

***Vstupno-výstupné
zariadenia pre vizuálne
rozhranie***

Juraj Kačur

ÚMIKT, FEI STU, Bratislava

Obsah

- Objektív
 - Konštrukcia, činnosť, typy
- Fotoaparát- Kamery
 - Konštrukcia, činnosť, typy
- Katódová obrazovka
- Displeje (LCD, Plazmový, OLED, QLED, 3D displeje)
- Data projektor
- Laser
- Hologram

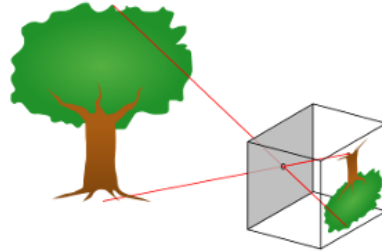
2

Na samotné sprostredkovanie vizuálnej modality na rozhraní človek stroj slúžia vstupne a výstupne senzory. V testov štádi sa preto budeme venovať základnému a prehľadnému najpoužívanejším, resp. najznámejším technológiám ktoré sú pre túto modalitu určené.

Objektív

- Objektív

- Najčastejšie je to šošovka, sústava šošoviek, ktorá opticky vhodne mení obraz pre ďalšie spracovanie, napr. jeho premietnutie na svetlo citlivú vrstvu
- Môže to byť len jednoduchý otvor
- Prvý objektív (fotoaparát) camera obscura a fotka pravdepodobne turínske plátno, da Vinci

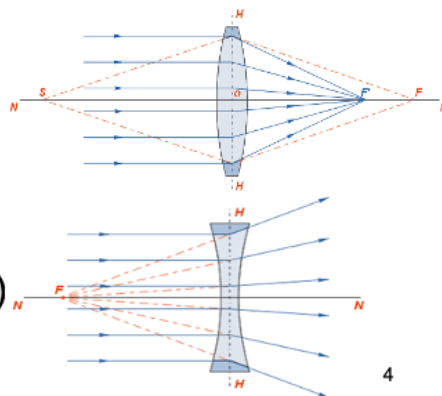


3

Prvá časť je venovaná vstupným senzorum či už pre statické alebo pohyblivé obrázky, teda fotoaparátom a kamerám. Základom každej kamery alebo fotoaparátu je objektív.

Objektív

- Funkcia šošovky
 - Priehľadné teleso, ktoré paralelné svetelné lúče sústreďuje alebo rozptyľuje
- Typy šošoviek
 - Spojka: sústreďuje (Kladná ohnisková vzd.)
 - Rozptylka: rozptyľuje (Záporná ohnisková vzd.)



4

Základom moderných objektívov sú šošovky, pričom ich typy, delenie a vlastnosti sú nasledovane:

Objektív

– Spojky sa delia:

1. dvojevypuklé
2. ploskovypuklé
3. dutovypuklé



1 2 3

– Rozptylky sa delia:

4. dvojduté
5. ploskovyduté
6. vypukloduté

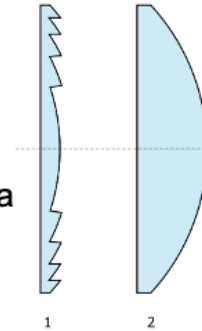


4 5 6

Objektív

– Typy podľa tvaru:

- Cylindrická (časť valca)
- Multifokálna (viacero ohniskových vzd.)
- Fresnelová : rastrovanie guľovej plochy
- Asferická: je rotačne symetrická, ale nie guľa
- ...



- **Parametre šošoviek**

- vzdialenosť predmetová S_1 (kladná pred, záporná za šošovkou)
- vzdialenosť obrazová S_2 (kladná za, záporná pred šošovkou)

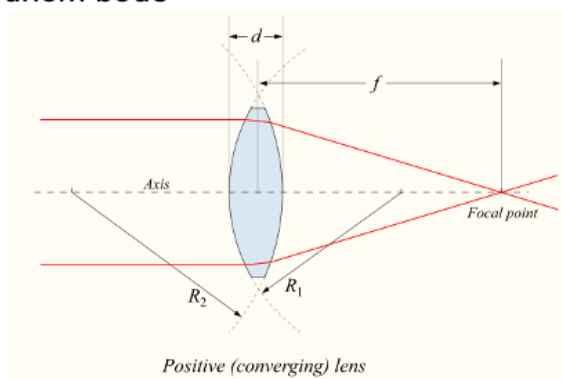
6

Základné parametre šošoviek spolu s ich jednoduchým vysvetlením sú uvedené ďalej aj za pomoci vhodnej grafiky.

