosič informací pro jejich okamžité nebo pozdější zpracování

správce osobních údajů: každý subjekt, který určuje účel

- prostředky zpracování osobních údajů, provádí zpracování
- odpovídá za něj. Zpracováním osobních údajů může správce zmocnit nebo pověřit zpracovatele, pokud zvláštní zákon nestanoví jinak.

— **zpracovatel osobních údajů:** každý subjekt, který na základě zvláštního zákona nebo pověření správcem zpracovává osobní údaje podle tohoto zákona.

zveřejněný osobní údaj: osobní údaj zpřístupněný zejména hromadnými sdělovacími prostředky, jiným veřejným sdělením nebo jako součást veřejného seznamu.

datový soubor: jakýkoliv soubor osobních údajů uspořádaný podle společných nebo zvláštních kritérií.

— **informační povinnost:** povinnost správce informovat subjekt údajů o podrobnostech jejich zpracování.

— **oznamovací povinnost:** povinnost potenciálního správce osobních údajů písemně oznámit Úřadu před zpracováním osobních údajů úmysl zpracovávání nebo stávajícího správce změnit registrované zpracování zákona.

počátek zpracovávání: po registraci systému Úřadem nebo 31. den ode dne doručení oznámení o zahájení zpracovávání (*poznámka: toto platí v případě, že oznámení*

obsahovalo všechny náležitosti a že z oznámení nevznikla důvodná obava, že při zpracování osobních údajů by mohlo dojít k porušení zákona) na Úřad.

- **registrační číslo:** počítačem generované číslo, které je přiděleno registrovanému správci a pod kterým je evidován v registru zpracování vedeném Úřadem (*poznámka: informace zapsané do registru, kromě popisu způsobu zpracování osobních údajů a popisu opatření k zajištění ochrany osobních údajů, jsou ze zákona veřejně přístupné. Veřejný registr zpracování osobních údajů je k dispozici na www.uoou.cz v rubrice Veřejný registr zpracování*).

6.1.2 Základní povinnosti správce

Platí-li vše výše uvedené, lze konstatovat, že osoba tzv. správce kamerového systému je jedna z klíčových pro jeho provoz. U obvyklých, státní správou schválených, a tedy právně závazných dokumentů předcházejících reálnému nasazení kamerového systému (kromě norem to mohou být například také vyhlášky – nejbližší našemu tématu je to například vyhláška č.499/2006 Sb., vyhláška o dokumentaci k realizaci staveb) nedošlo doposud k doplnění příslušných odkazů na již zmíněnou ochranu práv a svobod. Z tohoto důvodu můžeme pro vyjmenování základních zákonných povinností správce z hlediska instalace kamerového systému považovat ty, které jsou stanoveny v § 5 odst. 1 a odst. 2; § 10; § 11 odst. 1 a 5; § 13 a § 16 zákona č.101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů.

– **dle § 5 odst. 1 zákona** je správce povinen:

- a) **stanovit účel**, k němuž mají být osobní údaje zpracovány *Poznámka:* Doporučujeme při zvažování účelu kamerového systému vzít v potaz všechna stanoviště (všechny kamery).
- b) **stanovit prostředky** a způsob zpracování osobních údajů
- c) **zpracovat pouze přesné osobní údaje**, které získal v souladu s tímto zákonem
- d) **shromažďovat osobní údaje** odpovídající pouze stanovenému účelu a v rozsahu nezbytném pro naplnění stanoveného účelu
- e) **uchovávat osobní údaje** pouze po dobu, která je nezbytná k účelu jejich zpracování

Poznámka: Doba uchování záznamů by tedy měla být stanovena tak, že nepřesáhne dobu potřebnou k tomu, aby incident zaznamenaný kamerou bylo možné dále prošetřit a zajistit nezbytné informace. Toto lze učinit při provozu systému s 24hodinovou

bezpečnostní službou obvykle následující den po zjištění. V případě, že budova není o víkendů využívána, pak nejpozději třetí den po incidentu. Při provozu kamerového systému bez stálé bezpečnostní služby je ale potřeba počítat s dobou nezbytně nutnou v délce sedmi až deseti kalendářních dní.

- f) **zpracovávat osobní údaje** pouze v souladu s účelem, k němuž byly shromážděny
- g) **shromažďovat osobní údaje** pouze otevřeně
- h) **nesdružovat osobní údaje**, které byly získány k rozdílným účelům

– **dle § 5 odst. 2,4 a § 10 zákona** může správce osobních údajů zpracovávat osobní údaje pouze se souhlasem subjektu údajů; bez tohoto souhlasu je může zpracovávat pouze v případech uvedených v § 5 odst. 2 písm. a) až g) zákona.

– **dle § 11 odst. 1 a 5 zákona** má správce povinnost vždy při shromažďování osobních údajů informovat subjekt údajů o tom, v jakém rozsahu a pro jaký účel budou osobní údaje zpracovávány, kdo a jakým způsobem bude osobní údaje zpracovávat a komu mohou být osobní údaje zpřístupněny, nejsou-li subjektu údajů tyto informace již známy (například v době získávání souhlasu jako informovaného projevu vůle). Dále jej musí informovat o jeho právu přístupu k osobním údajům, právu na opravu osobních údajů, jakož i o dalších právech stanovených v § 21 zákona. Při zpracování prováděném na základě výjimky zakotvené v § 5 odst. 2 písm. e) zákona nemusí být informační povinnost splněna pokaždé před zahájením zpracování v plném rozsahu; správce je v této situaci na základě § 11 odst. 5 zákona povinen informovat subjekt údajů o zpracování jeho osobních údajů bez zbytečného odkladu.

– **dle § 13 odst. 1 a 2 zákona** je správce povinen přijmout taková opatření, aby nemohlo dojít k neoprávněnému nebo nahodilému přístupu k osobním údajům, k jejich změně, zničení či ztrátě, neoprávněným přenosům, k jejich jinému neoprávněnému zpracování, jakož i k jinému zneužití osobních údajů. Dále je správce povinen zpracovat a dokumentovat přijatá a provedená technicko-organizační opatření k zajištění ochrany osobních údajů v souladu se zákonem a jinými právními předpisy.

– **dle § 16 zákona** je správce povinen ještě před zahájením zpracování dat prostřednictvím kamerového systému oznámit zamýšlené zpracování osobních údajů Úřadu.

6.1.3 Oznamovací povinnost

- Podle § 16 odst. 1 zákona je ten, kdo hodlá jako správce zpracovávat osobní údaje nebo změnit registrované zpracování podle
- tohoto zákona (s výjimkou zpracování uvedených v § 18) povinen tuto skutečnost písemně oznámit Úřadu před zpracováváním osobních údajů.
- Oznamovací povinnost je díky přetrvávající nedůvěře ke státní správě jednou ze základních okolností, proč není názor provozovatelů bezpečnostních systémů na zákon č.101/2000 Sb. pozitivní. Považují ho za diktát státu, který si pro naplnění hesla pomáhat a chránit udělil množství výjimek, a provozování lokálních kamerových systémů označuje za invazivní)
- Druhou okolností podvědomého strachu ze splnění oznamovací povinnosti je doba nedávná, tzv. doba totality. Ačkoli můžeme v některých detailech vidět podobnost evidovaných údajů, jedná se dnes na rozdíl od minulosti, kdy v příslušné dokumentaci byly uvedeny po splnění oznamovací povinnosti údaje jako například: Informátor: Petr / Místo: Talisman / Zájmová osoba: Kratochvíl / Zpracoval: Lodník o informování podle demokratických zákonů uznávaných v mezinárodním kontextu.

