

Obrazové senzory v PKB

Image sensors in the commercial security industry

Josef Fiala

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef FIALA**
Osobní číslo: **A08320**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Obrazové senzory v průmyslu komerční bezpečnosti**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou obrazových senzorů v průmyslu komerční bezpečnosti.
2. Uvedte přehled typů obrazových senzorů, principu činnosti a možnosti jejich využití v PKB.
3. Uvedte nové trendy v této oblasti.
4. Zpracujte edukační materiál, který realizujete ve formě prezentace v programu PowerPoint.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. KONÍČEK, Tomáš; KOCÁBEK, Pavel; KŘEČEK, Stanislav. Městské kamerové dohlížecí systémy. Praha : Odbor prevence kriminality Ministerstva vnitra ČR, 2002. 87 s. ISBN 8073120097.
2. KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Vyd. 3. aktualiz. S.l. : Cricetus, 2006. 313 s. ISBN 80-902938-2-4(brož.).
3. LOVEČEK, Tomáš; NAGY, Peter. Bezpečnostné systémy : kamerové bezpečnostné systémy. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita, 2008. 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
4. MARTINEK, Radislav. Senzory v průmyslové praxi. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 199 s. ISBN 8073001144.
5. ČANDÍK, Marek. Technické prostředky bezpečnostního průmyslu. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav elektrotechniky a měření, 2005. 117 s. ISBN 8073183285.
6. GONZALES, Rafael C; WOODS, Richard E; EDDINS, Steven L. Digital image processing. Upper Saddle River : Pearson/Prentice Hall, 2004. 609 s. ISBN 0-13-008519-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Navrátil, Ph.D.

Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o využití obrazových senzorů v průmyslu komerční bezpečnosti. Objasňuje principy jednotlivých typů obrazových senzorů. Uvádí součinnost obrazových senzorů s dalšími využívanými zařízeními v průmyslu komerční bezpečnosti. Zabývá se současnými trendy a neustálým vývojem obrazových snímačů. Obsahuje edukační materiál, který srozumitelnou formou podává ucelený přehled o problematice obrazových senzorů.

Klíčová slova: obrazový senzor, obraz, kamera, snímek, záznam

ABSTRACT

Bachelors work deals with using of image sensors in the commercial security industry. It explains the principles of the various types of image sensors. Features interaction with the image sensors used by other devices in the commercial security industry. It deals with concurrent trends and continual development of image sensors. Includes educational material in a comprehensible form provide a concise summary overview of the issues image sensors.

Keywords: image sensor, picture, camera, photo, record

Poděkování, motto

Na tomto místě bych rád vyjádřil své poděkování Ing. Petru Navrátilovi, Ph.D. za odborné vedení této práce, cenné rady a informace.

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.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBRAZOVÉ SENZORY	12
1.1 SVĚTLOSběRNÉ BODY SENZORU	12
1.2 SNÍMÁNÍ BAREV	13
1.3 BAYEROVA RGBG MASKA	13
1.4 VELIKOSTI SENZORŮ	14
1.5 NECHTĚNÉ JEvy V OBRAZE	16
1.5.1 Blooming	16
1.5.2 Aliasing	17
2 TYPY OBRAZOVÝCH SENZORŮ	18
2.1 CCD SENZORY	18
2.1.1 Prokládané snímání	19
2.1.2 Progresivní snímání	20
2.1.3 Zpracování snímku	21
2.2 CCD SNÍMAČ S CMYG FILTREM	22
2.3 SUPERCCD	22
2.4 CMOS SENZORY	23
2.5 FOVEON SENZORY	25
2.6 POROVNÁNÍ CCD X CMOS	26
3 OBRAZOVÉ SENZORY V PKB	27
3.1 SLEDOVÁNÍ POZEMKŮ A OBJEKTŮ	27
3.2 SLEDOVÁNÍ PLOTŮ V KOMBINACI S EZS	27
3.3 SLEDOVÁNÍ PARKOVIŠŤ, VJEZDŮ A VSTUPŮ DO OBJEKTU	28
3.4 SLEDOVÁNÍ EXPONÁTŮ V MUZEÍCH A GALERIÍCH	28
3.5 SLEDOVÁNÍ BANKOVNÍHO PROVOZU, PROVOZU V OBCHODNÍCH DOMECH	29
3.6 SLEDOVÁNÍ PROVOZU ZDYMADEL	29
3.7 SLEDOVÁNÍ PROVOZU LETIŠŤ A PŘISTÁVACÍCH PLOCH	30
4 TRENDY	31
4.1 VYUŽITÍ V DOPRAVNÍCH APLIKACÍCH	32
4.1.1 Měření úsekové rychlosti dopravy	32
4.1.2 Počítání projíždějících vozidel	32
4.1.3 Identifikace automobilů pomocí SPZ	33
4.2 VYUŽITÍ V PŘÍSTUPOVÝCH BIOMETRICKÝCH IDENTIFIKACÍCH OSOB:	33
4.2.1 Rozpoznání podle papilárních linií na prstu	34

4.2.2	Snímače oční duhovky	35
4.2.3	Rozpoznání podle obličeje.....	35
4.3	VYUŽITÍ PŘI MONITORINGU OSOB:	36
4.3.1	Počítání osob	36
4.3.2	Řízení vstupu do objektu pomocí 3D senzoru.....	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	38
5	EDUKAČNÍ MATERIÁL.....	39
6	UPLATNĚNÍ JEDNOTLIVÝCH SENZORŮ V PKB.....	41
6.1	UPLATNĚNÍ PROKLÁDANÉHO A PROGRESIVNÍHO SNÍMÁNÍ SENZORŮ CCD.....	41
6.2	KAMEROVÉ SYSTÉMY S OBRAZOVÝMI SENZORY SUPERCCD	42
6.3	VYUŽITÍ CMOS SENZORŮ	42
6.4	SKRYTÉ OBRAZOVÉ SENZORY	42
	ZÁVĚR	44
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	46
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
	SEZNAM TABULEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH	53

ÚVOD

Lidské oko je úžasným nástrojem lidské soustavy k identifikaci jevů, které se kolem člověka dějí. Má však několik nedokonalostí. Za tmy či za snížené viditelnosti nevykazuje správný příjem obrazu, na dlouhé vzdálenosti je obraz nedokonale zpracován, ne vždy je oko pozorné, leckdy ho narušují okolní vlivy, k ukládání obrazové informace je málo místa a též není zaručeno, že informace bude uložena po stanovenou potřebnou dobu a co je nejhorší, lidské oko nevidí za roh!

Nejen z těchto důvodů člověk pochopil, že takhle to dál nejde a snažil se vůči tomu něco podniknout, protože zatoužil uchovat určité scény či situace, které na něj mají památný vliv. Někteří si tak vzali do rukou olejové barvy s plátnem a například si krásu přírody, jež lahodila jejich očím, přenesli vlastníma rukama a vlastní pílí na plátno. Konali tak, protože věděli, že příroda je nedozírná, neustále se mění a když silně sprchne, tak se její краса na čas rozplyne. Zvítězil ten, který měl talent a zvládl tu krásu přenést dřív, než se spustil déšť. Jiní si zase před plátno umístili svoji manželku... Někteří však kreslit neuměli. Hodně je to mrzelo, protože touha si určité výjevy uchovat v člověku probouzí nevidané touhy. A tak si jeden odhodlaný člověk dal všechny své vědomosti dohromady a vymyslel první fotoaparát. V průběhu času se toho chytli i druzí a první fotografie se začali rozvíjet. Vznikali fotografie různých velikostí a kvalit. To však člověku nepostačilo. Nyní zatoužil po pohyblivých snímcích. Nejprve troufalý nápad se zvrtil k vynikajícímu prvnímu provedení pohyblivého televizního záznamu. S příchodem počítačů bylo jasné, že se technologie budou ve všech oborech rozšiřovat a tak vznikli první digitální fotoaparáty a spolu s nimi také digitální kamery, které se postupně dostali do všech sfér lidského života. Tak se tato zařízení začala využívat i v průmyslu komerční bezpečnosti. Záznam obrazu byl a vždy bude dobrým pomocníkem na místech, kde jevy v daném prostoru je nutno z různých hledisek uchovat anebo kontrolovat. Při použití těchto zařízení se změnili dějiny lidského pozorování. Nyní je možné vidět i za roh!

Mnoho lidí je si nyní vědoma, že lze s digitálními záznamy pracovat a lze je použít k zabezpečení prostor, nicméně netuší, na jakých principech tato zařízení fungují. Takové poznání je zvlášť pro pracovníka v zabezpečovací branži důležité, jelikož záznam scény je velkým pomocníkem při střežení objektu. Je dobré si také uvědomit, kde všude lze takováto zařízení použít a jaké využití nám poskytují zařízení, která pracují na stejném

principu jako zařízení pro záznam obrazu. Pouze tak, můžeme tato zařízení efektivně využít v našich službách a aplikacích, které jsou schopny střežit majetky vysokých hodnot, životy a různé další důležité hodnoty. Nepostradatelným prvkem těchto zařízení jsou obrazové senzory, samy o sobě se tváří jen jako malé destičky, v napojení na další soustavu technických prvků jsou to zařízení, bez kterých by byl průmysl komerční bezpečnosti na zcela jiné úrovni.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBRAZOVÉ SENZORY

Obrazové senzory jsou nezastupitelným pomocníkem při převodu světla na elektrický signál. Tuto funkci využívají mnohá zařízení, která snímají obraz či libovolnou světelnou scénu. Vývoj obrazových sensorů započal v Bellových laboratořích na území USA v New Jersey, již koncem 60. let 20. století. Výzkumníci a vědci George Smith a Willard Boyle, získali za vynález CCD čipu v roce 2009 Nobelovu cenu za fyziku. Od doby, kdy byla technologie CCD vynalezena, se stala základem mnoha nových zařízení a ve své podstatě i nových oborů. V průmyslu komerční bezpečnosti jsou obrazové senzory nejvýznamněji používány při bezpečnostním sledování v průmyslových kamerách, profesionálních kamerách, videokamerách, mikrokamerách, digitálních fotoaparátech, v kamerách v dopravních prostředcích a na veřejných prostranstvích, videorekordérech, biometrických zařízeních a ve čtečkách čárového kódu, v běžné praxi pak ve fotokopírkách, faxových přístrojích a dalších technických zařízeních. Své využití nachází i ve vědecké sféře. Používají se jak v digitálních mikroskopech, tak i v hvězdářských dalekohledech, kde je obsaženo přes 4 miliony světloběrných bodů na ploše senzoru 30 cm². [4]

1.1 Světloběrné body senzoru

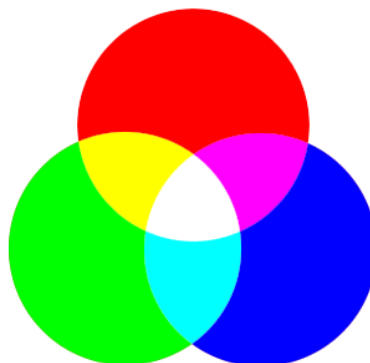
Obrazový senzor se skládá z velkého množství světlocitlivých sběrných buněk rovnoměrně rozmístěných na ploše senzoru. Buňka je malá ploška křemíku, každá z buněk je na povrchu senzoru rozmístěna v malých jamkách. Pravidelné rozmístění do jamek omezuje vzájemné ovlivňování buněk mezi sebou a tím zvyšuje obrazovou kvalitu a omezuje nechtěné jevy v obraze. Součástí každé buňky jsou dvě elektrody, které slouží k odvedení náboje. V důsledku foto elektrického jevu se po osvětlení křemíkové plošky uvolní z krystalové mřížky volné elektrony. Množství uvolněných elektronů, které představují záporné elementární náboje, je přímo úměrné intenzitě osvětlení.