Objektív

– Ohnisková vzdialenosť (OV) f

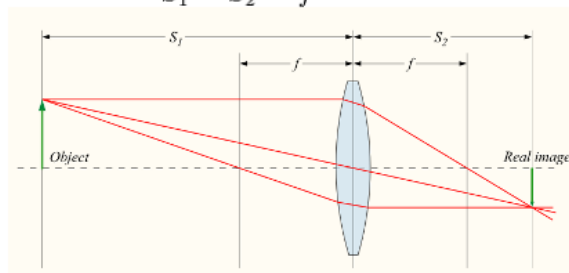
- Kde sa schádzajú rovnobežné lúče za šošovkou
- Aby bol objekt "ostrý" musia sa všetky lúče z daného bodu stretnúť na zobrazovacej rovine v jednom bode



Objektív

– Zobrazovacia rovnica pre tenkú šošovku

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} = \frac{1}{f}$$



– Pomer veľkostí, zväčšenie $Z = \text{obraz/objekt} = S_2/S_1$

Pre analýzu tenkej šošovky sa používa nasledovná zobrazovacia rovnica.

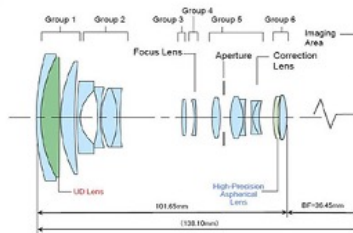
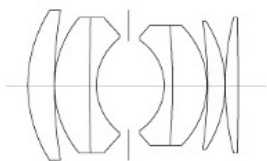
Objektív

- Konštrukcia objektívu
 - 3 základné časti
 - Tubus: nachádzajú sa tam sady šošoviek, ktoré upravujú tok svetla (ostroť pre rôzne vzdialenosti, korekcie chýb)
 - Clona: ovláda množstvo dopadajúceho svetla, vplýva na kontrast
 - Elektronicko-mechanické časti : ovládanie funkcie objektívu cez fotoaparát a jeho mechanické prepojenie

9

Samotný-moderný objektív sa zvyčajne skladá z 3 časti, ktoré majú nasledovne funkcie

Objektív



10

Príklady objektívu s pohyblivou a nepohyblivou ohniskovou vzdialenosťou aj so sústavou potrebných šošoviek

Objektív

- Vlastnosti objektívov
 - Ohnisková vzdialenosť- ako ďaleko vzdialené predmety sa dokážu ostro premietnuť na svetlo citlivú časť
 - Zorný uhol
 - Súvisí s ohniskovou vzdialenosťou a veľkosťou snímača
 - Pomer veľkosti snímača ku ohniskovej vzdialenosti
 - Širokouhlé: krátka OV
 - Extrém „Rybie oko“ 180st.
 - Normálne: 50st. (oko) najprirodzenejšie, ľudská perspektíva
 - Teleobjektív: veľmi dlhá OV nad 125mm, malý zorný uhol, „veľký zoom“

11

Niektoré so zahnaných parametrov opisujúcich vlastnosti objektívu ako výsledného celku sú v stručnosti opísane v nasledovnom texte. Tieto sú dôležité pre správny vyber objektívu pre konkrétne prostredie a nasadenie.

Objektív

– Svetlosť

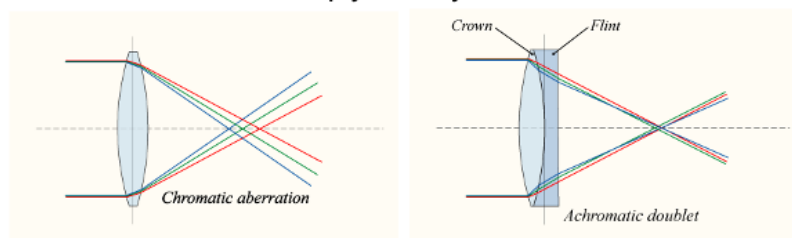
- Podiel svetla, ktorý objektív prepusti
- Je to dané pomerom OV optickej sústavy ku priemeru objektívu (aktívnej časti), t.j. f/d
- Veľmi kvalitne s pevnou OV majú hodnoty max.: $f/1,4 - f/1,8$.
- Niekedy je uvádzané aj ako $1/P$; P pomer čo prepustí, t.j. 2 prepusti $\frac{1}{2}$ svetla, atď.
- Ideál 1

