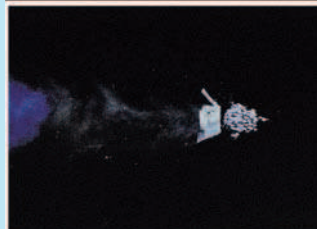


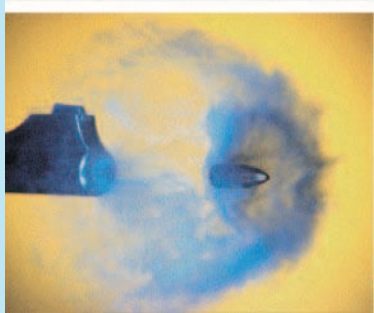
Digitálna analýza obrazu

Vysokorýchlostná kamera

Vysokorýchlostná kamera je zariadenie používané na snímánie filmových záznamov rýchlych dejov. Film s normálnou rýchlosťou pohybu je nahrávaný a prehrávaný normálne rýchlosťou 24 obrázkov za sekundu (frames per second - fps), televízia využíva od 25 fps (kódovanie PAL) až po 30 fps (kódovanie NTSC).

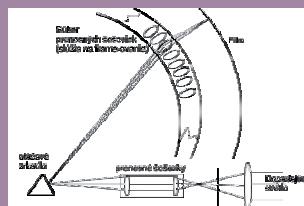


Vysokorýchlostné kamery môžu nahrávať až rýchlosťou 25000 fps a to vďaka tomu, že obraz sa premieta cez rotačný hranol alebo zrkadlo namiesto klapky, ktorá sa využíva v bežných fotokamerách. Ešte rýchlejšie nahrávanie je možné za pomoci špeciálnej elektroniky – CCD (viď vedľajší panel) systému, ktorý môže zaznamenávať až rýchlosťou 25 miliónov fps.



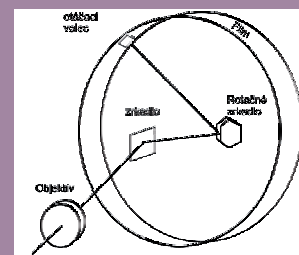
Princíp

V súčasnosti dosahujú vysoké rýchlosti aj kamery používajúce CCD alebo CMOS. Pri určitých usporiadaniach dosahujú tieto podobne ako aj filmové kamery aj ultravysokú rýchlosť. V princípe existujú dva typy týchto kamier, ktoré rozdelíme na základe štruktúry:



a.) pri systéme využívajúcom rotačné zrkadlo, ktoré sa točí s frekvenciou až 20 kHz, je možné zaznamenať až 25 miliónov obrázkov za sekundu

b.) systém využívajúci otáčanie valca, na ktorom je prichytený film, môže zaznamenávať až do 200-tisíc obrázkov za sekundu



Prečo použiť vysokorýchlostnú kameru?

Pochopenie rýchlych dejov je v dnešnej dobe nevyhnutné, keďže sa často vyskytujú v priemysle alebo výskume. Použitím vysokorýchlostných kamier je jedna z najľahších a najefektívnejších ciest ako dosiahnuť požadované informácie. Keď prehráme nahrávku z vysokorýchlostnej kamery alebo dokonca zastavíme a skúmame konkrétny

záber, môžeme vidieť detaily, ktoré by za veľkých rýchlostí ostali nepovšimnuté. Takto sa môže dozvedieť veľa o pohybujúcich sa objektoch. Znova použijeme príklad havárie auta – je úplne jasné, že ak by sme chceli skúmať čo sa deje počas samotnej havárie, tak z nahrávky z normálnej kamery by sme sa toho veľa nedozvedeli (bolo by to veľmi ťažké, ak nie až nemožné proces analyzovať).