Zákon 101/2000 Sb. ukládá Úřadu pro ochranu osobních údajů povinnost vést registr zpracování osobních údajů [§ 29 odst. 1 písm. b) zákona], a rovněž povinnost učinit registr veřejně přístupným (§ 35 odst. 2 zákona), s výjimkou informací uvedených v § 16 odst. 2 písm. e) a i) zákona. Oznámené zpracování zapsané do registru obsahuje:

- identifikační údaje správce
- účel / účely zpracování
- kategorie subjektů údajů a osobních údajů, které se těchto subjektů týkají

zdroje osobních údajů

- místo nebo místa zpracování osobních údajů
- příjemce nebo kategorie příjemců a předpokládaná předání osobních údajů do jiných států

Registr *tím, že je veřejnosti otevřený*, umožňuje přesvědčit se, zda určitá právnická nebo fyzická osoba zpracovává osobní údaje a zda splnila svou zákonnou povinnost takové zpracování oznámit Úřadu postupem podle § 16 zákona (*pokud se na ni oznamovací*

povinnost vztahuje). V registru je možné vyhledávat podle názvu subjektu, přiděleného registračního čísla.

Doporučení: *aby si každý provozovatel kamerového systému podle ní zpracoval vlastní provozní manuál, a tím jasně deklaroval zabezpečení osobních údajů osob před jejich zneužitím, se zčásti můžeme držet při rozhodování o oznamovací povinnosti. I zde by mohlo chybné rozhodnutí být posuzováno jako porušení zákona a bylo by na místě obávat se šetření a v krajním případě i postihu. Jediným způsobem, jakým si lze prakticky ověřit, jestli je provozování každého konkrétního kamerového systému v souladu se zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, je podstoupení^P procesu registrace.*

6.1.4 Stanoviska

Z předchozích odstavců je více než patrné, že budoucnost provozování bezpečnostních systémů založených na principu cílené identifikace (například přístupové a kamerové systémy) se nenávratně posouvá z oboru technického do oboru právního. A tak jako není v dnešní době možné postavit multifunkční budovu bez zohlednění hygienických a požárních předpisů, lze předpokládat, že realizace takovýchto systémů bude už v samém počátku muset bezpodmínečně vycházet také z práva na soukromí. Objektívni posouzení vývoje, ale ani odhad, jestli dojde v blízké či daleké budoucnosti k naplnění některé z vizí tzv. „eroze soukromí“ a naplní se slova Georgie Orwella (1984: „Ať je kdekoli, ať spí či bdí, pracuje či odpočívá, ať je v posteli či ve vaně, může být sledován bez varování, aniž ví, že je sledován nebo Anthonyho Burgesse (1985: „Žádná taková povinnost už neexistuje, to přece víš. Existují jenom práva. Výbor pro lidská práva – to dává smysl. Výbor pro lidské povinnosti to je pitomý nesmysl, ne? Vždycky to byl nesmysl, a ty to víš.“), nejsou dnešním správcům kamerových systémů nic platné, to, co potřebují, jsou konkrétní návody, ze kterých by při řešení svých problémů vycházeli. Čerpat můžeme ze dvou základních zdrojů, na základě jejichž obsahu vznikli tento příspěvek.

Státní správu zde zastupují stanoviska Úřadu pro ochranu osobních údajů a k dnešnímu dni jsou dostupná jeho následující stanoviska, komentáře a vyjádření:

– Stanovisko č.1/2006: Provozování kamerového systému z hlediska zákona o ochraně osobních údajů

– Stanovisko č.8/2006: K využívání elektronických karet"

„Vyjádření a doporučení ÚOOÚ k možnosti instalovat kamerový systém v prostorách školy: 3/2007

Čeho se týkají změny plnění registrační povinnosti

K oznamovací povinnosti správců provádějících zpracování osobních údajů kamerovými systémy

Komentář k Zásadám provozování kamerového systému z hlediska zákona o ochraně osobních údajů

Stanovisko č.1/2008: Umístění kamerových systémů v bytových domech

Stanovisko č.2/2008: K možnosti obcí provozovat kamerový systém se záznamem na veřejných prostranstvích

6.1.5 Informační povinnost

Podle § 11 odst. 1 zákona je správce při shromažďování osobních údajů povinen subjekt údajů informovat o tom, v jakém rozsahu a pro jaký účel budou osobní údaje zpracovány, kdo a jakým způsobem bude osobní údaje zpracovávat a komu mohou být osobní údaje zpřístupněny, nejsou-li subjektu údajů tyto informace již známy. Správce musí subjekt údajů informovat o jeho právu přístupu k osobním údajům, právu na opravu osobních údajů, jakož i o dalších právech stanovených v § 21 (Ochrana práv subjektů údajů).

Jedním z častých problémů, který trápí každého registrovaného provozovatele kamerového systému, je splnění povinnosti správce informovat subjekt údajů o zpracování jeho osobních údajů bez zbytečného odkladu. V případě prakticky každého kamerového systému se subjekt údajů dostane do záběru minimálně jedné z kamer dříve nežli ke správci samotnému. Obvykle vzhledem k monitorovanému objektu existují dvě odlišné skupiny subjektů údajů, a s tím pochopitelně také i rozdílná úroveň informací pro tyto skupiny osob.

U „pravidelných“ návštěvníků (zaměstnanci, obyvatelé) je nejjednodušším způsobem splnění informační povinnosti například využití interního firemního procesu obsílkou, svolání shromáždění společenství vlastníků jednotek. V obou případech s následným vyvěšením nebo rozesláním zápisu jednání shromáždění všem zaměstnanců nebo

obyvatelům, a to ještě před zahájením zpracování a v plném rozsahu požadovaném zákonem. Okruh subjektů údajů je v těchto případech správci předem znám, a ten má tak možnost je bez zbytečného odkladu informovat ještě před zahájením shromažďování údajů. U nepravidelných návštěvníků (návštěvy, náhodní kolemjdoucí), kteří se do záběru kamerového systému dostanou víceméně náhodně, je správce povinen splnit informační povinnost např. umístěním informačních tabulek u vstupu do sledovaných prostor. Takováto tabulka musí obsahovat informace, kde bude subjektu údajů poskytnuta informace o zpracování v rozsahu požadovaném zákonem (tzn. kde si může například vyzvednout v písemné podobě další informace o kamerovém systému. Požádá-li subjekt o další informaci týkající se zpracování svých osobních údajů, je mu správce povinen (kromě jiného také se zohledněním § 12 odst. 3 zákona) tuto informaci bez zbytečného odkladu poskytnout.