– Hĺbka ostrosti

- Rozsah do ktorého je objektív ešte schopný zobrazíť vzdialený objekt ostro

Objektív

- Chyby optickej sústavy
 - Fyzikálne (vlastnosti materiálov)
 - Chromatická aberácia
 - Index lomu závisí od frekvencie (rozklad farieb na hranole)
 - Každá farba má preto inú O.V.
 - Obraz je potom farebne rozostrený
 - Eliminácia- rozptylka s iným materiálom



13

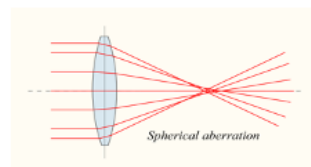
Každý objektív vo väčšej či menšej miere vnášajú iste deformácie- chyby zobrazenia. Tieto sú dane buď nedokonalou výrobou alebo samotnou fyzikálnou podstatou (chromatická aberácia). Týchto chyb je viacero druhov a medzi tie najzakladanejšie patria nasledovne. Tieto chyby sú v stručnosti vysvetlené aj za pomoci grafickej interpretácie.

Objektív

– Geometrické

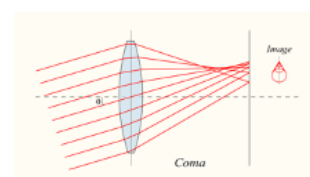
- Sférická aberácia

- Na okrajoch sa viac ohýbajú lúče ako v strede, nedochádza k vzniku jedného ohniska



- Koma

- Bod mimo hlavnej osi sa zobrazí ako kométa
- Čím viac mimo, tým väčšia chyba
- Po prechode lúče nemajú osovú symetriu



- a iné...

14

Fotoaparát

- Fotoaparát konštrukcia

- Objektív a clona

- zaostrenie (lúče z jedného bodu sa stretávajú na jednom mieste citlivej vrstvy)
 - manuálne
 - automatické
 - Aktívne : meranie vzd. napr. pomocou infra lúča
 - Pasívne : sám si pohybuje šošovkou, vyhodnocuje kontrast

- Závierka

- otvorenie v čase fotografovania
 - expozičný čas 1/32000s až 60s
 - Dlhší, viac svetla, neostrosť kvôli pohybu

15

Samotne zariadenie na získavanie statických obrázkov a ich prevod do vhodnej podoby pre ďalšie spracovanie je fotoaparát. Tých existuje viacero tried, pre rôzne použitia so špecifickými vlastnosťami. Tato časť sa bude venovať ich deleniu, konštrukcii a opisu ich základných vlastností.

Fotoaparát

- Fotoaparát typy

- Podľa svetlo citlivej vrstvy

- Doskové: chemická látka na povrchu, mení farbu podľa osvetlenia
 - Filmové
 - Okamžité (polaroid)
 - Digitálne: prevedenie svetla na el. prúd (náboj)

- Podľa konštrukcie

- Komora s dierkou (pinhole)
 - Najjednoduchší, len úzka dierka, predmet je vždy menší a prevrátený, zachovával perspektívu

Fotoaparát

- **Kompakt**
 - Všetky časti sú súčasťou fotoaparátu a dajú sa efektívne zložiť a použiť- objektív sa stiahne a vytiahne (kompaktné telo)
- **Okamžitý fotoaparát**
 - Sám vyvolá fotku v krátkom čase (polaroid)
- **Systemový**
 - Profesionálny
 - K telu sú pripojené prvky, ktoré sa podľa potreby dajú vymeniť alebo použiť (objektív, clona, blesk)
- **Fotoaparát s hľadáčikom**
 - Má priezor, ktorým možno sledovať scénu, nejde cez objektív, trochu iný pohľad

Fotoaparát

- Zrkadlovka
 - Jednooká
 - » Cez zrkadlo sa prevádza svetlo z objektívu buď do hľadáčku, alebo na svetlo citlivý sensor
 - Dvojoká
 - » Dva objektívy (svetlo citlivý sensor, hľadáček s pevným zrkadlom)
- Fotogrammetická kamera
 - S veľmi nízkymi chybami, resp. sú kalibrované
 - Vhodné na meracie účely