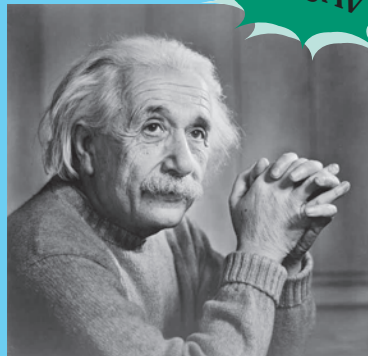
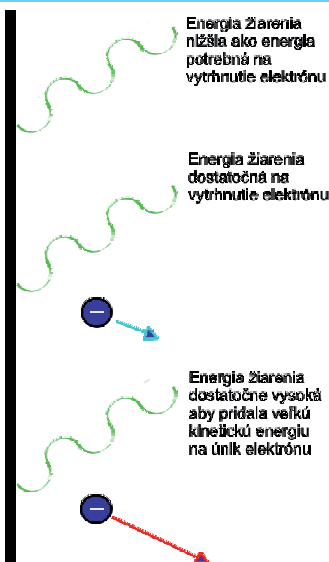
Zachytenie obrazu

Fotoelektrický jav

Píše sa rok 1905 a Albert Einstein zverejnil prácu, kde objasnil fotoelektrický jav, za ktorý dostal v roku 1921 Nobelovu cenu. Princíp je v skratke jednoduchý - bolo pozorované ako sa elektricky neutrálna zinková platnička po osvetlení ultrafialovým žiarením (UV) kladne nabíja. UV fotón tu vlastne narazí do elektrónu v štruktúre zinku. Ak je energia UV fotónu dostatočná, môže „vyraziť“ elektrón z látky, čím sa látka nabíja kladným elektrickým nábojom.

Digitálne kamery využívajú tzv. **vnútorný fotoelektrický jav**, ten vzniká v polovodičoch. Svetlo (aj viditeľné) spôsobuje zvýšenie ich vodivosti. Fotóny narážajú do elektrónov, ale nemajú dostatočnú energiu, aby ich dostali mimo objem látky, a preto elektróny zostávajú v polovodiči, no majú zvýšenú energiu, vďaka čomu sa môžu v látke voľne pohybovať. Takéto elektróny nazývame vodivostné elektróny.

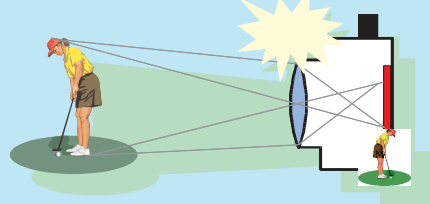
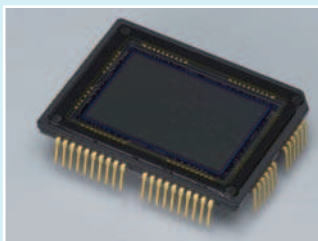
OBJAV



Albert Einstein

Digitálna kamera

Je podobný optický systém ako filmová kamera (fotoaparát), avšak v nej je film nahradený čipom. Obsahuje spojnú optickú sústavu (objektív), ktorá vytvára v rovine čipu skutočný, zmenšený a prevrátený obraz.



Digitálny čip

Ide o integrované pole (maticu) svetlocitlivých mikroskopických prvkov (pixle). Rozmer jedného prvku (pixela) je 5 až 10 μm .

Konštrukčne existujú dva základné typy takýchto čipov:

- CCD (Charged-Coupled Device)
- CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor)