1.2 Snímání barev

CCD snímače jsou citlivé na světlo, ale barevné spektrum nerozlišují. Každá buňka zaznamenává pouze intenzitu světla, nikoliv jeho vlnovou délku, která udává barvu světla. Snímač je tedy barvoslepý, nedokáže rozpoznat barvy a celé snímání provádí ve stupni šedi. K rozpoznání barvy světla dopadajícího na snímač je k dispozici více technologií. Všechny technologie vycházejí z použití takzvaných barevných filtrů.

Barevný filtr slouží k zachycení určitého spektra a následné oddělení frekvence. Například červený barevný filtr propustí pouze světlo s vlnovou délkou odpovídající odstínu červené barvy, všechny ostatní vlnové délky pohltí.

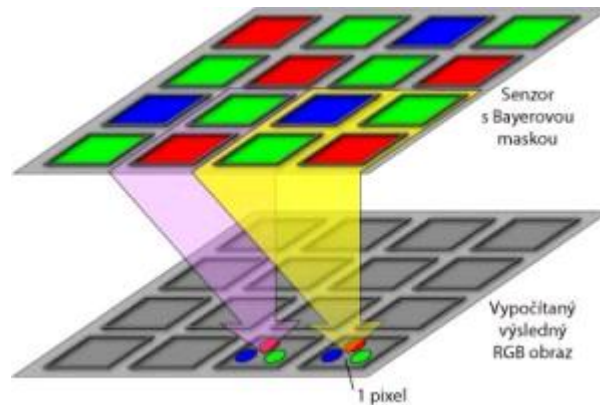
Snímače pracující s dopadajícím světlem, zaznamenávají jeho barvu v takzvaném RGB barevném režimu. Ten vychází z toho, že každá barva se dá reprezentovat jako poměr tří základních barev. Zkratka RGB reprezentuje základní barvy: R - red – červená, G – green – zelená, B – blue – modrá.



Obr. 1: Poměr tří základních barev

1.3 Bayerova RGBG maska

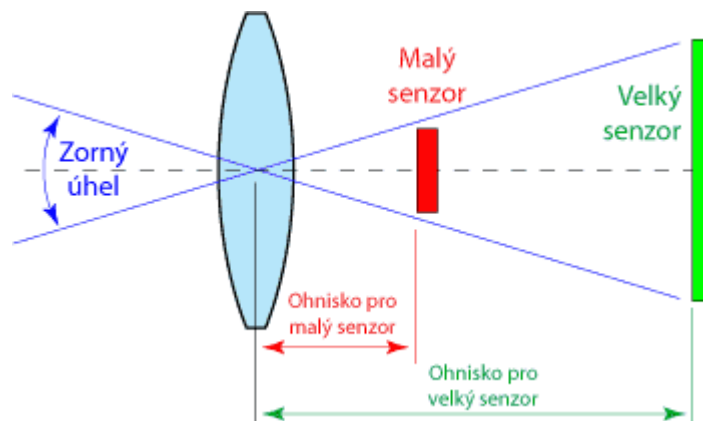
Bayerova maska nad senzorem je systém pravidelně uspořádaných barevných filtrů. Díky tomu senzor měří v jedné čtvrtině buněk červenou barvu, v další čtvrtině buněk modrou a v polovině zelenou. Každý pixel obrazu je pak dopočítáván z okolních bodů matice 2x2. [5]



Obr. 2: Bayerova RGBG maska [19]

1.4 Velikosti senzorů

Velikost plochy senzoru souvisí s kvalitou výsledného obrazu. Čím větší je obsah plochy senzoru, tím větší je kvalita obrazu. Pokud je ale obrazový senzor velký, je velký i zorný úhel, který nám udává vzdálenost senzoru od ohniska objektivu. V praxi není praktické používat fotografická či kamerová zařízení s velkým objektivem.

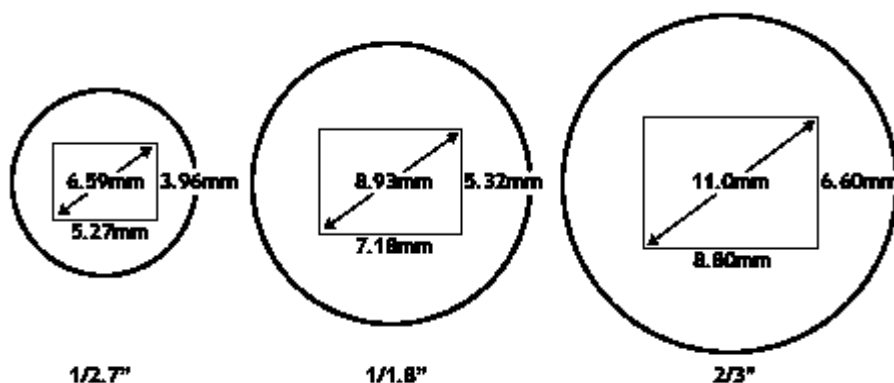


Obr. 3: Délka ohniskové vzdálenosti [20]

Tab. 1: Tabulka nejčastějších velikostí senzorů [21]

Tradiční označení			Reálná velikost senzoru (mm)		
Typ	Poměr stran	Průměr trubice (mm)	Úhlopříčka	Šířka	Výška
1/3.6"	4:3	7.056	5.000	4.000	3.000
1/3.2"	4:3	7.938	5.680	4.536	3.416
1/3"	4:3	8.467	6.000	4.800	3.600
1/2.7"	4:3	9.407	6.592	5.270	3.960
1/2"	4:3	12.700	8.000	6.400	4.800
1/1.8"	4:3	14.111	8.933	7.176	5.319
2/3"	4:3	16.933	11.000	8.800	6.600
1"	4:3	25.400	16.000	12.800	9.600
4/3"	4:3	33.867	22.500	18.000	13.500

Velikost senzorů se často udává ve zlomcích palců jako 1/1.8" a podobně, forma značení je podobná jako značení velikosti úhlopříčky například u obrazovek televizorů nebo LCD displejů. Nenechme se ale zmást - skutečná velikost úhlopříček senzorů je menší, zhruba na 2/3 uvedeného údaje. Značení totiž vychází ze zvyklostí inženýrů z 50 let, kdy se podobným způsobem značily elektronky určené na snímání obrazu v kamerách. [20]



Obr. 4: Míry senzoru [21]

1.5 Nechtěné jevy v obraze

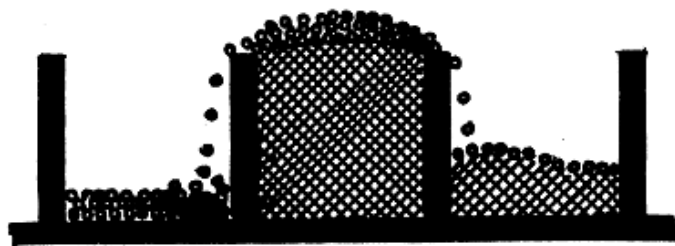
1.5.1 Blooming

Blooming je jev, který vznikne, jakmile namíříme objektiv digitálního zařízení na silný světelný zdroj, typicky slunce, může se stát, že se na obraze objeví svislá nebo vodorovná čára vedoucí od zdroje. Jakmile je světla přespříliš, vygeneruje se silný náboj a elektrony se pokoušejí uniknout do sousedních buněk. Z konstrukce CCD plyne, že se náboji daří uniknout lépe v jednom směru - proto je blooming v podobě pruhu, projevuje se jako jakýsi světelný svazek

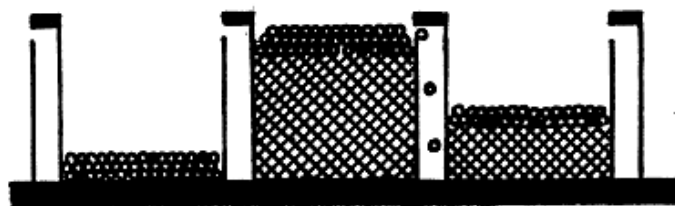
Je to nežádoucí jev, jelikož tento světelný rozptyl zapříčiní nedokonalý přenos obrazu do digitální podoby a snímek není ve všech detailech čitelný.

Výrobci čelí tomuto jevu vřazením anti-bloomingových hradel, jakýchsi "odvodňovacích kanálek". Ty zaujmají až 30% plochy snímače a snižují jejich citlivost vůči světlu. Další nevýhodou je snížení rozlišovací schopnosti, protože mezi buňkami je najednou prostor, který se nevyužije ke shromažďování obrazové informace. [13]

Buňky tedy nemohou pokrýt celou plochu oblasti, která je jim teoreticky vyhrazena. Signál z buňky je nutné nějak odvést, což vyžaduje "vodiče", a také kolem buňky je třeba soustředit další elektroniku – tranzistory. Proto se pracuje s termínem "*Fill factor*", což je poměr plochy citlivé části buňky (fotodiody) vůči celkové ploše buňky. [6]



Obr. 5: Přetečení náboje do sousedních buněk – blooming

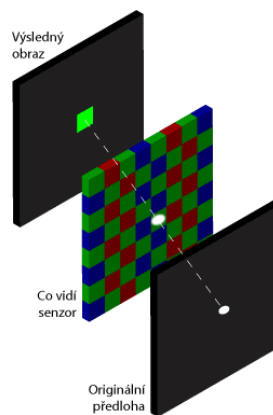


Obr. 6: Použití anti-bloomingových hradel

1.5.2 Aliasing

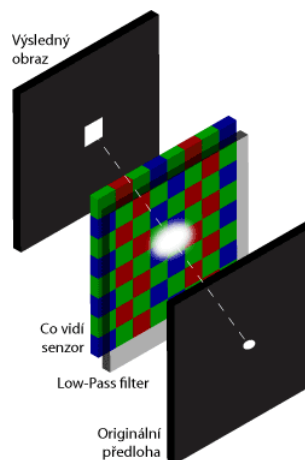
Aliasing je duhování hran a detailů obrazu, aby se tomuto jevu zabránilo, většina technických zařízení obsahuje před senzorem změkčující filtr, který jemné detaily rozostřuje. Tím je zajištěno, že i velmi malý bílý světelný bod, který by dopadl pouze na jednu buňku senzoru a tím vyprodukoval nechtěnou barvu, bude mít dostatečnou velikost, aby dopadl alespoň na čtyři buňky.