Fotoaparát

- Svetlo citlivý senzor
 - Prevedenie svetla na náboj
 - Technológie
 - Snímacie elektrónky (už sa nepoužívajú)
 - Polovodiče
 - CCD nábojovo viazané prvky
 - CMOS tranzistory

19

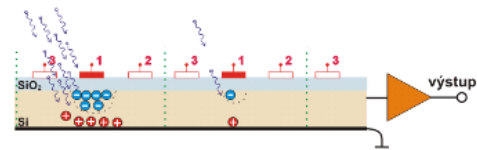
Veľmi významnou črtou fotoaparátov je spôsob prevodu svetla do vhodnej formy- najčastejšie el. signál. Teda typ , konštrukcia a vlastnosti svetlocitliveho senzora. V súčasnosti najpoužívanéjšie sú cipy založene na tzv. CCD a CMOS- tranzistory.

Fotoaparát

- CCD

- Princíp CCD

- Fotóny presunú elektróny v atóme do vyšších dráh
 - Sú priťahované poľom
 - Ostanú tam diery



- Fázy činnosti

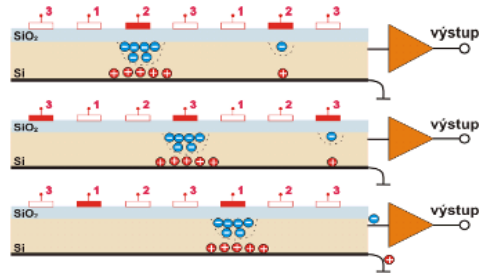
- Vymazanie: vynulovanie napätia (odvedenie voľných elektrónov)
 - Expozícia
 - Snímanie: presúvanie elektrónov postupne pixel po pixli ku zosilňovaču

20

Na danom obazku je naznaceny sposob vzniku el. Signalu na CCD cipe a fazy jeho cinnosti.

Fotoaparát

– Princíp postupného snímania



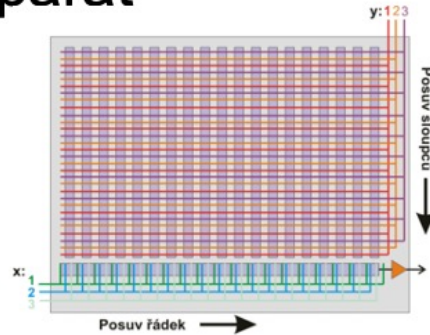
– Usporiadanie

- Lineárne: v riadku, snímanie 2D – pohyb riadku po ploche

Spôsob ako sa voľné náboje ktoré zodpovedajú miere osvetlenia v danom mieste prenesú s cipu von je zobrazený na obrázku.

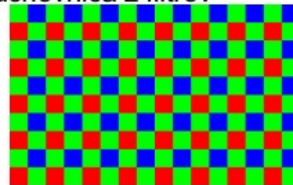
Fotoaparát

- Plošné



- Farebné

- 3 samostatné čipy pre RGB
- Jednočípové je tam šachovnica z filtrov



22

Na nasledovných obrázkoch je zobrazené usporiadanie v rovine 2D prípad, kde sa citajú stĺpce a riadky postupne, ako je spôsob získavania farebných zložiek pre prípad jedno-čipovej technológie.

Fotoaparát

– Vlastnosti

- Pomer strán 3:2, 4:3, 16:9
- Rozlíšenie: 5 až 12Mpixel (amatéri), 100-200Mp (profi- 2021)
- Dynamika: koľko úrovní od maxima po minimum
 - Limity: šum (tepelný) a max kapacita bunky
- Citlivosť: koľko svetla stačí na vybudenie
- Účinnosť: kremík len 25% svetla na el. prúd

– CMOS tranzistory

- Poľom riadené
- Vznik náboja ten istý princíp (fotoelektrický jav)
- Iný spôsob prenosu signálu z fotocitlivej vrstvy von z čipu²³

Základné parametre svetlo citlivých senzorov sú zhrnuté na nasledovných bodoch.

Kamera

- Druh fotoaparátu pre snímanie pohyblivých obrázkov
 - Min. 24 obrázkov/s, aj niekoľko tisíc /s
 - Filmová kamera: nahrávanie na film 24 obrázkov/s
 - Televízna (elektronická) kamera: prevod na el. signál, uloženie na prenosové médium
- Podľa použitia a kvality sa delia:
 - Televíznu: pre TV vysielanie, klasicky: 25 snímkou (50 polsnímkov)/s, SD: 576x768 bodov, HD: 1080x1920 bodov, 4K, 8k...