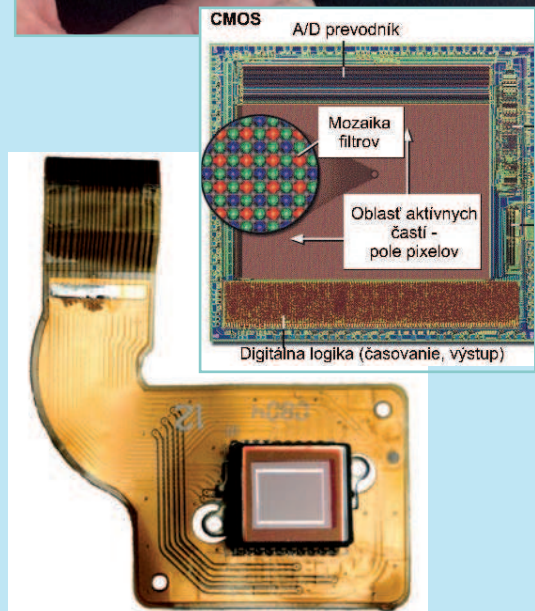
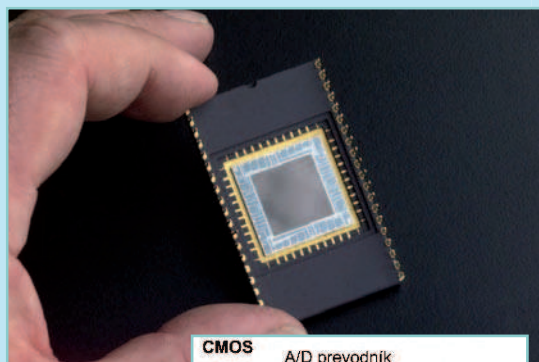
Základným princípom oboch čipov je foto-elektrický efekt, v ktorom ide o premenu svetla na elektrický náboj.

Donedávna boli preferované CCD čipy, avšak dnes zaznamenávame nástup CMOS, a to kvôli lepším vlastnostiam:

- menší šum
- väčšie rozmery čipov
- samotný pixel je menších rozmerov
- menšia spotreba energie

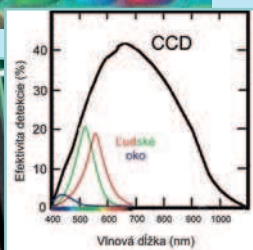
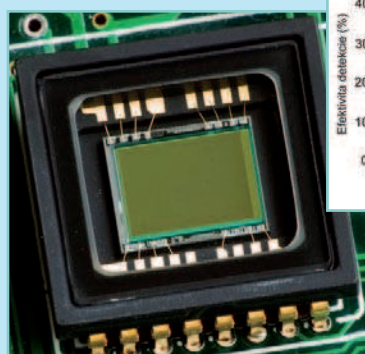
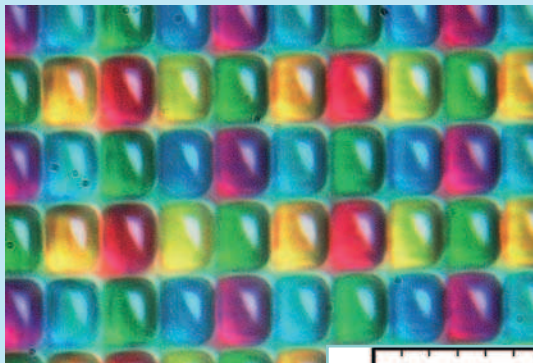
CMOS

Optický signál sa mení na elektrické napätie a zosilňuje priamo v každom pixeli. Snímacia plocha pixelu je menšia a celá plocha čipu je „deravá“, čo sa kompenzuje uložením šošovky nad každým pixelom. Z čipu odchádza už digitalizovaný signál, tzn. že A/D prevodník je vlastne integrovaný na čipe.



CCD

Svetlo dopadá na jednotlivé pixely a tým sa „zbiera“ náboj. Následne sa elektrický náboj postupne po riadkoch alebo stĺpcoch vyčítava do analógovej zbernice. Tá posiela do zosilňovača signál po riadkoch. Z čipu odchádza elektrický analógový (nie digitálny) signál. Tento sa digitalizuje v analógovo-digitálnom prevodníku (A/D). Vytvorený digitalizovaný signál sa posiela do počítača na ďalšie spracovanie alebo uloženie.



Vlastnosti a vady CCD

Dynamický rozsah

Udáva rozsah odtieňov od najtmavšej čiernej po najsvetlejšiu bielu, ktoré je ešte CCD schopné rozlíšiť. Tento rozsah je limitovaný vlastným šumom a kapacitou prvku CCD (tzn. koľko elektrónov po ich vzniku fotoelektrickým javom je schopná zachytiť).