6.1.6 Informační cedule

TENTO PROSTOR JE MONITOROVÁN KAMEROVÝM SYSTÉMEM, tak zní základní text na informační ceduli, kterou ve schválené podobě (mimo jiné i s ohledem na vyhlášky týkající se dopravního značení – s prováděcí vyhláškou č. 193/2006 Sb.), jehož výrobu zajišťuje od července letošního roku Asociace technických bezpečnostních služeb Grémium Alarm. V současné době je informační cedule ve dvou základních podobách – jako samolepka a jako dopravní

Pro bytové domy a řadové objekty jsou k dispozici samolepicí štítky ve formátech A6; A5; A4. Štítky jsou určeny pro umístění po obvodu a u vchodů do objektu. Jejich instalace by měla být provedena tak, aby byl subjekt údajů upozorněn na skutečnost, že vstupuje do monitorovaného prostoru tomu je potřeba přidat kromě umístění také velikost štítku. Vzhledem k tomu, že informační povinnost je potřeba splnit také u rozsáhlejších objektů (například u průmyslových podniků a komerčních zón), ale také u provozovatelů státem realizovaných nebo provozovaných kamerových systémů, tedy i u měst a obcí, jsou k dispozici také dopravní informační značky o rozměrech 700 x 500 mm. V září proběhla instalace podél vjezdových komunikací do prvních dvou obcí s nainstalovaným městským kamerovým dohlížecím systémem.

K náležitostem této informační cedule, podmínky platí shodně pro samolepku i značku, je potřeba dodat, že musí obsahovat informaci, že prostor je sledován kamerovým

systemem, musí zde být uveden správce provozovatel kamerového systému, resp. kontaktní osoba nebo sdělení, kde bude subjektu údajů poskytnuta informace o zpracování v rozsahu požadovaném zákonem (tj. kde si může např. vyzvednout v písemné podobě další informace o kamerovém systému).

Vyplněný a takto umístěný štítek odpovídá zveřejněným stanoviskům Úřadu na ochranu osobních údajů k informační povinnosti správce kamerového systému. [21]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 KONSTRUKCE INTELIGENTNÍHO KAMEROVÉHO SYSTÉMU

Důležitý požadavek při sestavení kamerového systému je kvalita obrazu.(možnost identifikace, správně provedená analýza) na druhé straně musíme dbát na požadavky zákazníka, a pokud je to možné minimalizovat náklady. To nás může přivést k situaci, kdy je potřeba využít stávající kabelové rozvody (strukturovaná kabeláž, Koaxiální kabel) a připojit analogové kamery. To může vést ke snížení kvality obrazu rušivými vlivy.

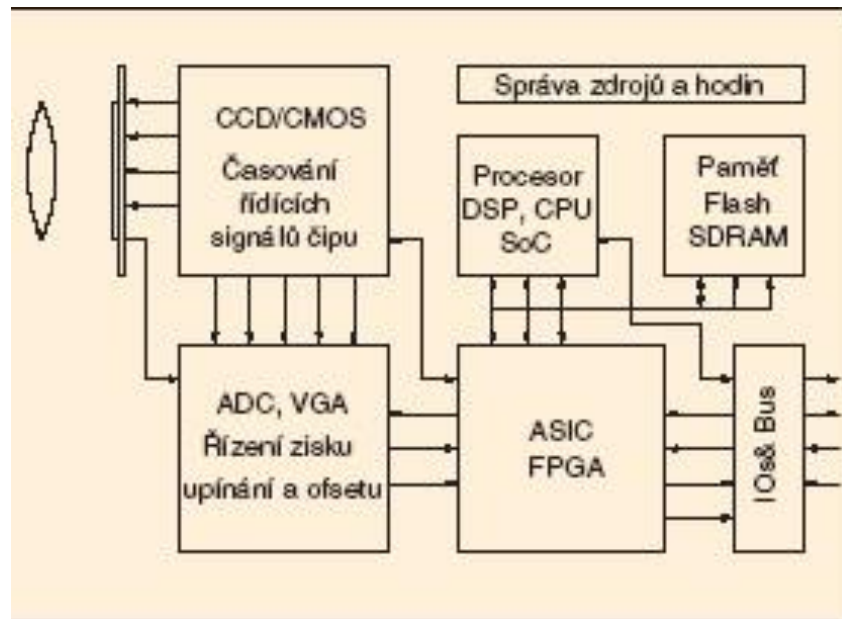
U analogové kamery dochází k prvnímu zkreslení signálu na výstupním zesilovači, dále v přenosové trase (kabelech), při digitalizaci signálu, kde je přichozí signál nutné zesilovat, rekonstruovat, resp. synchronizovat hodiny digitalizační karty na hodiny kamery a nakonec digitalizovat analogový signál převodníkem A/D. Tyto neduhy jsou prakticky odstraněny u digitálních kamer, kde jsou digitalizační obvody integrované přímo v kameře v blízkosti snímačů, některé typy CMOS mají přímo integrovaný A/D převodník viz níže. Digitální kamery také obsahují obvody pro kompresy obrazu. Zde je patrný rozdíl u systémů s centralizovanou a distribuovanou inteligencí. U kamer v níž probíhá analýza obrazu přímo na surovém obraze (před kompresí) je možno rozlišit nepatrnější rozdíly. Po kompresy obrazu a jeho přenosu nemusí být výsledek analýzy shodný.

Typ kamery	Analogová	Digitální			Inteligentní		
Typ senzoru	CCD/CMOS	CCD	CMOS	CMOS s ADC	CCD	CMOS	CMOS s ADC
Zesilovač v kameře	Ano						
Převodník v kameře		Ano	Ano	Minimálně	Ano	Ano	Minimálně
Citlivost senzoru	dobrá/horší	dobrá	horší	horší	dobrá	horší	horší
Přenosová trasa	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Zpracování kartou	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Zesílení <i>gain</i>	Ano	min.	min.	min.	min.	min.	min.
Funkce offset	Ano	min.	min.	min.	min.	min.	min.
Jitter	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Tab. 5 Příspěvky rušivých signálů v kamerách

7.1 Konstrukce Inteligentní kamery

Jak už bylo řečeno výše, inteligentní kamera obsahuje mimo prvků pro zachycení obrazu, také obvody provádějící analýzu obrazu. Analýza obrazu je náročná operace na výpočetní výkon a je nutné osadit kameru specializovaným obvodem či procesorem. např. U rozeznání objektů provádí procesor jejich rozpoznání a porovnání s předepsaným vzorem, či skupinou vzorů. Vývoj těchto algoritmů vyžaduje hlubší znalosti z oblasti počítačového vidění. U moderních kamer to jsou specializované procesory a paměti.



Obr. 40 Blokové schéma inteligentní kamery [10]

Nejčastěji použité části inteligentní kamery.