24

V tejto časti sa venujeme opisu špecifických vlastností senzorov ktoré zaznamenávajú video signál teda pohyblivé obrázky. Tieto senzory sa nazývajú kamery. Opäť existuje viacero druhov s rôznymi špecifickými vlastnosťami potrebnými pre tú ktorú aplikáciu. Tieto sú v bodoch naznačené ďalej.

Kamera

- Video: analóg el. signál na mag. médium (systémy: VHS, Betamax, atď.) aj so zvukom
- Digitálnu: záznam sa digitalizuje a ukladá sa komprimovaný (MPEG-2,4 , H.264) na záznamové médiu (mag. páska, pamäťové karty,...)
- Web: vstupné zariadenie pre počítač, posiela statický alebo pohyblivý digitálny signál, typicky: 640x480 pixelov, USB pripojenie, pevný focus (aj diaľkové ovládanie: smer, focus)

Kamera

- Fotogrametrická: meracie účely, kalibrovaná
- Bezpečnostnú
- Triková
- 3D kamera: 2 objektívy presne nastavené, vedľa seba dva obrázky z iných uhlov
- Atd'.

Zobrazovacie jednotky

- Katódová obrazovka (CRT)
 - Urýchľovač elektrónov
 - Zväzok elektrónov sa vychyluje po tienidle, kde je umiestnená luminiscenčná vrstva (po dopade elektrónov sa rozsvieti)
 - Vychyľovanie
 - Elektromagnetické: TV obrazovky, väčší uhol vychýlenia 110st, nižšie frekvencie, väčšie rušenie
 - Elektrostatické: osciloskopy, menší uhol, vyššie frekvencie a menšie rušenie z okolia



27

Senzory- zariadenie ktoré slúžia na sprostredkovanie vizuálnej modality poskytovanej na danom rozhraní strojom cloveku sa vo všeobecnosti nazývajú zobrazovacie jednotky, ktorých môže byť veľké množstvo podľa druhu použitia.

V tejto časti sa budeme preto venovať pravé im. Medzi kedysi najbežnejšie patrili katódové obrazovky, s ktorým sa už v súčasní stretne len veľmi zriedka resp. len v špecificky podmienkach. Keďže ale tvorili podstatnú časť histórie domácich televízorov, je im tu tiež venovaná pozornosť (menšia).

Zobrazovacie jednotky

- Katódová obrazovka (CRT)
 - Výhody
 - Veľký sledovací uhol
 - „príjemné“ vnímanie farieb
 - Nevýhody
 - Veľká hĺbka
 - Veľká spotreba
 - Starnutie

Zobrazovacie jednotky

- LCD monitor
 - Založený na tekutých kryštáľoch
 - Medzi dva polarizačné filtre sú umiestnené vrstvy tekutých krištáľov
 - Filtre majú na seba kolmú polarizáciu
 - Kryštály sú formované tak, aby natáčali postupne polaritu o 90st.
 - Preto svetlo prejde v kludovom stave
 - Prívodom el. napätia sa kryštály pootočia, nedosiahnu požadované natočenie polarity
 - Zmenšený prechod svetla

29

V súčasnosti asi najrozšírenejšia zobrazovacia jednotka je založená na LCD displejoch (tekutých kryštáľoch). Existuje ich veľké množstvo druhov s odlišnými vlastnosťami. Základne informácie o princípe ich fungovania, druhoch, vlastnostiach sú uvedene v nasledovných bodoch.

Zobrazovacie jednotky

- Prívodom napätia sa mení celkový prechod svetla
- Je možné aby v kludovom stave svetlo neprechádzalo ale až po privedení prúdu, filtre s rovnakou polaritou
- Medzi filtrami sú aj matice, ktoré privádzajú a ovládajú jednotlivé body
 - Pasívne: dosky s riadky a stĺpcami, obvody indexujú pozícií
 - Aktívne: sú tvorené tranzistormi

Zobrazovacie jednotky

- Farba sa tvorí pomocou intenzity troch R, G a B políčok a kombináciou intenzít



- LCD sú menej energeticky náročné a sú veľmi tenké oproti CRT
- Obnovovacia frekvencia 60 až 480 Hz
- Existuje veľa druhov LCD, napr.: TFT, IPS, MVA, STN,...