Malý světelný bod či hrana promítnutá skrze Bayerovu masku osvítlí jen jednu buňku a vyprodukuje chybnou barvu.



Obr. 7: Aliasing

Přidáním filtru, který rozostřuje obraz se zajistí, že rozostřený bod dopadne již na všechny čtyři potřebné buňky a tím bude barva zachycena správně. [7]

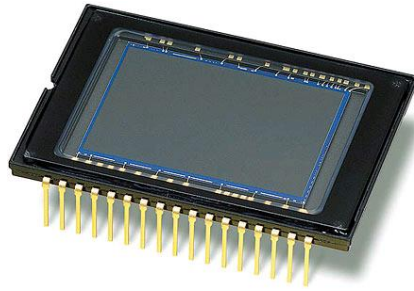


Obr. 8 Antialiasing

2 TYPY OBRAZOVÝCH SENZORŮ

2.1 CCD senzory

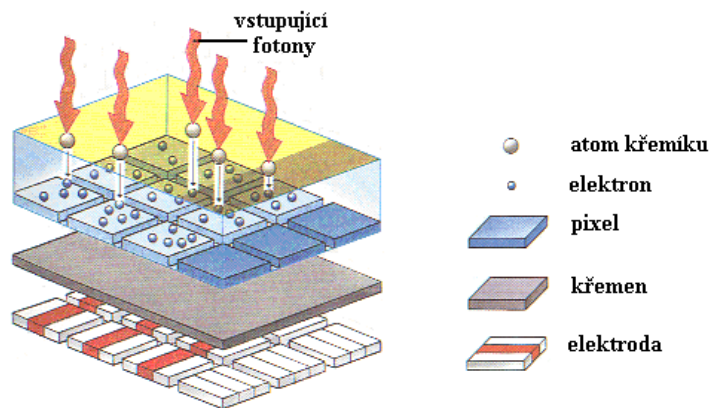
CCD senzor je technické zařízení, které přeměňuje energii dopadajícího světla na energii elektrického signálu.



Obr. 9: CCD senzor [6]

Jedná se o světločivý křemíkový plátek uložený nad kovovou elektrodou, která je izolována vrstvou SiO_2 (křemen). Základním principem celého zařízení je opakování dvou základních kroků 25krát za sekundu.

V prvním kroku dopadají fotony na atomy křemíku uvnitř CCD, odkud se na základě fotoefektu uvolňují záporně nabitě elektrony. Kladně nabitá elektroda, která je umístěná pod každým pixelem a oddělená od křemíku izolační vrstvou křemene, zachycuje takto uvolněné elektrony. Dopadne-li na CCD více světla, vytváří se obraz, v němž jasné oblasti odpovídají pixelům, z nichž se uvolnilo více elektronů.



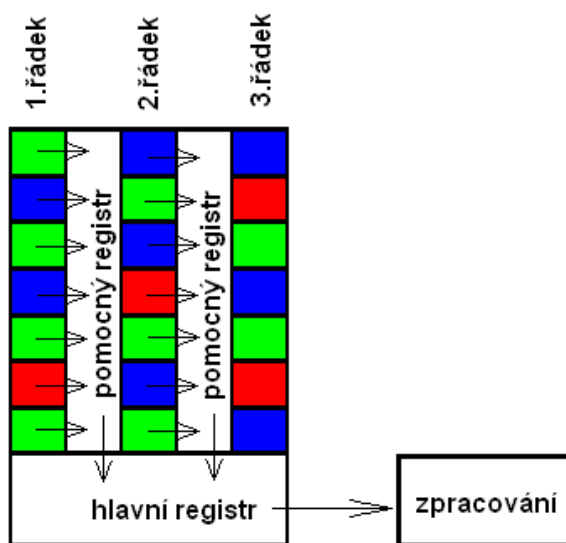
Obr. 10.: Dopadání fotonů [3]

Tyto senzory se využívají v televizních kamerách a skenerech od roku 1975. V polovině 80. let byly s nimi vyrobeny první digitální fotoaparáty, jejich kvalita se velmi rychle zvyšovala.

Při čtení obrazu z CCD čipu rozlišujeme více způsobů přečtení. Snímání obrazu ze senzoru je jedním z hlavních úkolů sensorů. Podle toho, jakým způsobem se provádí zpracování náboje se rozlišují tři základní typy snímání.

2.1.1 Prokládané snímání

Toto snímání bylo původně určeno pro videotechniku. Konstrukce takto pracujících snímačů je přizpůsobena tomu, jak se zpracovává televizní obraz, tedy řádkově. Televizní obraz je rozložen na řádky a zvláště se přenáší liché a zvláště sudé řádky. Pro tuto technologii jsou uzpůsobeny prokládané snímače. Ty po expozici nejprve zpracují liché řádky obrazu a pak zpracují sudé. U video kamer je to postup zcela přirozený a expozice sudých a lichých řádků je prováděna separátně stejně jako zpracování. U digitálních fotoaparátů je potřeba obraz zpětně složit. Úplně nejjednodušší variantou je pracovat pouze s lichými řádky. Ale protože rozlišení snímače je pro praxi příliš cenné, je to postup velmi výjimečný. Složitější cestou je elektronicky obraz složit. Po osvitě senzoru je pomocnými registry náboj odveden z lichých řádků do hlavního registru, řádek po řádku. Následně je stejnou cestou zpracován náboj ze sudých řádků. Mimo snímač je poté obraz složen dohromady. Načtením přivedených pixelů, vzniká videosignál. [8]



Obr. 11: Prokládané zpracování

Výhody :

- Pro záznam video signálů je prokládané prvky ideální. Jednotlivé pulsímky (sudé a liché řádky) se zpracovávají separátně a nevznikají žádné technické problémy.
- Díky masové výrobě videokamer jsou prvky poměrně levné a výrobní technologie je přijatelně komplikovaná.

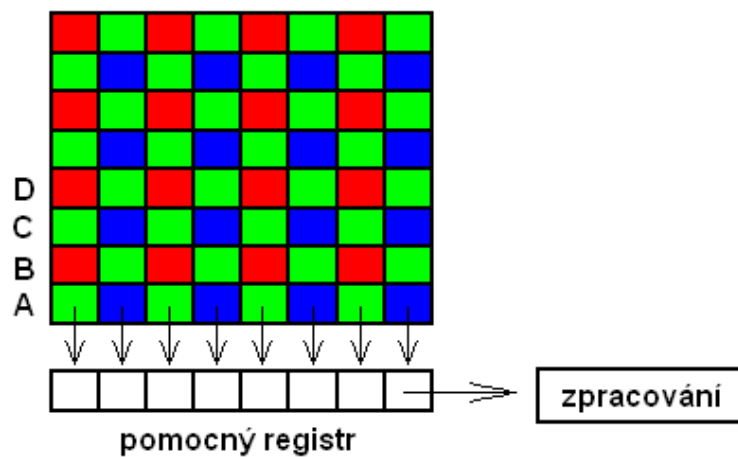
Nevýhody:

- Je nutné skládat obraz nebo se spokojit s polovičním rozlišením.
- Zpracování je pomalé.
- Při fotografování vyžaduje mechanickou závěrku, aby nedošlo ke změně obrazu v době zpracování. Pokud není použita může docházet k rozostření nebo řádkovému posunu obrazu.
- Většina prvků používá pomocné registry a výrobci často používají interpolační algoritmy na dopočítání rozlišení.

2.1.2 Progresivní snímání

Protože CCD čipy jsou k snímání obrazu používány již desítky let, jde o značně propracovanou technologii. Má tak spoustu výhod, ale stále zůstávají některé nevýhody. Data po osvitě světlocitlivých buněk jsou čtena po řádcích, mimo samotné světlocitlivé buňky čipu je tedy posuvný registr, kam se nejprve přesune náboj z prvního řádku (v tomto případě řádku A). Ten projde přes zesilovač do A/D převodníku, ze kterého vyjdou digitální data. Protože je zesílení aplikováno na celý řádek, nemají CCD čipy příliš velký šum (resp. v celém obraze je téměř stejný, pokud jde o šum přidaný tímto zesilovačem).

Poté se všechny řádky přesunou (B do A, C do B,...) a do posuvného registru se načte řádek B, zesílí, převede na digitální data, a tak to pokračuje, dokud se nepřečtou všechny řádky. Tento způsob je poněkud pomalý a nedovoluje číst např. jen výřez střední části obrazu, vždy se musí načíst celý snímek. [10]



Obr. 12: Progresivní snímání

Výhody :

- Přesné zachycení obrazu s minimálním zkreslením.
- Při fotografování umožňuje velice krátké časy a použití elektronické závěrky.

Nevýhody :

- Výrobně velmi nákladné a složité řešení. [3]

2.1.3 Zpracování snímku

V důsledku foto elektrického jevu se po osvětlení křemíkové plošky uvolní z krystalové mřížky volné elektrony, které přejdou do přenosového registru, z něhož pak dále odcházejí do zesilovače. Tento zesilovač pak zesílí malý proud odpovídající počtu nachytených elektronů v jednotlivých buňkách na úroveň vhodné pro další zpracování obrazu. To probíhá v A/D převodníku. Kde se hodnoty měřeného proudu převedou na digitální. Používají se osmi bitové převodníky. Tedy 2^8 to je 256. Převodník je tedy schopen zpracovat 256 odstínů jedné barvy, takže, když CCD snímač produkuje informaci o červené, zelené a modré složce světla je schopen každou z nich popsat v 256 odstínech, což je 256^3 to se rovná výsledku přes 16 milionů, to znamená 16 milionů barev.