- Obrazový snímač (CCD, CMOS)
- Obvody pro digitalizaci obrazu
- Obrazová paměť
- procesor (obvykle DSP nebo jiný výkonný procesor)
- Paměť programu a dat (RAM, FLASH) Potřebná při porovnání s předchozími snímky.
- Komunikační rozhraní (RS232, Ethernet)
- Vstupy a výstupy (PGM)
- Objektiv (C, CS nebo M-mount)
- Vestavěné podsvícení (LED)
- Specializovaný operační systém

7.1.1 Typy řídicích obvodů inteligentních kamer

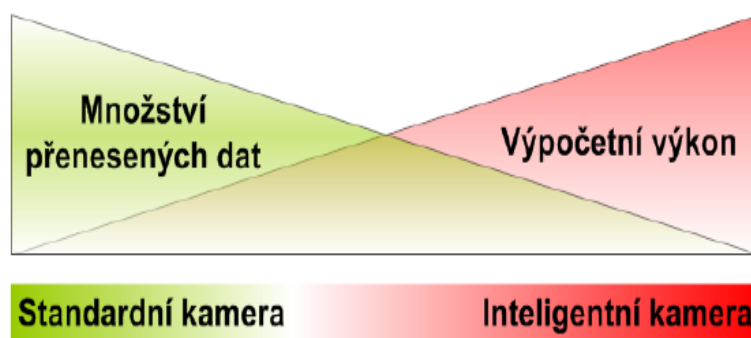
- **Zákaznický obvod, ASCII Application-specific integrated circuit. Je programován podle přání zákazníka (jedná se o programování v nižším jazyku) řeší základní operace zpracování obrazu.**

- **Processor v kombinaci s hradlovým polem** nebo zákaznickým obvodem ASIC (*nejvíce se rozvíjející*) architektury jako Pentium, PowerPC,
- **Digitální signálové procesory (DSP)** periodické zpracování velkých objemů obrazových dat a komunikaci s periferními zařízeními kamery. Rychlá odezva systému, programování je komplikované

7.1.2 Práce inteligentní kamery krok za krokem

- Snímání obrazu (CCD, CMOS)
- Pre-processing (re-sampling, redukce šumu, úpravy jasu ...)
- Separace význačných rysů (detekce hran)
- Detekce a segmentace obrazu
- Zpracování obrazu (OCR, výpočet velikosti, dráhy, rychlosti)

V uzavřených monitorovacích a střežicích systémech s inteligentními kamerami dochází k redukci přenášených dat. Je to vykoupeno výpočetním výkonem kamer. Dalo by se říci, že čím je výpočetní výkon vyšší, tím je redukce datového toku markantnější. Sofistikovanější algoritmus může vyřadit větší část irelevantních dat.



Obr. 41 poměr množství přenesených dat

7.2 Možnosti realizace Inteligentní kamery

Při realizaci inteligentní kamery ve školních podmínkách je možno postupovat několika cestami. Liší se ve volbě použité kamery a místa zpracování obrazu.

- **Analogové kamery** - na výstupu mají analogový videosignál, který je nutné v PC digitalizovat tzv. Framegrabberem. Zde se data zpracují pomocí software.
- **Digitální Kamery** - posílají obrázek ve formě dat, nejčastěji po FireWire ,USB, nebo Gigabit Ethernet sběrnici. Kartu s rozhraním FireWire či Ethernet lze použít jakoukoliv. V PC se data zpracují pomocí software.
- **Inteligentní kamery** - je to spojení digitální kamery a vyhodnocovací jednotky. Např. nalezení pohybujícího se objektu by probíhalo přímo v "kameře". Ven se posílají pouze užitečná data (souřadnice a velikost objektu). Obraz lze poslat samozřejmě také.

Jako praktickou realizaci jsem si vybral systém založený na digitální kameře a PC. Blíže v praktické části.

7.3 Vzorový příklad realizace pomocí OPEN CV

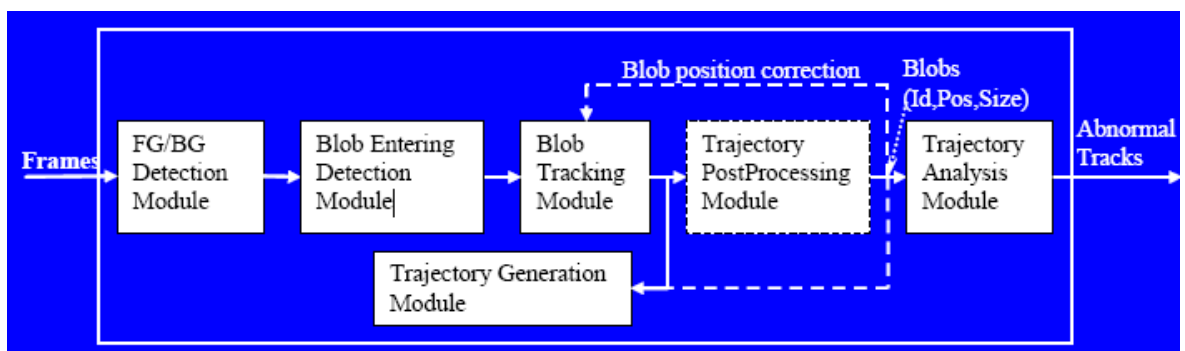
OpenCV je volně šiřitelná grafická knihovna pro práci s obrazem respektive pro realizaci funkcí počítačového vidění (computer vision). Knihovna byla původně vytvořena firmou Intel dnes se o její podporu stará Sourceforge.net. Cílem této grafické knihovny je podpořit využití analýzy obrazu především v oblastech robotiky, monitorování a bezpečnosti. Možnosti využití této knihovny jsou široké, obsahuje okolo pětiset algoritmů využitelných pro počítačové vidění realizované v reálném čase. Veškerá práce s knihovnou je založena na použití běžných programovacích prostředí v jazyce C# a C++. pro zájemce o práci s knihovnou bych doporučil [23].

Pomocí ní je možné realizovat **úlohy**, jako jsou:

- rozpoznání pohybu v obraze
- detekci a rozpoznání dopravních značek
- funkce pro rozpoznání obličejů
- rozpoznání pohybu osob.

Knihovna je vhodná pro realizaci inteligentního kamerového systému v domácích podmínkách. Pro demonstraci funkce knihovny je její součástí pár vzorových příkladů, mezi nimi i rozpoznání a sledování pohybu ve scéně.

Systém analyzuje obsah video sekvencí pomocí separace popředí od pozadí. Detekuje a sleduje objekty a provádí funkce, jako rozpoznání povolených a nepovolených aktivit v obraze. Principiální schéma dohledového (Obr. 49)



Obr. 42 Vývojový diagram sledování pohybu podle OpenCV [3]

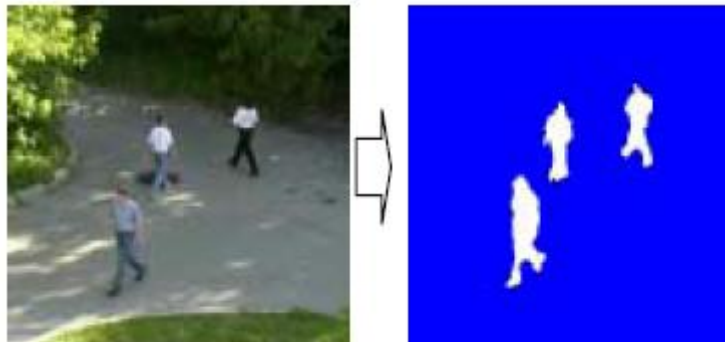
- **FG/BG** Foreground/Background estimation modul dělí každý pixel do kategorie pozadí nebo popředí.