31

Zobrazovacie jednotky

- OLED (organické diódy emitujúce svetlo)
 - Medzi priehľadné elektródy sú umiestnené vrstvy, ktoré emitujú a prenášajú náboje a vyžarovacia vrstva
 - Keď je privedené napätie tak kladné a záporné náboje sa spoja vo vyžarovacej vrstve a vyvolajú žiarenie
 - Nepotrebujú podsvietenie ako LCD
 - Ovládanie prvkov:
 - Pasívna mriežka : spínanie riadkov a stĺpcov
 - Aktívne: každý pixel ma vlastný spínač tranzistor, ³² lepšie grafické vlastnosti

Ďalšia vetva vývoja monitorov využila technológiu diód konštruovaných s organických diód, ktoré majú nasledovne vlastnosti, výhody a nevýhody.

Zobrazovacie jednotky

- Existuje viacero variant, napr. : WHOLED, FOLED, TOLED, PHOLED,...
- Zobrazenie farby
 - Body s RGB zložkami sú umiestnené pri sebe
 - Skladaný OLED: RGB sú na sebe vo vrstvách, vytvárajú výslednú farbu, menšia štrbina medzi pixelmi
- Výhody
 - Dajú sa tlačiť
 - Môžu byť na ohybných podkladoch
 - Lepšia účinnosť

33

Zobrazovacie jednotky

- Nižšia hmotnosť
- Vyšší pozorovací uhol
- Mala časová odozva: frekvencia opakovania až 100kHz
- Nevýhody
 - Životnosť cca 20k hod. LCD-LED až 40 kHod.
 - Farebná nevyváženosť: farby degradujú rôznou rýchlosťou
 - Poškodenie vodou
 - Pri bielych stránkach až 3x vyššia spotreba ako pri LCD

34

Zobrazovacie jednotky

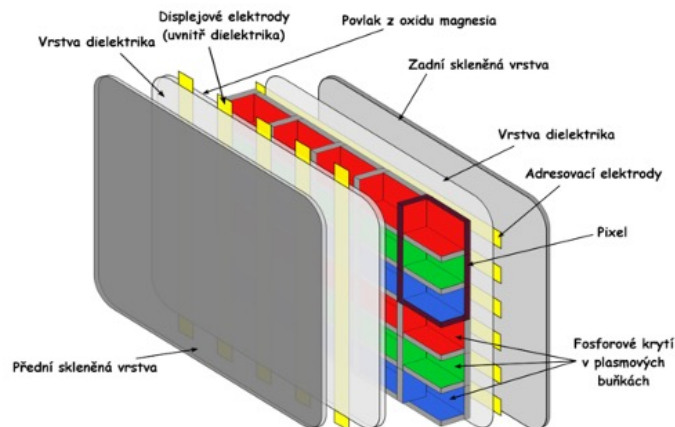
- Plazmový display
 - Skladá sa z buniek s ionizovaným plynom
 - Keď sa privedie dostatočné napätie vzniká plazma, dochádza k emitovaniu UV žiareniu
 - UV žiarenie dopadne na luminofor a ten generuje fotóny svetla (podľa jeho farby)
 - Najprv sa bunky pred-nabijú vhodným napätím (zobrazovacie elektródy) a potom sa privedie (striedavé) napätie na celú obrazovku (adresovacie elektródy)
 - Pred-napätie spôsobí u chcených buniek vznik výboja- plazmy pri privedení napätia na celú obrazovku

35

Medzi populárne displeje najmä pri väčších rozmeroch boli tzv. Plazmové displeje, ktoré využívajú výboj v plyne ktorý vytvorí plazmu a ta pomocou špeciálnej latky zvanej luminofor transformuje žiarenie (UV) generovane plazmou na viditeľne svetlo. V ďalšom sú spomenuté základne črty fungovania a vlastnosti takýchto monitorov.