Některé CCD senzory mají 12-ti bitové převodníky. Zpracovávají stejný počet barev z jedné světelné složky, ale mohou ještě navíc podávat další informaci o kvalitě obrazu. Obraz

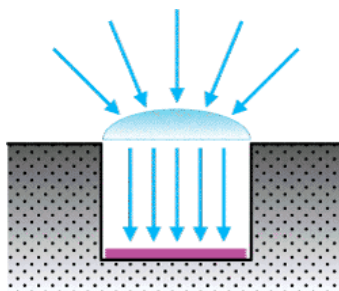
vyniká lepším převodem světlejších jasů a tmavých stínů, takže od zařízení vybaveného 12bitovým převodníkem lze očekávat lepší obrázky, než od jeho 8bitového převodníku.

2.2 CCD snímač s CMYG filtrem

Relativně novou alternativou CCD snímače je verze s CMYG barevným filtrem. Princip fungování jednotlivých buněk je stejný, ale od RGBG modelu se snímače liší barevností použitého filtru. Opět se jedná o mozaiku, tentokrát s barvami azurovou, purpurovou, žlutou a zelenou. Tato kombinace barev zlepšuje světelnou propustnost barevného filtru a tím se zvyšuje celková citlivost snímače. Data získaná z tohoto typu snímače se sice musejí přepočítat do standardního RGB formátu, ale výsledkem je čistší obraz ve srovnání s RGBG verzí. Prakticky byly tyto snímače použity například u fotoaparátů Canon, Kodak, Nikon či Olympus a vždy s velkým úspěchem. Jednou z mála nevýhod bylo jejich relativně malé rozšíření. [9]

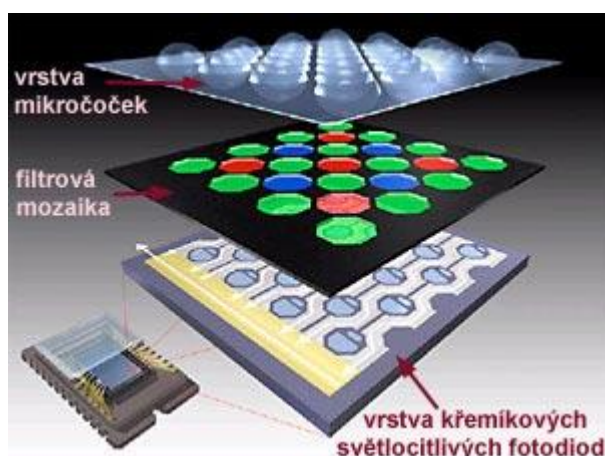
2.3 SuperCCD

Další novinkou posledních let je firemní řešení společnosti Fujifilm, které zásadním způsobem mění strukturu původního CCD prvku. Čtvercové snímací buňky nahradily plástvové osmiúhelníkové buňky s přímým RGB filtrem. Vykrytí plochy osmiúhelníkovými prvky je velmi výhodné pro dopočítávání pixelů matematickou interpolací díky tomu, že se dosahuje rovnoměrnějšího vykrytí plochy senzoru. Navíc buňky nejsou uspořádány lineárně v řádcích a sloupcích, ale jsou pootočený o 45 stupňů. SuperCCD má ještě další unikátnost takzvaný objektiv na čípech. Jde o pole mikroobjektivů před senzorem, které jednak posílají světlo dolů do jamek, ale také případně soustřeďují světlo z větší plochy na menší plochu aktivní části buňky. Tím se docílí větší citlivosti výsledného snímku. [6]



Obr. 13: Mikročočka [6]

Obraz získaný z jednotlivých snímacích buněk není přímo ukládán do paměti, ale je zcela přepočítán. Dochází ke geometrickým úpravám, změně rozlišení i barevnosti tak, aby výstupní obraz odpovídal běžným konvencím. Právě značné softwarové úpravy obrazu jsou asi nejrozporuplnějším hlediskem celé technologie, protože prakticky nelze získat z fotoaparátu syrový obraz bez úprav. V krajním případě je rozlišení zvyšováno 2x, což se pochopitelně podepisuje na ostrosti obrazu, i když ve srovnání s běžnou interpolací jsou výsledky překvapivě dobré.



Obr. 14: SuperCCD [18]

SuperCCD nabízejí ve své cenové kategorii bezkonkurenčně nejvyšší rozlišení, ale pouze za cenu umělého přepočtu. Přesto pro běžné uživatele jde jednoznačně o nejdostupnější způsob, jak získat fotoaparát s vysokým rozlišením. V současnosti jsou na trhu již snímače druhé generace, které se mohou pochlubit výrazně vylepšenou kvalitou obrazu, která si v podstatě nezadá s žádným běžným CCD snímačem. [9]

2.4 CMOS senzory

CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor) senzor využívá v principu stejnou technologii výroby jako ostatní integrované obvody - procesory, paměti atd. Z tohoto důvodu je levnější, umožňuje vyšší stupeň integrace a není problém přímo v senzoru integrovat celou řadu dalších obvodů. Na rozdíl od CCD má v CMOS senzoru každá jednotlivá buňka svůj vlastní zesilovač a může být díky tomu přímo adresována a čtena pomocí jejich XY souřadnic. Zásadní rozdíl tedy není ve vlastní konstrukci citlivé části buňky (fotodiodě), ale v tom, jak je buňka čtena. U CCD jsou buňky čteny postupně díky

přenosu náboje skrze buňky, u CMOS je každá buňka podobně jako u běžných pamětí či LCD obrazovek samostatně adresována pomocí jejich souřadnic.

CMOS senzory byly v digitálních fotoaparátech poprvé použity v roce 1996. Jeden z prvních digitálních fotoaparátů využívající tyto senzory byl vyroben obchodní společností Canon (EOS D30 SLR, obr. 15) s kapacitou 3,25 megapixelů.



Obr. 15: Digitální fotoaparát Canon [11]

Umožňuje nastavení citlivostí podle ISO 100, 200, 400, 800, 1600, zaznamená až 3 snímky/s.

V roce 2001 se objevily na trhu první kamery s čipem vyrobeným mikronovou technologií, jejichž kapacita je větší než 5 milionů obrazových bodů (pixelů). Výrobce UMC Taiwan uvádí, že se mu podařilo vyvinout technologii, která umožňuje vyrobit A/D převodník, obrazový procesor a světlocitlivý senzor v jednom technologickém procesu. K záznamu obrazové informace je využit senzor s filtry RGBG, přenos náboje je prováděn výhradně prostřednictvím přímé adresace pixelů.



Obr. 16: Průmyslová kamera CCI4 CMOS

obch. společnosti C-Cam Technologies [11]

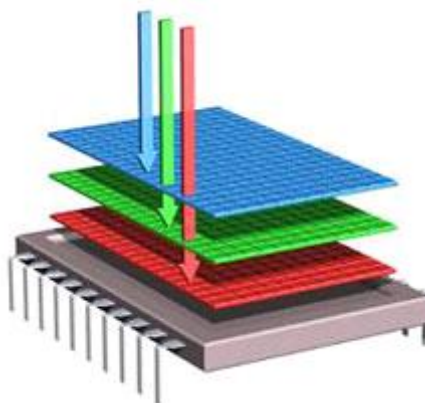
CMOS senzory mají nižší kvalitu, menší rozlišení a menší světelnou citlivost. Na druhé straně mají však podstatně menší spotřebu elektrické energie, tedy delší životnost baterií. CMOS senzory jsou konkurentem CCD senzorů.

Z uvedených skutečností vyplývá, že výroba CMOS senzorů je podstatně levnější a technologicky méně náročná než u CCD (až 100×). Také provoz je v porovnání se CCD senzory podstatně levnější a tedy výhodnější. Nevýhodou CMOS senzorů je malý poměr signál/šum a nižší světelná citlivost (část energie fotonu se spotřebuje na nežádoucí ohřev CMOS senzorů). V průběhu technologického procesu je možné optimalizovat fototranzistory na citlivost na různé vlnové délky světla, čímž lze zaznamenat informace o barvě (kterou lze zpětně rekonstruovat). CMOS senzory se vyznačují také širokým dynamickým rozsahem. Na obr. 12 je zobrazena průmyslová kamera obchodní společnosti C-Cam Technologies s obrazovým senzorem 1280 × 1024 pixelů, mající dynamický rozsah odpovídající 5 dekadám intenzit světla. [11]

Protože u CMOS technologie má každá buňka svůj vlastní zesilovač, CMOS senzorům se často říká "*Active Pixel Sensor (APS)*" - senzor s aktivními pixely. Zesilovač u každé buňky ale zabírá část její plochy a proto vlastní světlocitlivá fotodioda musí být plošně menší. Zesilovač tedy snižuje fill factor. Menší světlocitlivá plocha buňky potom vyžaduje vyšší zesílení, což zvyšuje obrazový šum. Výrobci CMOS senzorů se proti tomu brání mikroobjektivy popsány výše. [6]

2.5 FOVEON senzory

Princip spočívá v tom, že světlocitlivé buňky nejsou rozptýleny po ploše senzoru pod mozaikovým filtrem RGB, jako u tradičního senzoru. Jsou ve třech vrstvách nad sebou, přičemž svrchní vrstva zachycuje modrou složku, střední zelenou složku a spodní červenou složku.



Obr. 17: Foveon senzor [7]

Světlo o různé vlnové délce je absorbováno různými vrstvami senzoru, a v různých vrstvách je generováno měřitelné napětí, které, po digitalizaci, vytváří barevný obraz. To, že světlo o různé vlnové délce proniká do různé hloubky křemíkových vrstev, je obecně známá vlastnost křemíku. V příslušné vrstvě je pak generováno napětí a tím se získá informace o barvě. Ultrafialové záření je zachycováno už na povrchu, kdežto infračervené zasahuje do hloubky i tradičního senzoru a musí být filtrováno, jinak působí nepříjemné efekty, přezářování (blooming) a pod. Není tedy divu, že na senzoru je modrá vrstva nahoře a červená dole. To souvisí se schopností světla různé vlnové délky penetrovat do hloubky křemíkových vrstev. [22]

2.6 Porovnání CCD x CMOS

Tab. 2: Porovnání CCD x CMOS [12]

Senzor	CCD	CMOS
Cena	vysoká	nízká
Rozměry řešení	vyšší	nízké
Spotřeba	vysoká	nízká
Kvalita obrazu	vysoká	nižší až nízká
Rozlišení	vysoké	střední
Fill faktor (činná plocha)	vysoký	nízký až střední
Digitální šum	nízký	vysoký
Rychlost	nižší až vysoká	vysoká
Dynamický rozsah	vysoký	nižší
Odběr	vysoký	malý

3 OBRAZOVÉ SENZORY V PKB

Největší využití senzorů v PKB je v uzavřených kamerových okruzích (CCTV). Aplikace CCTV v oblasti zabezpečovací techniky lze shrnout do těchto úloh [2]:

3.1 Sledování pozemků a objektů

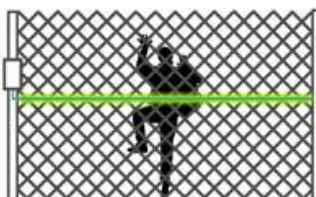
Sledování pozemků a objektů je základním využitím kamer v průmyslu komerční bezpečnosti. Je jím zabezpečený dozor v rozsáhlém objektu, poskytuje nám záznam nežádoucích situací, monitoruje neoprávněné vniknutí do objektu, může sloužit k potvrzení poplachového signálu či k pouhému, ale významnému zastrašení pachatele.