- **Blob entering:** užívá výsledků z FG/BG a určuje nové objekty vstupující na scénu
- **Blob tracking module:** Zaměřuje každý nový objekt.
- **Trajectory generation:** shromažďuje pozici a trajektorii každého objektu a pokud nejsou aktivní, zapíše data na harddisk.
- **Trajectory post processing** pomocí matematických funkcí „zjemňuje“ trasu objektu.
- **Trajectory analysis :** Analyzuje trajektorie objektů a klasifikuje abnormální chování objektů.

7.3.1 Foreground/Background estimation- Rozdělení pozadí a popředí

Rozdělení pozadí od popředí je nejdůležitější krok v celé sekvenci rozpoznání pohybu. Závisí na něm výsledky následných operací. Tato operace je snadněji proveditelná ve vnitřních prostorech, však mi vyžadujeme také její funkci ve venkovním prostředí.

To je charakteristické spoustou pohybujících se předmětů, jako jsou vlnící se větve stromů, odlesky od vodní hladiny, periodicky se pohybující se dveře.



Obr. 43 Rozdělení popředí a pozadí [3]

Metoda je založena na sledování barvy pixel a statistiky jejího výskytu. Barvy pixel a statistické výskytu jsou reprezentovány histogramem.

Při rozhodování zda se jedná o pozadí, či popředí je použito Bayesova pravidla. Bayesův vzorec se používá pro odhad pravděpodobnosti, že se nějaká událost stane za předpokladu znalosti pravděpodobnosti souvisejících událostí. Jinak řečeno Bayesovská analýza tedy spočívá ve výpočtech, které využívají informace a znalosti, získané z předchozího modulu. Uvedu příklad Bayesovské analýzy. Na startu je připravených pět špičkových běžců.

Sedíme v hledišti a v případě, že aplikujeme klasickou pravděpodobnost, kdy podělíme příznivý jev počtem všech jevů, získáme $1/5=0.2$. Popravdě řečeno, pokud chceme tipnout na výsledek, bylo by pro nás jistě výhodnější použít Bayesův teorém. Ovšem za předpokladu že máme jisté informace. Pravděpodobnost výsledku závodu pro jednotlivé běžce by totiž ovlivnily například výsledky z minulých závodů, výsledky na stejně dlouhých tratích, momentální kondice, ... apod.[1]

- Metoda se dokáže vypořádat s postupnými i okamžitými změnami a stejně tak s pohybujícími se i stacionárními objekty.
- **Nedostatky** se projevují při porovnání popředí s podobnou barvou jako pozadí.

7.3.2 Blob Entering detection, Detekce vstupu skvrn

1. Modul obdrží masku popředí a pozadí z FG/BG modulu. Určí propojené komponenty a označí je jako „skvrny“
2. Sleduje každou „skvrnu“ a hledá je v současném a předchozím snímku.
3. Pokud nenajde určitou skvrnu, na předchozích snímcích, uloží ji do seznamu skvrn.

Se seznamem nalezených skvrn, můžeme realizovat klasifikaci objektů, respektive jejich skvrn. „člověk“, „auto“, „neznámý“.

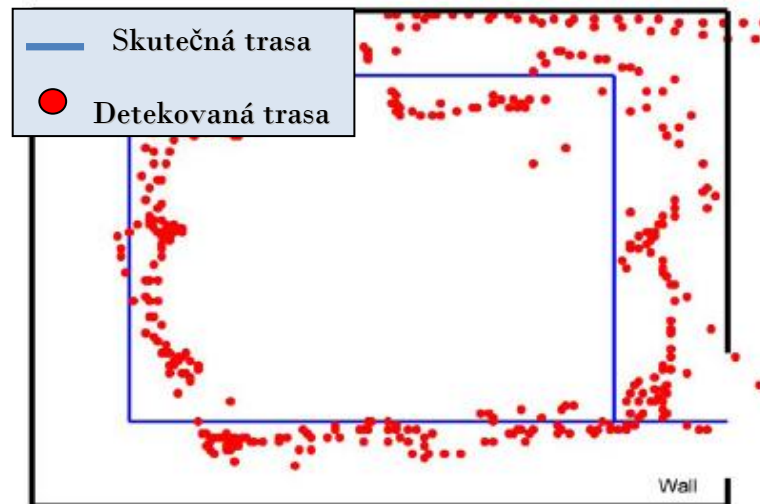
7.3.3 Blob tracking, Sledování skvrn

Modul provádí sledování pozice a velikosti skvrn snímek za snímkem. Skládá se ze dvou částí. První z nich je sledování vzájemně propojených částí, poskytuje rychlé a spolehlivé sledování, ale jen v případě že se nepřekrývají dvě skvrny typu „člověk“. Druhá používá metodu Mean-Shift a filtrování částic (statistické metody).

Kalmanův filtr předpovídá pozici skvrn v dalším snímku. Pokud se objeví kolize dvou skvrn, je použita druhá část modulu, jinak se užívá první metody (vzájemně propojených částí)

Hodně zjednodušeně by se dalo říci, že Kalmanův filtr je takový „vylepšený“ odhad plovoucího průměru. Toto vylepšení spočívá v rozdělení algoritmu do dvou kroků:

- predikci nového stavu
- korekci integrací nového měření[2]



Obr. 44 Sledování pohybujícího se objektu.[20]

7.3.4 Activity analysis, Analýza aktivity

Z hlediska možnosti určení normálních (povolených) a abnormálních (nepovolených) aktivit ve scéně, jsou klasifikované určité trajektorie. K tomu se používá histogram. Tato metoda považuje trajektorie za nezávislou skupinu vektorů; Každý vektor obsahuje informace o směru, pozici, velikosti, trvání skvrny. Pětirozměrný histogram těchto informací je neustále analyzován. Takto, pokud histogram libovolné skvrny zřetelně vybočuje z dříve porovnávaných histogramů, či se ve výběru podobný ještě neobjevil, je nahlášen jako abnormální chování

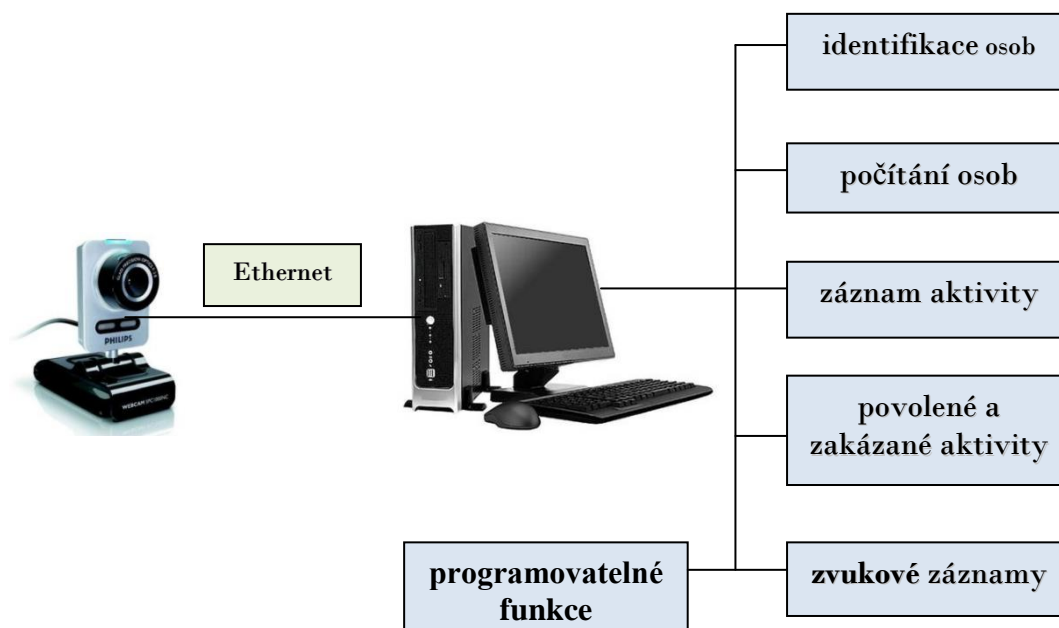


Obr. 45 Trajektorie pohybujících se objektů [3]