Zobrazovacie jednotky

- Striedavé napätie udržiava stály výboj (ináč by zhasol)
- Intenzita je daná počtom a šírkou výbojov počas snímky (256 úrovní)



36

Zobrazovacie jednotky

- Výhody
 - Životnosť 100k hod.
 - Veľký uhol sledovania 178st
 - Presnejšie zobrazenie farieb ako LCD
 - Veľké obrazovky, 4m
- Nevýhody
 - Dochádza k vyhoreniu plynov
 - Rozstup bodov 0:3mm  min. veľkosť obrazovky je 37 palcov
 - Cena

Zobrazovacie jednotky

- QLED (quantum dot light-emitting diode)
 - Nanokrystaly (“kvantové” body) ktoré sú zdrojom monochromatického svetla
 - Veľkosť a tvar týchto bodov určuje farbu, ktorú emitujú
 - 2 varianty:
 - Svetlo emitujúce -podsvietenie modra dióda (najčastejšie)
 - Elektro emitujúce -emitujú svetlo prívodom napätia
- Výhody
 - najčistejšie biele svetlo, najväčšia svietivosť
 - Dajú sa tlačiť, flexibilné displeje
 - 30-50% vyššia účinnosť oproti LCD
- Nevýhody
 - Cena, presnosť

38

Jedna z posledných technológií, ktoré sa masívnejšie uplatnili v konštrukcii displejov je využitie nanokrystalov ktoré sú zdrojom monochromatického svetla a tieto monitory sa nazývajú QLED.

Zobrazovacie jednotky

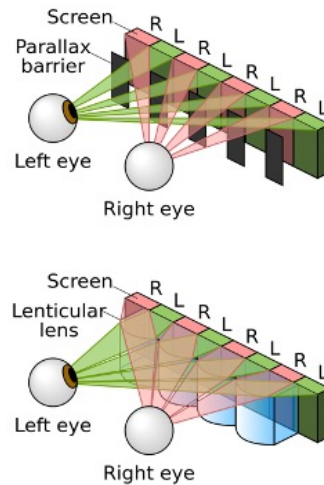
- „3D“ monitory
 - Stereo obrazy: 2x 2D obrazy z rôznych uhlov
 - 3D obraz je skutočné priestorový (hologramy), keď pohneme očami vidíme niečo iné, čo sa nedá pri stereoskopii (2x2D obrazy pre obe oči)!
 - Vysielajú dva obrazy pre pravé a ľavé oko
 - Viacero spôsobov realizácie na 2D :
 - Polarizácia (polarizačné okuliare, každé oko iná polarita)
 - Zatmievanie (okuliare synchronne s monitorom)
 - Interferenčný filter (pre každé oko iné frekvencie RGB)
 - Atd.

39

Okrem klasických displejov umožňujúcich 2D vnem scény, sa začali používať aj displeje ktoré sprostredkujú 3D vnem s využitím stereoskopického videnia pomocou dvoch 2D obrazov vysielaných pre pravé a ľavé oko zvlášť s využitím jednej zobrazovacej jednotky. Na to ako to urobiť existuje viacero postupov, pričom väčšina z nich vyžaduje špeciálne okuliare spolupracujúce s daným displejom.

Zobrazovacie jednotky

- „3D“ monitory
 - Autostereoskopické displeje
 - Nevyžadujú okuliare, vnem je vytvorený v samotnom monitore, t.j. sú obrázky pre pravé aj ľavé oko naraz, len závisí od uhlu pozorovania
 - Viacero technológií, napr. Parallax barrier, lenticular arrays



40

Existuje aj skupina displejov ktoré sú schopne sprostredkovať 3D vnem aj bez nutnosti nosenia špeciálnych okuliarov, kedy je priamo z konštrukcie monitora umožnene vysielat pri vhodných uhloch súčasne obrazy pre pravé a ľavé oko, a to ci už pomocou bariér alebo šošoviek.

Zobrazovacie jednotky

- Dataprojektor
 - Obraz je premietaný na plátno
- Technológie
 - LCD
 - Zdroj svetla lampa
 - Svetlo prechádza cez LCD čip a cez objektív sa premieta
 - Jedno alebo troj-čipová verzia (svetlo sa rozdelí na RGB a pre každé je samostatný čip)
 - Nevýhody: silne svetlo poškodzuje LCD čipy
 - Výhody: vysoká svietivosť

41

Zariadenia sprostredkujú vizuálny vnem nepriamo tak, že obraz nesvietia na vhodnú zobrazovaciu plochu- plátno sa nazývajú dataprojekry. Využívajú sa pre zobrazenie obrazov na veľké plochy, pre veľa divákov. Aj tu existuje veľa realizácii využívajúcich rôzne technológie so svojimi vlastnosťami, výhodami a nevýhodami.