Obr. 18: Sledování objektů

3.2 Sledování plotů v kombinaci s EZS

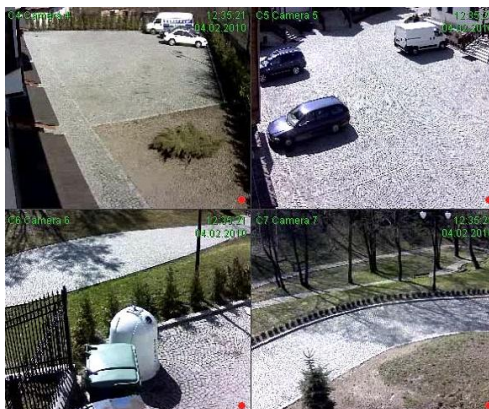
Slouží zvláště pro potvrzení poplachového signálu od perimetrických detektorů. Například RFID tag detektory perimetrické ochrany snímají časové a dynamické změny v poloze pletiva, které jsou typické pro přelézání plotu narušitelem. Pro sledování zda se jedná o falešný poplach, ten může být způsobený nárazy vichřicí či spadenými větvemi stromu či zvířetem.



Obr. 19: RFID detektory

3.3 Sledování parkovišť, vjezdů a vstupů do objektu

Slouží ke kontrole vjezdů a vstupů do objektu, pro sledování činnosti osob na parkovištích, pro přehled situace v okolí chráněného objektu. Kamery mohou využívat funkci pro rozpoznání SPZ.



Obr. 20: Sledování parkovišť

3.4 Sledování exponátů v muzeích a galeriích

Pozorování neoprávněného nakládání s vystavovanými exponáty, ochrana uměleckých děl vysoké peněžité hodnoty.



Obr. 21: Sledování exponátů

3.5 Sledování bankovního provozu, provozu v obchodních domech

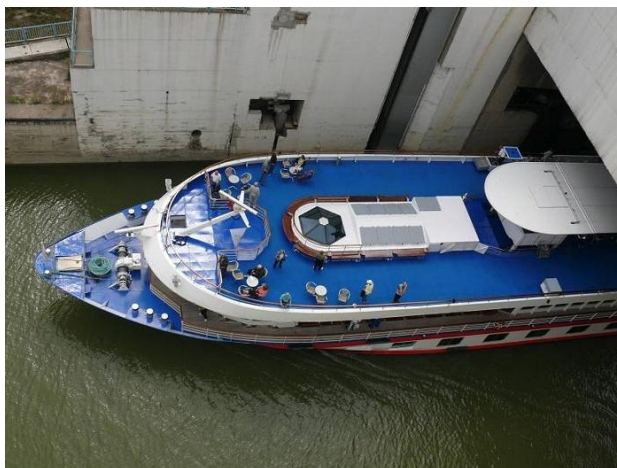
Slouží pro sledování vydávání peněžitých částek u pultu, provozu výdejních bankomatů, pro sledování zákazníků v nákupních střediscích, pro identifikaci případného pachatele.



Obr. 22: sledování vydávání peněžitých částek

3.6 Sledování provozu zdymadel

Při práci zdymadel je důležité mít přehled o celé situaci ve zdymadle – příjezd lodě, výška hladiny vody. Vzhledem k rozsáhlosti zdymadel jsou kamery významným prvkem při řízení provozu zdymadel.



Obr. 23: Sledování provozu zdymadel

3.7 Sledování provozu letišť a přistávacích ploch

Ke střežení všech důležitých míst jako vstupy, výdej letenek, odbavení nebo zavazadel, je vyžadována vysoká kvalita obrazu a rychlém ostření.



Obr. 24: Sledování provozu letišť

4 TRENDY

Výrobci na trhu se neustále předhánějí a nabídka všech možných fotoaparátů a kamer neustále stoupá. Sensory v těchto zařízeních mají různé velikosti, různé provozní vlastnosti a výrobní ceny. Trh v současné době začíná být nasyceny. Současný vývoj je nyní především zaměřen na požadavky zvýšení kvality a citlivosti obrazu a zároveň také na miniaturizaci součástek. Při snižování velikostí senzorů začíná být problém s digitálním šumem, který naopak roste kvůli zvyšování hustoty buněk na snímačích. Buňky jsou stále menší, a proto klesá jejich citlivost. Tím pádem se pak musí signál více zesilovat, což digitální šum zhoršuje.

Obchodní společnost Panasonic právě vyvíjí senzor, který by měl požadavky zákazníků uspokojit. Senzor má nové struktury v přijímání světla, významně rozšiřuje úhel dopadajícího světla, při zajištění jednotné a vysoké kvality obrazu. Panasonic začne nový senzor sériově vyrábět v prosinci 2011.

Anglická obchodní společnost Intellio, se zabývá vývojem a výrobou inteligentních kamer. Použití inteligentních kamer v průmyslu komerční bezpečnosti je rozsáhlé. Je to z toho důvodu, že kamera místo klasického snímání obrazu také vyhodnocuje danou scénu. Takové vlastnosti se využívá u všech technických prvků poplachové zabezpečovací signalizace. Pokud označíme skupinu jevů, kterou kamera může snímat, za nebezpečnou, je kamera schopna po napojení na vyhodnocovací obvod, vyhlásit poplach. Lze tak s pomocí inteligentních kamer docílit plnohodnotných využití. Kamera nám je schopna vyhodnotit pohyb v obraze, čímž může být ohlášen poplach na vyhodnocovací středisko, které událost ověří. Vyhodnocením automobilových SPZ značení kamera dokáže řídit vjezd vozidel do objektu. Vyhodnocovací zařízení, které je ke kameře připojeno je schopno z pořízeného snímku sejmout automobilovou značku a převést tuto informaci do formy ve které je zařízení schopno tento údaj porovnat s databází značek, kterým je vjezd do objektu povolen. Vyhodnocovacímu zařízení poté vyšle signál na elektrickou závoru, která se na danou dobu zvedne a tak umožní vjezd automobilu. Na konci roku 2007 počet instalovaných kamer Intellio v České republice překročil hranici 500 kusů, v lednu 2008 pak vznikla česká pobočka společnosti Intellio. Společnost plánuje pokračovat v masivním technologickém rozvoji. [23] [24]

Vývojáři projevují snahu co nejvíce využít obrazové senzory s dalšími zařízeními, které vyhodnocují snímaný obraz. Využití nových trendů se naskýtá v různých odvětvích.

4.1 Využití v dopravních aplikacích

- měření úsekové rychlosti dopravy
- počítání projíždějících vozidel
- identifikace automobilů pomocí SPZ

4.1.1 Měření úsekové rychlosti dopravy

Zařízení, které měří úsekovou rychlost, detekuje průjezd na červenou, detekuje zákaz vjezdu a průjezdu, zpracovává dopravní statistiku.

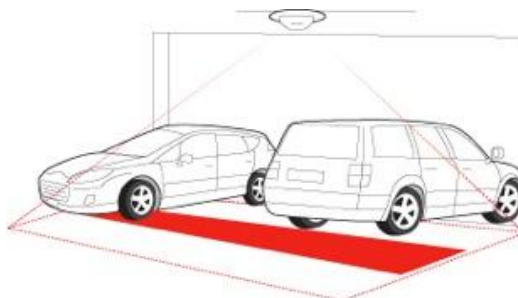
System pracuje na principu videodetekce. Motorové vozidlo projíždějící ve sledované zóně detekuje, zaznamená a pořídí snímek s datem, časem, místem průjezdu, registrační značkou a uloží do databáze systému.



Obr. 25: Měření úsekové rychlosti

4.1.2 Počítání projíždějících vozidel

Používá se u vjezdů a výjezdů z parkovacích prostor. Poskytuje efektivní řešení správy volných parkovacích míst. Zařízení je schopno rozlišit zda sledované vozidlo na parkoviště vjíždí nebo z něj vyjíždí. Zapojení kamer do jedné sítě umožňuje připojení jedné z kamer přímo k obrazovce zobrazující aktuální stav parkoviště.

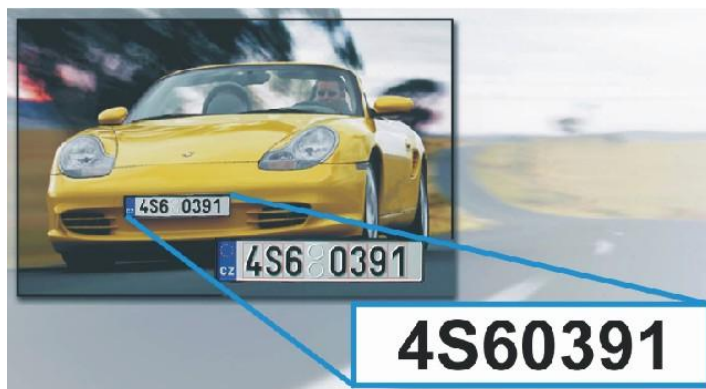


Obr. 26 Počítání projíždějících vozidel

4.1.3 Identifikace automobilů pomocí SPZ

System pracuje s digitalizovanými obrázky vozidel. Pomocí speciální funkce provede rozpoznání SPZ a převede její hodnotu na znaky, které jsou zpracovány v řídicím software.

Vlastní SW řešení obsahuje knihovnu veškerých dostupných typů (fontů) používaných SPZ v rámci celé Evropské unie a většiny států světa. Důležitou vlastností je, že rozpoznává pouze SPZ a nereaguje např. na firemní polepy vozidel.