Šum

Vzniká z mnohých rôznych príčin, ale základnou je tepelný pohyb kryštálikov v mriežke polovodiča. Vtedy je možnosť, že sa elektrón uvoľní aj bez pôsobenia fotónu, ten je potom zachytený detektorom a mení sa tak vlastnosť snímaného obrazu. Šum je vlastnosťou každého prvku osobitne, preto je nemožné ho úplne odstrániť.

K odstráneniu šumu sa používajú rôzne postupy - tým základným je zväčšenie plochy jednej bunky CCD, ktorá tak môže zachytiť viac skutočného svetla z obrazu a minimalizuje tak efekt šumu. Ďalšia možnosť je chladenie (hlavne u vedeckých aparátov), kde sa tak odstráni tepelný pohyb kryštálovej mriežky.

Citlivosť

Udáva sa spravidla ako tzv. ISO citlivosť, čo je vlastne citlivosť filmu. Pri digitálnych aparátoch je prístroj vybavený prepínačom citlivosti, ktorý funguje ako zosilňovač obrazového signálu s prepínateľným zosilnením. Avšak zvýšením citlivosti sa zvýši aj šum.

Vinetácia

Pretože jednotlivé bunky sú vybavené šošovkami, je nutné aby svetelné lúče dopadali v čo najkolmejšom smere. Avšak v bežnom objektíve dopadajú lúče kolmo len v jeho strede, smerom k okraju sa ich uhol zväčšuje. Toto sa prejaví ako postupné tmavnutie obrazu smerom k okraju.

Blooming

K tomuto javu dochádza pri snímaní objektu s nadmerným jasom. Na pixely dopadá toľko svetla, že ich kapacita pretečie a nadbytočné elektróny sa roztečú do okolitých pixelov v rade, takže okolo svetla vzniknú rovnobežné čiarky nepravidelných dĺžok.

Základné vlastnosti ľudského videnia

Ľudské vizuálne vnímanie je citlivé na kontrast, ostrosť, vnímanie hranice a farbu. Každé z nich môže vytvárať vizuálne paradoxy.

kontrast – pomer medzi priemerným jasom objektu a priemerným jasom pozadia.

farba – pri normálnom osvetlení je ľudské oko citlivejšie na farbu ako na jas.

prenikavosť – je schopnosť nájsť detaily v obraze - ľudské oko je senzitivnejšie na náhle zmeny jasu.

hranice objektu – nesú najviac informácie. Môžeme pozorovať tzv. Ebbinghausovu ilúziu – kruh medzi malými a veľkými kruhmi vyzerá odlišne veľký



Počítačové videnie

Ľudské videnie je jednoduché a prirodzené, avšak jeho počítačové napodobňovanie je zložité.

Videnie umožňuje ľuďom vnímať a rozumieť svetu okolo nich. Počítačom to chceme napodobniť. Je to však zložité, lebo žijeme v 3D svete a počítačom dodávame 2D informáciu. Problémom sú aj statické a dynamické obrazy.

Môžeme identifikovať nižšiu a vyššiu úroveň počítačového videnia. Postupnosť spracovania sa člení na získanie digitálneho obrazu, predspracovanie, segmentáciu, opis, rozpoznávanie a porozumenie.

Nižšia úroveň – spracovanie obrazu (získanie a predspracovanie)

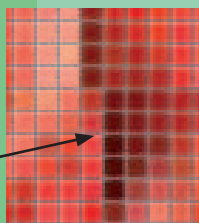
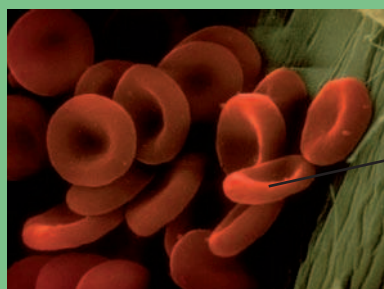
Vyššia úroveň – porozumenie obrazu (segmentácia, opis, rozpoznávanie a porozumenie).