Zobrazovacie jednotky

– LED

- to isté ako LCD, ale zdrojom svetla sú LED diódy
- Nižšia spotreba, ale malá svietivosť

– DLP (Digital Light Processing)

- Základ je DMD čip (Digital Micromirror Device)
- Je osadený veľkým počtom malých zrkadiel
- Zrkadlá sa vedia rýchlo pohybovať (1000/s)
- Odrážajú svetlo podľa potreby
- Zrkadielko zodpovedá zvyčajne jednému pixlu
- Farba vzniká rýchle rotujúcim RGB filtrom pred zrkadlom (1 čipová technika)
- 3 čipová každý čip realizuje jednu zložku

– Iné: LCOS, CRT, s laserom...

42

Zobrazovacie jednotky

- Parametre
 - Rozlíšenie
 - Svietivosť
 - Kontrast
 - Životnosť lampy
 - Hlučnosť

43

Pri zobrazovacích jednotkách si musím všímať najmä nasledovne parametre, ktorých význam sa môže meniť pre rozdielne aplikácie a podmienky nasadania.

Zobrazovacie jednotky

- Lasery
 - Zdroj úzkeho koherentného a monochromatického svetla
 - Môže dosahovať veľké intenzity
 - Použitie: mechanika - rezanie, medicína, zobrazovanie (laserové show, hologramy)
 - Časti
 - Zdroj energie
 - excitácia atómov prechod elektrónov na vyššie úrovne, výbojka
 - Aktívne prostredie
 - materiál ktorého atómy sú excitované, môže to byť pevná látka (kryštál), plyn (aj zmes), polovodič

44

Dôležitým prvkom pri mnohých moderných zobrazovacích jednotkách je laser, ktorý má v súčasnosti široké použitie skoro v každej oblasti techniky, medicíny atď. V ďalšom texte je naznačený spôsob jeho činnosti aj s jeho vlastnosťami.

Zobrazovacie jednotky

- Rezonátor

- Zrkadlo a polopriepustné zrkadlo kade vystupuje svetlo



- Činnosť

- Vybudenie elektrónov materiálu(1) do vyšších vrstiev z okolia - zdroj energie(2)
- Ak dopadne fotón na excitovaný atóm, prechod el. do nižších vrstiev a vyžiari rovnaký fotón spolu s tým čo tam vstúpil (stimulovaná emisia, väčšina elektrónov musí byť vo vyšších vrstvách - populačná inverzia)
- Reťazová reakcia na ďalšie atómy

45

Zobrazovacie jednotky

- Zrkadlo (3) odrazí fotóny naspäť, tie uvoľňujú ďalšie
- Dochádza k rezonancii, navyše fotóny sú v koherencii
- Cez polopriepustné zrkadlo (4) odchádza časť žiarenia von ako úzke koherentné a monochromatické svetlo

Zobrazovacie jednotky

- Hologramy
 - 3D zobrazenie predmetov
 - Ochranné prvky
 - 3D uloženie údajov na 2D



47

Oblasť využitia laserov pre zobrazovanie vizuálneho vnemu su aj hologramy, ktoré sprostredkujú skutočný 3D pohľad teda nie len “ 3D” dojem vytváraný stereoskopickým videním. Hologramy sú spôsob uloženia 3D scény na 2D médium. Využívajú na to interferenciu medzi odrazeným svetlom z objektu a svetlom ktoré ho osvetľovalo. Aby sa uložila aj informácia o fáze je doležité mať veľmi koherentný zdroj svetla ktorý je umožnený pravé lasermi. Základné vlastnosti a činnosť hologramov sú vysvetlene a aj graficky dokumentovane v ďalšom texte.

Zobrazovacie jednotky

- Obraz vzniká interferenciu odrazených vln od objektu z každého bodu
- Klasicky sa zachytáva len výsledná amplitúda po interferenciách
- Zlepšenie zobrazenia: zachytenie aj fázy jednotlivých vln
- Slúži na to informácia o fáze zdroja svetla
- Musí byť veľmi koherentný (laser)
- Na 2D sa uloží interferenčný obraz – hologram, medzi zdrojom svetla a odrazeným svetlom

Zobrazovacie jednotky

- Získanie obrazu
 - Rozdelí svetlo na ref. a objektové, odrazené svetlo
- Zobrazenie hologramu
 - Prejdú len tie lúče ktoré pôvodne dopadli