Obr. 27: Identifikace automobilů pomocí SPZ

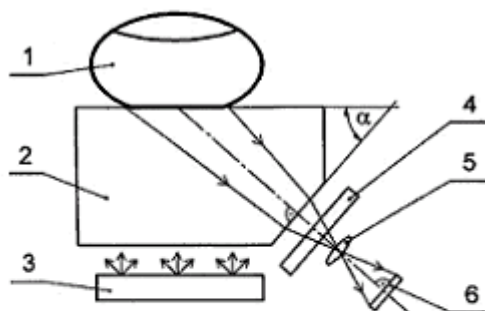
4.2 Využití v přístupových biometrických identifikacích osob:

- podle papilárních linií na prstu
- podle oční duhovky
- podle obličeje
- aj. podle oční sítnice, podle mapy žil na dlani ruky...

4.2.1 Rozpoznání podle papilárních linií na prstu

Princip činnosti snímače je založen na získání otisku prstu pomocí principu rozdílného odrazu, resp. rozptylu světla na rozhraní snímací plochy hranolu a přiloženého prstu. Nikoli tedy samotným otiskem prstu na povrch hranolu, jak je často nepřesně tato technologie vykládána.

Technologie snímání pomocí CCD snímače je nejkvalitnější a do budoucna nejlepší technologií pro toto odvětví. Princip činnosti snímače je založen na získání otisku prstu pomocí principu rozdílného odrazu, resp. rozptylu světla na rozhraní snímací plochy hranolu a přiloženého prstu. Nikoli tedy samotným otiskem prstu na povrch hranolu, jak je často nepřesně tato technologie vykládána. Takovýto zdánlivý obraz otisku prstu, který je přiložen na plochu snímacího hranolu je zobrazen na CCD senzor. Obraz otisku prstu je následně digitalizován a předán ke zpracování algoritmem pro rozpoznávání obrazu. Tento systém je spolehlivý, i když není zcela bez chyby. Otisk vytvořený na povrchu optického hranolu způsobuje leckdy problémy, protože zůstává na snímací ploše a u levných, nesprávně navržených snímačů dochází v dalším kole k nasnímání části otisku předchozího žadatele společně s novým otiskem aktuálního žadatele. Pak dochází k automatickému zamítnutí žadatele, neboť jeho otisk nemůže souhlasit s žádným otiskem v databázi. [14]



Legenda:
 1–přiložený prst, 2–snímací hranol,
 3–osvětlovací soustava, 4–optický filtr,
 5–snímací objektiv, 6–maticový CCD detektor

Obr. 28: Snímač otisku prstů s využitím
 CCD senzoru [14]

4.2.2 Snímače oční duhovky

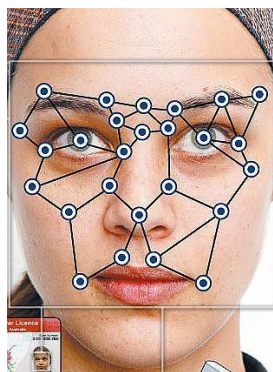
Nejbezpečnější metoda biometrické identifikace, která poskytuje vysokou spolehlivost. Při analýze unikátních charakteristik uživateli duhovky se získaná data ukládají v digitálním tvaru do databáze. Zařízení podobné kameře pořídí za několik sekund soubor snímků oka. V zařízení je objektiv projektující snímky na CCD. Analogové údaje snímků se digitalizují posílají analyzovat do procesoru. Snímky zpracovává speciální software. Program zmapuje duhovku bod po bodu a používá přitom souřadnicový systém, který bere v úvahu jak je zornička rozšířená. Údaje o jasnosti každého bodu shromažďuje a analyzuje. Vytvořený kód je 512bytové binární číslo (tisíce nul a jedniček). Při identifikaci se provede to samé jako při zápisu a taky se vytvoří digitální kód. Ten se porovná s kódem z databáze.



Obr. 29: Snímač oční duhovky

4.2.3 Rozpoznání podle obličeje

Tato technologie, využívá nasnímaných fotografií lidského obličeje. Využívá obrazového senzoru s propojením vyhodnocovacího zařízení, které na snímku vyhledá základní rysy lidského obličeje, jako jsou oči, obočí, nos, ústa apod. Je zde kladený důraz na postavení obličeje před snímačem.



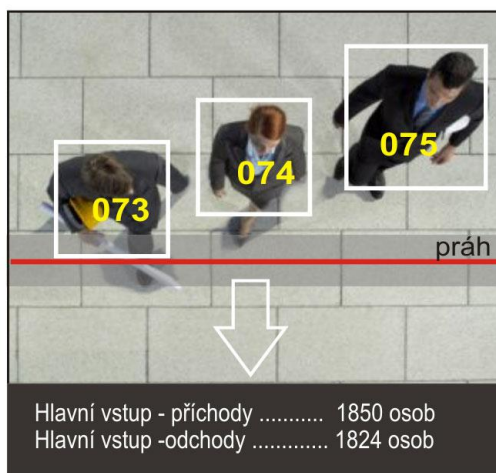
Obr. 30: Rozpoznání
podle obličeje

4.3 Využití při monitoringu osob:

- počítání osob
- řízení vstupu do objektu pomocí 3D senzoru

4.3.1 Počítání osob

Videodetektor s integrovanou kamerou poskytuje informace o počtu osob, kteří vstoupily do objektu umístěného u vchodu do objektu. Používají je velká obchodní střediska pro získání statistik počtu zákazníků, pro měření doby strávené u jednotlivých regálů v libovolných zónách, detekci délky front u pokladny, detekci záměrného nenamarkování zboží u pokladny.



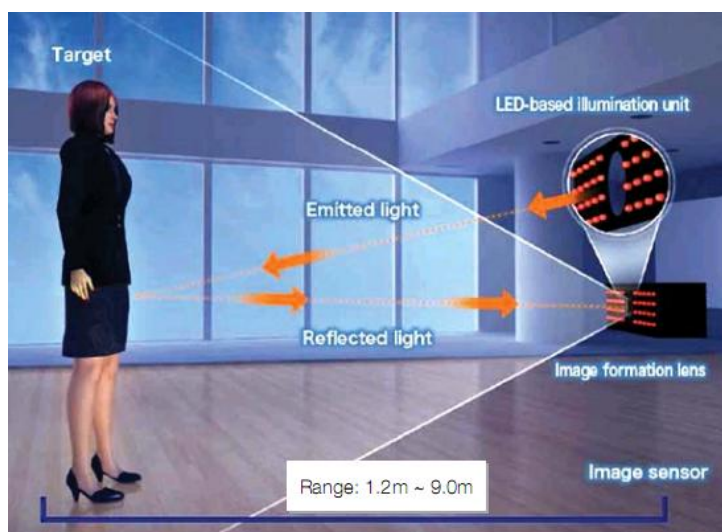
Obr. 31: Počítání osob

4.3.2 Řízení vstupu do objektu pomocí 3D senzoru

Obchodní společnost Panasonic se zabývá vývojem celé řady snímacích technologií. V roce 2010 vyvinula 3D obrazový senzor "D-IMager". Princip 3D obrazového zařízení spočívá s propojením infračerveného led světla s CCD senzorem. Tento systém umožňuje aktivně snímat prostor před senzorem v délce až devíti metrů pod horizontálním úhlem 60° a vertikálním úhlem 44°. Diody, které daný prostor snímají, jsou rozmístěny na přední straně zařízení. Kamera snímá pozici osoby před zařízením, diody mají za úkol určit vzdálenost osoby od zařízení. Zařízení rychle rozpozná změnu polohy osoby, jelikož snímá rychlost 20/30 snímků za sekundu.

Toto zařízení v běžném životě nachází využití jako interaktivní televizor, ke kterému není potřeba televizního ovladače, anebo jako interaktivní billboardy, které dovedou zaujmout kolemjdoucí, své využití ale najde také v bezpečnostních systémech.

Důležitou vlastností tohoto zařízení je schopnost určit, kolik osob se nachází v jím snímané zóně. To je vlastnost, která v průmyslu komerční bezpečnosti není nedůležitá. Tímto způsobem lze řídit vstupy do objektů. Pokud se dané zařízení umístí v okolí vstupu zároveň s přístupovým systémem, je možné nastavit součinnost obou zařízení. Pokud je přístup skrze přístupový systém povolen, tj. pokud byla na přístupové zařízení přiložena jedna identifikační karta, nebo čip, je možné přístup povolit pouze v případě, že se v určité vzdálenosti od vstupu nalézá pouze jedna osoba. [16]



Obr. 32: Funkce 3D obrazového senzoru [17]

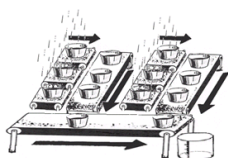
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 EDUKAČNÍ MATERIÁL

Obrazové senzory jsou v průmyslu komerční bezpečnosti častým prvkem v různých zařízeních. Většinou se však obrací pozornost na samotné kamery či fotografické přístroje. Tak se význam jednotlivých typů a provedení obrazových senzorů leckdy zakrývá. Vypracoval jsem edukační prezentaci v programu PowerPoint, která se zabývá obrazovými senzory od součástky jako takové až po využití obrazových senzorů v kamerových systémech. Snažil jsem se ucelit principiální poznatky o jednotlivých senzorech ve srozumitelné formě výkladu. Pro pochopení funkce obrazového snímače je v první řadě důležité si uvědomit, že samotný obrazový snímač pracuje se světlem, kterým je osvětlována snímaná scéna. Viditelné světlo je pak původcem veškeré informace, které lze z obrazu scény vyčíst. Základním prvkem každého obrazového senzoru je křemík. Skrze něj se nám naskýtá plno možností jak světlo z obrazu scény zpracovat. Pokud je světla málo, může to být příčina šumu na výsledném obraze, který senzor produkuje, je-li světla naopak nepřiměřeně moc i tehdy to může působit nepřiměřeně pro výsledný snímek. Výrobci si jsou tohoto jevu vědomi, proto své senzory přizpůsobují k použití v různých světelných podmínkách. V závislosti na zvolené technologii výroby, obrazový senzor přijímá intenzitu světelného záření různými způsoby. Rozlišujeme jich několik. V prezentaci jsou jednotlivé typy čtení intenzity názorně popsány a vysvětleny způsobem, který čtenář pomocí obrázků snadno pochopí. Principy přenosů barevného zaznamenání světla ze senzorů jsou vysvětleny způsobem, který se přibližuje funkci zařízení, které není náročné pochopit. Vzhledem k tomu, že se v reálném senzoru pracuje s elektrodami a napětím, což by mohlo některým čtenářům zakrýt obzory jejich představivosti, je zde tento princip připodobněn k nádobkám, které sbírají fotonový déšť a jež putují na běžícím páse, které je jednodušší si za pomocí použitého obrázku představit.