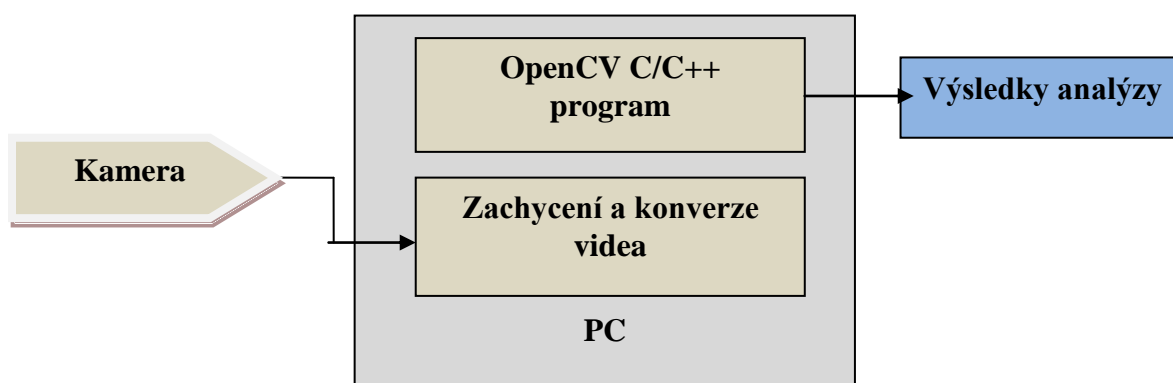
8 REALIZACE INTELIGENTNÍHO KAMEROVÉHO SYSTÉMU

8.1 Návrh konstrukce

K realizaci inteligentní kamery v laboratorních či domácích podmínkách, se mi jeví nejvýhodnější řešení, **propojení webové kamery a PC** (Obr. 53). Pro funkci systému je sice nutnost nepřetržitě zapnutého PC, ale to není, vzhledem k 24 hodinovému provozu řady PC, problém.



Obr. 46 inteligentní kamera v domácích a kancelářských podmínkách.



Obr. 47 Zapojení pro nekompatibilní kamery s OpenCV

S takto sestaveným systémem je možno realizovat řadu funkcí inteligentní analýzi obrazu a videozáběrů. Výhodou je, že je možno se už i se základními znalostmi programování v jazyce C/C++ dostat na úroveň pixel v obraze a využívat stovky funkcí v knihovně OpenCV.

Mezi takto realizované funkce, jejichž ukázky sem viděl na videosekvencích, patří:

1. Detekce hlavy
2. Rozeznání obličeje
3. Sledování trajektorie pohybu člověka. A to i z více kamer.
4. Počítání lidí a aut.
5. Detekce zanechaného zavazadla.
6. Stereometrie

Vzhledem ke spíše teoretickému zaměření práce jsem se zajímal o programování jen okrajově a to hlavně za účelem vyzkoušení vzorového programu Blobtrack.exe. Ten je součástí knihovny OpenCV a je možno jej ovládat z příkazové řádky pomocí volitelných argumentů.

Úkolem programu je analyzovat obrazový tok a dokumentovat příchozí objekty i s jejich trajektoriemi.

Program jsem vyzkoušel na videosekvenci a výsledky byly uspokojivé. Všechny objekty, které vztoupily do scény byly detekovány a dráha jejich pohybu zaznamenána v souřadnicích do textového souboru.

Ukázka příkazového řádku s řadou parametrů.

```
BlobTracking.exe [fg=<fg_name>] [bd=<bd_name>] [bt=<bt_name>]  
[btp=<btp_name>][bt_corr=<bt_corr_way>][trackgen=<btgen_name>][track=<tr  
ack_file_name>][scale=<scaleval>][noise=<noise_name>][IVar=<IVar_name>][res=<  
res_file_name>] [FGTrainFrames=<FGTrainFrames>]<yml_file video1 video2  
video3>|<avi_file>
```

Podrobný popis nastavení parametrů je na [22].

Pomocí nastavení parametrů nastavujeme výše zmíněné moduly. viz. kap.8.2. Tím se dá docílit úspory výpočetního výkonu, nebo zařadit do analýzy všechny moduly s plnou funkcí.

Pro demonstraci sem do zařadil i ukázkou funkčnosti aplikace využívající OpenCV. A jedná se o počítání lidí a detekci zanechaných objektů.

<http://online-serialy.com/video/KIM1FX8pg9s/Camera-Tampering-People-Count-Missing-and-Foreign-Objects-in-IP-camera-with-Opencv.html>

8.1.1 Komponenty systému:

- **Libovolná kamera**

Kompatibilní z knihovnou OpenCV (Web kamera atd.) seznam některých kompatibilních kamer [19]. Pro ty kamery, které nejsou kompatibilní je možno použít programy určené k zachytávání a konverzi videa (Obr. 54).

- **PC**

Knihovna OpenCV je založena na programovacím jazyce C/C++ a podporuje všechny známé procesory.

- **Hardware:**

- *32 bitové procesory* pro všechny operační systémy (Windows, Linux, MacOSX)

- 64 bitové procesory pro Windows a Linux.

Pokud bude PC sloužit pouze jako stanice pro běh již naprogramovaného řešení, není nutno instalovat speciální knihovny ani programovací prostředí. v opačném případě, tedy pokud bude PC použito jako vývojové prostředí aplikací, je nutno nainstalovat knihovnu Open CV a programovací prostředí např. Visual Basic studio.

8.1.2 Požadavky na systém

Jak jsem již naznačil, pro plnou funkčnost systému je nutné stále zapnuté PC. Dalším požadavkem pro správnou funkci je osvětlení. Při snížení osvětlení dochází ke snížení schopnosti analýzy, je to z části způsobeno použitím histogramu v modulu oddělení popředí od pozadí.

ZÁVĚR

Obor analýzy obrazu a použití inteligentních kamerových systémů se bude stále rozšiřovat. Používání těchto systémů v průmyslu je už dnes docela obvyklé a vzhledem k výhodám, jako jsou rychlost, bezkontaktní práce a flexibilita systému se širší použití předpokládá hlavně v odvětví měření, defektometrie, třídění materiálů a výrobků, vizuální kontrola atd.