Grafika

Existujú dva základné typy reprezentácie rozmerných grafických objektov, teda obrázkov:

Bitová mapa

Je to pravouhlá tabuľka čísel, kde každá bunka tabuľky zodpovedá malej časti obrázku - pixelu. Každý pixel má svoju presnú polohu a obsahuje číslo farebného odtieňa.



Vektorová grafika

Obrázok pozostáva z rôznych geometrických útvarov - úsečka, krivka, obdĺžnik, elipsa, kruh, mnohoúhelník, šípka, textové pole.

Každý objekt má určité vlastnosti

- čiara (hrúbka, farba, tvar šípky)
- výplň (farba, šrafovanie, priehľadnosť)

Vektory nepodliehajú deformáciám pri zväčšovaní a zmenšovaní a v porovnaní s bitmapou zaberať omnoho menej miesta. Avšak na niektoré typy grafiky (fotografie, neostre kresby ...) sa vektorová grafika nehodí.



Úprava obrázku

Digitalizácia

Je to prevod obrázku na číselnú maticu. Pozostáva z dvoch procesov - vzorkovanie a kvantizácia farby.

Vzorkovanie

Prvý stupeň digitalizácie obrázku. Obráz sa rozdelí na malé body (pixely), ktoré ležia v pravouhlej matici. Sú to vlastne od seba rovnako vzdialené body. Pod pojmom vzorkovací interval rozumieme vzdialenosť dvoch susedných bodov.

Napríklad rozmer pixelu digitálnej kamery je 5 až 10 μm .

Kvantizácia farby

Ide o premenu farby na číselný kód, kde každý pixel má svoj farebný odtieň.

V prípade grayscale (čiernobiely obrázky) sa mu priradí odtieň sivej. Pre farebný odtieň pixelu je to priemer farby plochy, ktorú na obrázku zaberá.

Priradené číslo farebného odtieňa zároveň udáva farebný model, ktorý obrázok používa (Grayscale, RGB, CMYK, HSL a iné).

Predspracovanie obrazu

Cieľom predspracovania je zlepšenie kvality obrazových dát, ktorá potlačí neželané deformácie a skreslenia alebo zlepši niektoré črty obrazu, ktoré sú dôležité z hľadiska ďalšieho spracovania.

Existujú tri základné typy metód predspracovania:

- * Jasové transformácie – transformácia závisí od vlastností pixela samotného
- * Geometrické transformácie
- * Lokálne predspracovanie – transformácia závisí od samotného pixela a jeho okolia

Vyhladzovanie obrazu

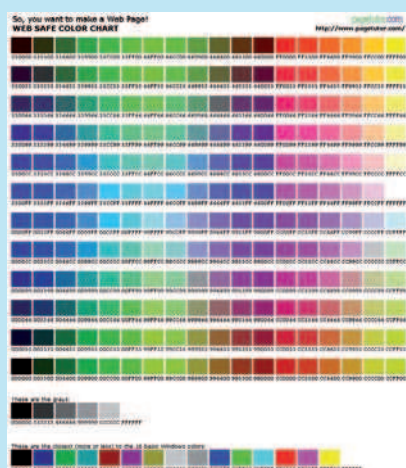
Cieľom vyhladzovania je potlačiť šum alebo malé fluktuácie v obraze s využitím redundancie (nadbytočnosti) obrazových dát; je ekvivalentný potlačeniu vyšších frekvencií, čiže nízkofrekvenčnému frekvenčnému filteru.

Vyhladzovanie je založené na priemerovaní jasových hodnôt v nejakom okolí pixela. Jeho nevýhodou je rozmazávanie hrán. Sofistikovanejšie metódy redukujú rozmazávanie hrán priemerovaním v homogénnom okolí.

Histogram

Histogram je graf, ktorý udáva prehľad o tom, koľko pixelov je na snímku obsiahnutých v škále od najtmavšieho po najsvetlejší. Ide o graf početností jednotlivých úrovní farieb alebo urovní sivej v danom obrázku

x-ová os - úroveň farby
y-ová os - počet (početnosť) pixelov s danou úrovňou



priradené čísla
farebnej škály
pre HTML kód