Výklad - Prokládané snímání

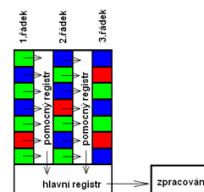
- Světlocitlivé body si můžeme představit jako nádobky
- Každá z nádobek do které dopadají kapky deště (fotony světla), je na samostatném běžícím páse
- Odtud se přesune na běžící pás (pomocný registr), který dopraví nádobky na hlavní pás (hlavní registr)
- Hlavní běžící pás nádobky dopraví do kádě, která měří objem každé nádobky (intenzitu zachyceného světla)



23

Prokládané snímání

- Postupné vyčítání jednotlivých řádků do pomocných registrů a poté do hlavního registru.
- Výhody:
 - Pro záznam video signálů je prokládané prvky ideální. Jednotlivé půlsnímky (sudé a liché řádky) se zpracovávají separátně a nevznikají žádné technické problémy.
- Nevýhody pro digitální fotografii:
 - Je nutné skládat obraz nebo se spokojit s polovičním rozlišením.
 - Zpracování je pomalé



Schématické znázornění procesu snímání

24

Obr. 33: Ukázka snímků prezentace I.

Několik typů snímání obrazu je mezi sebou vzájemně porovnáváno, aby čtenář získal pojem o jednotlivých výhodách a nevýhodách daných senzorů.

Materiál se zabývá rozčleněním využití obrazových senzorů v průmyslu komerční bezpečnosti. Je popsáno jak základní využití v podobě sledované scény v různých odvětvích, tak specializované použití v kombinaci s vyhodnocovacími zařízeními. Všechna tato využití jsou v prezentaci obohacena o doprovodné obrázky, které čtenáři přiblíží danou problematiku a podpoří jeho smysly, k zapamatování si daných využití.

Sledování parkovišť, vjezdů a vstupů do objektu

- Pro kontrolu vjezdů a vstupů do objektu
- Pro sledování činnosti osob na parkovištích
- Pro přehled situace v okolí chráněného objektu
- Kamery mohou využívat funkci pro rozpoznání SPZ

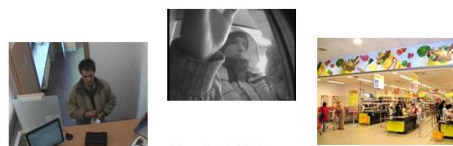


Autor práce: Josef Fiala
FAI UTB ZLÍN, BTSM, 2011

42

Sledování bankovního provozu, provozu v obchodních domech

- Pro sledování vydávání peněžitých částek u pultu, provozu výdejních bankomatů
- Pro sledování zákazníků v nákupních střediscích
- Pro identifikaci případného pachatele



Autor práce: Josef Fiala
FAI UTB ZLÍN, BTSM, 2011

44

Obr. 34: Ukázka snímků prezentace II.

Čtenář je dále seznámen s trendy a vývojem, který se týká obrazových senzorů v praxi. V současné době se vývoj zaměřil na produkci inteligentních kamer, které s pomocí softwaru monitorují, střeží a vyhodnocují dané střežené scény.

Identifikaci automobilů pomocí SPZ

- Systém pracuje s digitalizovanými obrázky vozidel.
- Pomocí speciální funkce provede rozpoznání SPZ a převede její hodnotu na znaky, které jsou zpracovány v řídicím softwaru.
- Vlastní SW řešení obsahuje knihovnu veškerých dostupných typů (fontů) používaných SPZ v rámci celé Evropské unie a většiny států světa.
- Důležitou vlastností je, že rozpoznává pouze SPZ a nereaguje např. na firemní polepy vozidel.

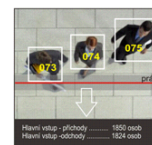
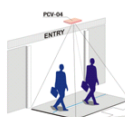


Autor práce: Josef Fiala
FAI UTB ZLÍN, BTSM, 2011

55

Počítání osob

- Videodetektor s integrovanou kamerou poskytuje informace o počtu osob, kteří vstoupili do objektu
- Umístění u vchodu objektu
- Používají velká obchodní střediska pro získání statistik počtu zákazníků
 - počítání zákazníků u vstupu do objektu
 - měření doba strávené u jednotlivých regálů v libovolných zónách
 - detekci délky front u pokladny
 - detekci záměrného nenamarkování zboží u pokladny



Autor práce: Josef Fiala
FAI UTB ZLÍN, BTSM, 2011

60

Obr. 35: Ukázka snímků prezentace III.

6 UPLATNĚNÍ JEDNOTLIVÝCH SENZORŮ V PKB

Každý obrazový senzor má díky své technologii, různé přednosti, které jiné technologie nenabízí. Je důležité, aby každý z používaných senzorů plnil v daném prostředí bezchybně svoji funkci. Aby byl zvolen správný senzor, je nezbytné získat ucelené informace o prostoru, kde bude kamera s obrazovým senzorem použita. Hlavními otázkami jsou:

- Bude kamera umístěna uvnitř či vně objektu?
- Bude snímat spíše statické nebo ryze dynamické scény?
- Bude použita skrytě anebo viditelně?
- Bude dostatečná kvalita obrazu rozhodující?
- Jak velké bude potřeba zorného pole?
- Bude snímat noční či denní scény?
- Jaká bude intenzita osvětlení? (vně - světové strany; uvnitř – zářivky, žárovky)
- Budou kameru při použití ovlivňovat nepříznivé jevy? Jaké?

Takovéto a další otázky nám umožní individuálně zvolit správný typ senzoru.

6.1 Uplatnění prokládaného a progresivního snímání senzorů CCD

Prokládané snímání scény se používá při pevně zabudovaných kamerách. Je náchylné při snímání pohybu, jelikož se záběr se může jevit jako rozmazaný. Toto snímání nachází své využití při sledování pozemků, objektů, plotů, sledování exponátů v muzeích a galeriích a dalších objektech.

Progresivní snímání nachází své uplatnění v otočných kamerách, například v kamerách typu DOME. Při pohybu kamery se nahrávané video nerozmazává. Výhoda těchto kamer spočívá v nemožnosti identifikovat snímanou scénu při pohledu na kameru. Ta je totiž umístěna ve zvenku neprůhledné půlkouli, jejíž použití sebou kromě výhod nese i jistou nevýhodu. Nevýhodou je nutné použití menší velikosti senzoru, je to z důvodu malého prostoru v půlkouli, ve které je kamera uložena. Záznam může při snímání rychlého jevu pro příklad jedoucího vozu působit trochu trhaně, je ovšem zachována jeho celistvost a kvalita. Toho

lze ocenit při zpomalování nahraného záznamu. Snímání nachází své uplatnění při sledování parkovišť, vjezdů, vstupů, sledování provozu na letišti, na přistávacích plošinách a na místech, kde se zaznamenává dynamický pohyb.

6.2 Kamerové systémy s obrazovými senzory SuperCCD

Kamery se SuperCCD obrazovým senzorem mají velké uplatnění při sledování noční scény. Mikroobjektivy, které v senzoru přivádějí zachycené světlo přímo na snímač, jsou velikým pomocníkem při pořizování kvalitního obrazu za snížených viditelných podmínek. Tyto kamery využívají k jednoduššímu zachycení obrazu také infračervený přísvit, tak lze pořídit kvalitní snímek i na vzdálenosti několika desítek metrů.

6.3 Využití CMOS senzorů

Kamery s těmito senzory jsou menší, levnější a úspornější na odběr elektrické energie, nemůžeme však od nich očekávat nejvyšší možnou kvalitu obrazu. Velké omezení těchto kamer představuje špatná citlivost na světlo. Kamery s těmito senzory se využívají v dobře osvětlených prostředích. Při snížených světelných podmínkách kamera produkuje tmavý výsledný obraz, který je plný šumu. Tyto kamery jsou ideálním řešením, kde jejich nasazení ovlivňuje jejich cena a velikost.

6.4 Skryté obrazové senzory

Jsou situace, kdy to jinak nejde a je potřeba pořídit skrytý video záznam, který jasně ukáže, kde je pravda. Dohady jsou odstraněny a leckdy šokující záběry ze skryté kamery pomohou usvědčit zloděje, podvodníky nebo osoby, které mohou druhé lidi poškozovat. Skrytá kamera leckdy odhalí i situace, kterým by člověk bez záznamu ani nevěřil.



Obr. 36: Skrytá kamera se záznamem na SD kartu v bezpečnostním PIR čidle [15]

Skrytý video záznam je ihned pořizován barevnou minikamerou na SD kartu. Záznam lze přehrát na libovolném PC v běžných přehrávačích, například v programu Windows media player. Zařízení má rovněž v příslušenství propojovací kabel na televizor s výstupem cinch, pro nastavení kamery a zkontrolování úhlu záběru a pod.

Kamera je dodávána včetně montážní patky s kloubem. Zařízení může pracovat samostatně i na vlastní 4 tužkové baterie, bez nutnosti napájení ze sítě. Doba provozu však záleží na kapacitě použitých baterií a je cca 2,5 až 6 hodin provozu. Kamera je však dodávána s napájecím zdrojem – adaptérem ze sítě.

Barevná kamera v maketě PIR čidla se záznamem na SD kartu v sobě skrývá obrazový senzor CMOS 1/6", vestavěný objektiv $f=3.62\text{mm}/F2.8$, záznam na SD kartu (max. SDHC 32 GB), komprese, rozlišení záznamu až 640×480 , záznamová rychlost až 25fps, detektor pohybu, žádná kabeláž, ovládání pomocí tlačítek na zadním panelu. [15]

ZÁVĚR

Vývojem obrazových senzorů došlo k využití těchto prvků také v průmyslu komerční bezpečnosti. Podle technologie daných obrazových senzorů se určuje jejich správné použití a umístění ve střežených zónách. Kterákoliv záznamová zařízení, která snímají obraz pomocí obrazových senzorů, jsou schopna zachytit libovolnou scénu v jisté kvalitě. Aby kvalita snímku byla taková, jaká se od snímku vyžaduje, používají se různá záznamová zařízení do různých prostředí. Práce obsahuje edukační materiál, který se zabývá popisem a vysvětlením principů a funkcí obrazových senzorů.

Cílem práce bylo seznámení s obrazovými senzory využívanými v průmyslu komerční bezpečnosti. Popsat jejich princip činnosti, technologii a vhodnost využití. Obrazové senzory poskytují široké možnosti použití, dovolují svoji funkci rozšířit při kombinaci s dalšími zabezpečujícími prvky.