V bezpečnostním průmyslu není situace jiná. I tady se využívá výhod možnosti porozumění obsahu obrazu k dálkové identifikaci nebo k extrakci děje ve snímané scéně.

Automatické zpracování obrazu ovládá systémy řízení dopravy. Příkladem je kontrola dopravní situace v tunelech, ta rovněž procházející prudkým rozvojem. Přesto je nejvíce viditelnou aplikací, v oboru dopravy, úsekové měření rychlosti a rozpoznání kradených aut. Zde narážíme na právní aspekty při použití kamerových systémů. V současnosti diskutovaný problém měření úsekové rychlosti a jeho označení informačních cedulí, nese společné znaky veškerého automatického zpracování osobních údajů (zákon č. 101/2000 Sb.) A to, že místo musí být patřičně označeno informační tabulí a správce kamerového systému musí dodržovat daná ustanovení (Kap. 6)

Z výše zmíněného je zřejmé, že otázka rozvoje inteligentních kamerových systémů nebude pouze problém technický, nýbrž i právní a etický. Tím je myšlena hlavně automatická identifikace osob (lokomoce, duhovka, sítnice), jenž umožňuje neustálé sledování jedince, či diskriminaci skupin.

Principy porozumění dění v obraze vyžadují znalost vyšší matematiky a to hlavně statistické metody, výpočty pravděpodobnosti atd. Přesto není realizace inteligentní kamery větším problémem, za předpokladu znalosti programování v jazyce C/C++ a použití knihovny OpenCV.

V budoucnu se předpokládá další vývoj hardware, softwarových nástrojů a umělé inteligence. Ty jsou technickými předpoklady pro rozvoj oboru zabývajícího se inteligentními kamerami. Vzhledem ke stále vyšší dostupnosti a levnější výrobě hardware nebude v blízké přítomnosti problém programovat levné inteligentní kamery a vytvářet svoje koncepce bezpečnostních systémů.

CONCLUSION

Branch image analysis and use of intelligent camera systems is becoming increasingly widespread. Using these systems in the industry is now quite normal and due to advantages such as speed, flexibility and contactless system, the wider use of assumed mainly in the measurement defektometrie, sorting materials and products, visual inspection, etc. In the security industry, the situation is not different. And here the advantage of the possibility of understanding the image content to identify the district or for the extraction is going on in the sensed scene. Automatic image processing controls the transport management systems. An example is control of the transport situation in the tunnels, also undergoing rapid development. Most visibly, in the transport section is a speed measurement and detection of stolen cars. Here we face a problem of law and camera systems. These days havily discussed problem of speed measuring the velocity and its designation signs shall be borne by the common characteristics of all the automatic processing of personal data (120/2000 Coll.). And that place must be properly marked with information boards and administrators kamerové system must comply with the provisions. Of Know that it is clear that the development of intelligent camera systems not only technical problems but also legal and ethical. This is mainly My lene automatic identification of persons (locomotion, iris, retina) which allows continuous monitoring of individuals, groups or discrimination.text

Principles of computer vision requires knowledge of higher mathematics, and especially statistical methods, probability calculations, etc. Nevertheless, for those who know programing langure C / C ++ and use the openCV library, the construction of intelligent cameras is simple task. In the future it is expected further development of hardware and software tools. What are the technical prerequisites for the development of the field of intelligent cameras.

In the future it is expected further developments in hardware, software tools and artificial intelligence. These are the technical prerequisites for the development of the field dealing with intelligent cameras. Given the increasing availability and cheaper to manufacture the hardware will not be a problem in the near presence to program an cheap intelligent cameras and create own concept of security systems.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *BusinessWeek.cz* [online]. 2005 , 24.5.2005 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.businessweek.cz/bayesovske-filtry-logika-spam.html>>.
- [2] *Wikipedia* [online]. 2008 [cit. 2009-04-28]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%BD_histogram>.
- [3] CHEN, Trista, et al. Computer vision workload analysys: case study of video surveillance system.. *Intel tchnology jurnal* [online]. 2005, no. 2 [cit. 2009-04-28].
- [4] KARÁSEK , Zdeněk. Aplikace kamerového systému Simatic VS722. [s.l.], 2006. 86 s. Diplomová práce.
- [5] KRUEGLE, Herman. CCTV Surveillance. [s.l.] : [s.n.], 2007. 673 s.
- [6] Netcam [online]. 2003 [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.netcam.cz/>>.
- [7] *Wikipedia* [online]. 2005 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Zoom_lens>.
- [8] Netcam [online]. 2007 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezpeceni/progresivni-skenovani.php>>.
- [9] LITWILLER, Dave. CCD vs. CMOS, Maturing technologies, maturing market.. Dalsa [online]. 2005 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <http://www.dalsa.com/corp/markets/CCD_vs_CMOS.aspx>.
- [10] VLACH. *Automatizace* [online]. 2004 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=389>>.
- [11] ŠIMČÍK, Robert . Trendy v kamerových systémech. *Security* [online]. 2005 [cit. 2009-04-25].
- [12] ŠERÝ, Ondřej. Odečítání pozadí a sledování lidí z nehybné kamery. *Tracking* [online]. 2004 [cit. 2009-03-20].
- [13] TRIOTEC. TYCO [online]. 2009 [cit. 2009-05-02].
- [14] The OpenCV Video Surveillance [online]. 2009 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://opencv.willowgarage.com/wiki/VideoSurveillance>>.

- [15] *Bosch* [online]. 2008 [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.boschsecurity.us/NR/rdonlyres/BDED7B66-210C-4F45-8721-47C010FED48A/7686/IVABrochure.pdf>>.
- [17] *GETEBRUCK* [online]. 2009 [cit. 2009-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.geutebrueck.com/index.php?wai=&fenv=2&fver=10.&flang=>>>.
- [18] *National instrumens* [online]. 2008 [cit. 2009-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.ni.com/pac/cvs.htm>>.
- [19] *OpenCV Wiki* [online]. 2008 [cit. 2009-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://opencv.willowgarage.com/wiki/>>.
- [20] CHU, Eric. *OpenCV and TYZX: Video Surveillance for Tracking* [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.prod.sandia.gov/cgi-bin/techlib/access-control.pl/2008/085776.pdf>>.
- [21] RANDA, Michal. Správa kamerových systémů a zákonem daná informační povinnost.. *Security*. 2008, 1 září / říjen, s. 38.
- [22] Blob track system. *OpenCV* [online]. 2006 [cit. 2009-05-09]. Dostupný z WWW: <wibirama.com/ngaji/data/OpenCV/docs/vidsurv/Blob_Tracking_Tests.doc>.
- [23] BRADSKI, Gary R., KAEHLER, Adrian. *Learning OpenCV*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 555 s. ISBN 9780596516130.
- [24] HLAVAC, Václav. Pocítacové vidění vs. digitální zpracování obrazu 1/32 Digitální obraz a jeho vlastnosti. *TeachingLectures* [online]. 2007 [cit. 2009-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://cmp.felk.cvut.cz/~hlavac/Public/TeachingLectures/Uvod+DigObraz.pdf>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Převod analog na Digital (<i>Analog/Digital</i>)
ACCESS	Přístupový systém (<i>Access system</i>)
ADC	Převodník analog na Digital (<i>Analog digital convertor</i>)
ADC	Převodník analog/Digital(<i>Analog digital convertor</i>)
ASCI	Specializované jednoúčelové procesory (<i>Application-specific integrated circuit</i>)
CCD	zařízení s vázanými náboji.(<i>Charge-Coupled Device</i>).
CCIR	Organizace, jež vytvořila televizní standardy.(<i>Consultative Committee on International Radio</i>)
CCTV	uzavřené monitorovacích a střežících systémy (<i>Close circuit television</i>)
CIF	Používaný formát obrazu v CCTV (352*288) (<i>Common Intermediate Format</i>)
CMOS	- doplňující se oxid kovu-polovodič (<i>Complementary Metal–Oxide–Semiconductor</i>).
CMYK	Barevný model založený na subtraktivním míchání barev (<i>Cyan Magenta Yellow Black</i>)
CPU	Centrální procesor (<i>Central processor unit</i>)
CVS	Kompaktní vizualizační systém (<i>Compact vision systém</i>)
DSP	Digitální signálový procesor (<i>Digital signal processor</i>)
FFL	Pevná ohnisková vzdálenost. (<i>Fixed-focal-length</i>)
FPGA	Programovatelné hradlové pole (<i>Field programmable grid array</i>)
GSC	Video server firmy Getebruck(<i>GeViScope</i>)
HDD	Pevný disk (<i>hard disk drive</i>)
I&HAS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (<i>Intruder and Hold-up</i>)