Vývoj obrazových senzorů jde neustále dopředu. Vývojáři velkých firem pracují s dosavadními znalostmi a snaží se co nejefektivněji upravovat stávající typy senzorů. Jejich snaha také směřuje k vývinu nové struktury obrazového senzoru v přijímání světla, při zajištění jednotné a vysoké kvality obrazu.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The development of image sensors has been the use of these elements also in the commercial security industry. According to the technology of the image sensors are determined their proper use and placement in guarded areas. Whatever recording devices that scan an image using image sensors are able to capture any scene in a certain quality. For image quality was such as is required by the image, use the various storage devices in different environments. The work includes educational material which deals description and explanation of the principles and functions of image sensors.

The aim was to introduction with the image sensors used by the commercial security industry. Describe the principle of operation and suitability of the technology. Image sensors provide a widerange of applications, allowing its function to expand in combination with other elements of of securing.

The development of image sensors is constantly forward. Developers of large companies working with existing knowledge and seek the most effective way to modify existing types of sensors. Their effort also aims at development of a new structure of the image sensor to receive light, ensuring a uniform and high image quality.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČANDÍK, Marek. *Technické prostředky bezpečnostního průmyslu*. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2005. 117 s. ISBN 80-7318-328-5.
- [2] KŘEČEK, S.: *Ochrana majetku systémy průmyslové televize*. Praha, Grada, 1997.
- [3] *Encyklopedie fyziky* [online]. c2006-2011 [cit. 2011-05-16]. CCD - základní princip. Dostupné z WWW:
<<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=748>>.
- [4] *Science World* [online]. [cit. 2011-05-16]. Nobelova cena za čip CCD. Dostupné z WWW: <<http://scienceworld.cz/aktuality/nobelova-cena-za-cip-ccd-5164>>.
- [5] PIHAN, Roman . *Digimanie* [online]. c1998-2011 [cit. 2011-05-16]. Vše o formátu RAW – 1.díl. Dostupné z WWW: <http://www.digimanie.cz/art_doc-87481D92051B776BC1257410006AAA3F.html>. ISSN 1214-2190.
- [6] PIHAN, Roman. *Fotografovani.cz* [online]. c2003 [cit. 2011-05-16]. Obrazové problémy digitální fotografie I.- Senzor. Dostupné z WWW: <http://www.fotografovani.cz/art/fotech_df/rom_trouble1.html>.
- [7] PIHAN, Roman . *Grafika : On-line* [online]. c2003 [cit. 2011-05-16]. Obrazové problémy digitální fotografie V. – Problémy záznamu barev. Dostupné z WWW: <http://www.grafika.cz/art/df/rom_trouble5.html>. ISSN 1212-9569.
- [8] BŘEZINA, Jan . *Grafika : On-line* [online]. c2003 [cit. 2011-05-16]. CCD snímáče II. Dostupné z WWW:
<<http://www.grafika.cz/art/hw/clanek472244131.html>>. ISSN 1212-9569.
- [9] BŘEZINA, Jan . *Grafika : On-line* [online]. c2003 [cit. 2011-05-16]. Jak vybírat digitální fotoaparát III. - typ snímáče. Dostupné z WWW:
<http://www.grafika.cz/art/df/df_vyber_3.html>. ISSN 1212-9569.
- [10] ŠURKALA, Milan. *Digimanie* [online]. c1998-2011 [cit. 2011-05-16]. Fotomobily: snímací čipy CMOS vs. CCD. Dostupné z WWW:
<http://www.digimanie.cz/art_doc-67BCCD2DF7A9F53EC125763F0044663D.html>. ISSN 1214-2190.

- [11] ZMEŠKAL, Oldřich. *Principy digitálního záznamu obrazu* [online]. Brno : Fakulta chemická, c2001. 9 s. Seminární práce. Vysoké učení technické v Brně. Dostupné z WWW:
<http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud02_hrakra01.pdf>.
- [12] *Technet.cz* [online]. c1999 – 2011 [cit. 2011-05-16]. Víme, proč máte na fotkách ošklivý šum. Jak pracuje snímací čip v digitálu. Dostupné z WWW:
<http://technet.idnes.cz/vime-proc-mate-na-fotkach-osklivy-sum-jak-pracuje-snimaci-cip-v-digitalu-1ni-tec_foto.asp?c=A070625_094646_tec_foto_jlb>.
- [13] *DigiNeff : internetový průvodce digitální fotografií Ondřeje Neffa* [online]. [cit. 2011-05-16]. Co je to blooming. Dostupné z WWW:
<<http://www.digineff.cz/cojeto/blooming/blooming.html>>.
- [14] *Specialista.info* [online]. c2005 [cit. 2011-05-16]. Biometrika: Snímače pro otisk prstu. Dostupné z WWW:
<<http://magazin.specialista.info/view.php?cisloclanku=2005100402>>.
- [15] *GOLDSILVER : Mluví stříbro, mlčí zlato...* [online]. [cit. 2011-05-16]. Skrytá kamera v bezpečnostním čidle. Dostupné z WWW:
<<http://www.goldsilver.cz/skryta-kamera-v-bezpecnostnim-cidle/>>.
- [16] Panasonic Electric Works Co., Ltd. [online]. c2011 [cit. 2011-05-17]. Proprietary 3D Image Sensor "D-IMager" to be released. Dostupné z WWW:
<<http://panasonic-electric-works.net/news/2010/1005/1005-01.html>>.
- [17] Panasonic Electric Works Co., Ltd. [online]. [cit. 2011-05-17]. D-IMager. Dostupné z WWW: <<http://pewa.panasonic.com/assets/pcsd/catalog/d-imager-catalog.pdf>>.
- [18] MACENAUER, Andrej. *FotoAparát.cz : rádce fotografa* [online]. c1999-2004 [cit. 2011-05-17]. Technologie Super CCD SR. Dostupné z WWW:
<<http://www.fotoaparat.cz/article/2183/print>>. ISSN 1214-049X.
- [19] TOMČÍK, Aleš. *FOTO-VIDEO služby : Aleš Tomčík* [online]. c2011 [cit. 2011-05-18]. Interpolace obrazu. Dostupné z WWW:

<<http://www.fotoalestomcik.estranky.cz/clanky/interpolace-obrazu-fotopojmy-fotonazvy-foto-pojmy-terminologie-nazvoslovi.html>>.

- [20] PIHAN, Roman. Fotografovani.cz [online]. c2003 [cit. 2011-05-18]. Obrazové problémy digitální fotografie II.- Velikost senzoru. Dostupné z WWW: <http://www.fotografovani.cz/art/fotech_df/rom_trouble2.html>.
- [21] *Dpreview.com : Digital Photography Review* [online]. c1998 - 2011 [cit. 2011-05-18]. Making (some) sense out of sensor sizes. Dostupné z WWW: <<http://www.dpreview.com/news/0210/02100402sensormsizes.asp>>.
- [22] NEFF, Ondřej. DigiNeff : internetový průvodce digitální fotografií Ondřeje Neffa [online]. [cit. 2011-05-18]. Foveon system . Dostupné z WWW: <<http://www.digineff.cz/cojeto/ccd/ccd6.html>>.
- [23] Computerworld [online]. 2008 [cit. 2011-05-18]. Inteligentní IP kamery rozliší sebemenší detaily. Dostupné z WWW: <<http://computerworld.cz/hardware/inteligentni-ip-kamery-rozlisi-sebemensi-detaily-1275>>.
- [24] Technický týdeník [online]. [cit. 2011-05-18]. Intellio staví na špičkových technologiích. Dostupné z WWW: <<http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=4176&mark=>>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PKB	Průmysl komerční bezpečnosti
CCD	Charge-Coupled Device - technické zařízení citlivé na elektrický náboj
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductors
RGBG	R – červená, G - zelená, B - modrá, G - zelená
CMYG	C – modrozelená, M – purpurová, Y – žlutá, G – zelená
IP	Internet Protocol – Internetový protokol
SPZ	Státní Poznávací Značka
PIR	Passive Infrared sensor – Pasivní infračervený detektor
SD	Secure Digital – paměťová karta
SDHC	Secure Digital High Capacity – paměťová karta s vysokou kapacitou
fps	Frames Per Second – Snímků za sekundu
3D	Three-dimensional – trojrozměrný

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Poměr tří základních barev.....	13
Obr. 2: Bayerova RGBG maska [19].....	14
Obr. 3: Délka ohniskové vzdálenosti [20].....	14
Obr. 4: Míry senzoru [21]	15
Obr. 5: Přetečení náboje do sousedních buněk – blooming	16
Obr. 6: Použití anti-bloomingových hradel	16
Obr. 7: Aliasing	17
Obr. 8 Antialiasing.....	17
Obr. 9: CCD senzor [6]	18
Obr. 10.: Dopadání fotonů [3]	18
Obr. 11: Prokládané zpracování	19
Obr. 12: Progresivní snímání.....	21
Obr. 13: Mikročočka [6].....	22
Obr. 14: SuperCCD [18].....	23
Obr. 15: Digitální fotoaparát Canon [11].....	24
Obr. 16: Průmyslová kamera CCI4 CMOS.....	24
Obr. 17: Foveon senzor [7]	26
Obr. 18: Sledování objektů	27
Obr. 19: RFID detektory.....	27
Obr. 20: Sledování parkovišť	28
Obr. 21: Sledování exponátů.....	28
Obr. 22: sledování vydávání peněžitých částek	29
Obr. 23: Sledování provozu zdymadel.....	29
Obr. 24: Sledování provozu letišť	30
Obr. 25: Měření úsekové rychlosti	32
Obr. 26 Počítání projíždějících vozidel	33
Obr. 27: Identifikace automobilů pomocí SPZ.....	33
Obr. 28: Snímač otisku prstů s využitím CCD senzoru [14].....	34
Obr. 29: Snímač oční duhovky	35
Obr. 30: Rozpoznání.....	35
Obr. 31: Počítání osob	36

Obr. 32: Funkce 3D obrazového senzoru [17].....	37
Obr. 33: Ukázka snímků prezentace I.....	39
Obr. 34: Ukázka snímků prezentace II.	40
Obr. 35: Ukázka snímků prezentace III.	40
Obr. 36: Skrytá kamera se záznamem na	43

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Tabulka nejčastější velikostí senzorů [21].....	15
Tab. 2: Porovnání CCD x CMOS [12]	26

SEZNAM PŘÍLOH

P I Edukační prezentace v programu PowerPoint.