Alarm Systém)

ICCD	Intenzivní zařízení s vázanými náboji (<i>intensified charge-coupled device</i>)
IK	Inteligentní kamera (<i>Intelligent camera</i>)
IR	Infra červené spektrum 0.78 – 1000 mm (<i>Infra Red</i>)
IVA	Inteligentní video analýza (<i>Intelligent Video Analysis</i>)
JPEG	Formát ztrátové komprese obrazu (<i>Joint Photographic Experts Group</i>)
LCD	Displej z tekutých krystalů (<i>Liquid Crystal Display</i>)
LED	Dioda vyzařující světlo (<i>Light emitting diode</i>)
MJPEG	Komprese snímků pomocí JPEG (<i>Motion JPEG</i>)
MPEG 4	Komprese audiovizuálního obsahu. (<i>Motion Picture Experts Group</i>)
NTSC	Televizní norma v USA (<i>National Television System Committee</i>)
OCR	Optické rozpoznání znaků (<i>Optical Character Recognition</i>)
OpenCV	Knihovna pro počítačové vidění. (<i>Open source computer vision</i>)
PAL	Televizní norma v Evropě (<i>phase alternating line</i>)
PCI	Počítačová sběrnice (<i>Peripheral Component Interconnect</i>)
PGM	Programovatelné výstupy
Pixel	obrazový bod (<i>picture element</i>)
PKB	Průmysl komerční bezpečnosti
PTZ	Kamery s funkcí Zoom se schopností pohybu kolem dvou os. (<i>Pan Tilt Zoom camera</i>)
PXI	Sběrnice užívaná v automatizaci. (<i>PCI eXtensions for Instrumentation</i>)
QE	Efektivita přeměny světla na el. Signál u CCD (<i>Quantum efficiency</i>)
RAM	Paměť s náhodným přístupem (<i>Random access memory</i>)
RGB	Barevný model aditivního míchání barev (<i>Red green blue</i>)
SECAM	Televizní norma Východní blok. (<i>Sequential Color with Memory</i>)
SPZ	Státní poznávací značka

TFT	Matice LCD tvořena tranzistory. (<i>Thin-Film Transistors</i>)
USB	Univerzální seriová sběrnice (<i>Universal Serial Bus</i>)
VGA	Definovaný standart rozlišení na PC 640*480 (<i>Video Graphics Array</i>)
VMD	Detekce pohybu ve scéně (<i>Video motion detection</i>)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kamera a zdroj světla [5].....	11
Obr. 2 Výpočet ohniskové vzdálenosti objektivu.....	12
Obr. 3 Tenká čočka [25]	13
Obr. 4 Snímač CCD.....	14
Obr. 5 Funkce prokládaného skenování [5].....	15
Obr. 6 Progresivní skenování [8].....	16
Obr. 7 Prokládané skenování [8]	16
Obr. 8 Funkce progresivního skenování [5]	17
Obr. 9 Blokové schéma analogové kamery [5].....	17
Obr. 10 Blokové schéma digitálního signálového procesoru [7].....	18
Obr. 11 Signál analogové kamery.....	19
Obr. 12 Blokové schéma digitální IP kamery.....	19
Obr. 13 Rozlišení v televizních normách.....	21
Obr. 14 princip fotoefektu [9].....	22
Obr. 15 Struktura CMOS [9]	23
Obr. 16 Zpracování signálu CCD CMOS [9]	24
Obr. 17 Princip snímání barev u CCD [7]	24
Obr. 18 Barevný histogram [2]	25
Obr. 19 Počítačové vidění.....	26
Obr. 20 Rozpoznání obrazu [24].....	27
Obr. 21 Snímání scény [24]	28
Obr. 22 Rastr obrazu [24]	29
Obr. 23 Okolí obrazového bodu [24].....	29
Obr. 24 Hranice objektu [24]	29
Obr. 25 Gaussova křivka [2].....	31
Obr. 26 Optický tok pixel [12].....	32
Obr. 27 Správný výběr částí snímku ke sledování [23].....	33
Obr. 28 PC based systém	35
Obr. 29 CVS systém.	36
Obr. 30 Blokové schéma Inteligentní kamery [4].....	37
Obr. 31 Centrální a distribuovaná inteligence [6].....	38
Obr. 33 Centrální video server Geutebrueck.[17].....	40

Obr. 35 Funkce metadata v inteligentní kameře.[15]	43
Obr. 36 Připojení video detekce na stávající CCTV [13]	45
Obr. 37 Video detekce požáru [13].....	45
Obr. 38 Kamerový systém v dopravě [11].....	46
Obr. 39 Kamerový systém v tunelu	47
Obr. 40 Blokové schéma funkce kamery v tunelu.....	47
Obr. 41 Pokladní systém s kamerou [6].....	48
Obr. 43 Blokové schéma inteligentní kamery [10].....	64
Obr. 44 poměr množství přenesených dat	65
Obr. 45 Vývojový diagram sledování pohybu podle OpenCV [3]	67
Obr. 46 Rozdělení popředí a pozadí [3].....	68
Obr. 47 Sledování pohybujícího se objektu.[20]	70
Obr. 48 Trajektorie pohybujících se objektů [3].....	70
Obr. 49 inteligentní kamera v domácích a kancelářských podmínkách.	71
Obr. 50 Zapojení pro nekompatibilní kamery s OpenCV.....	71

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 rozměry čipů CCD.....	12
Tab. 2 televizní standardy	21
Tab. 3 Srovnání CCD a CMOS	23
Tab. 4 Přehled biometrických metod	49
Tab. 5 Příspěvky rušivých signálů v kamerách	63