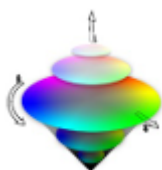


Tvary zobrazovacích jednotiek LCD displejov

Tatarko Matúš · Elektrotechnika

21.04.2014



Tento príspevok je zameraný na opis jednotlivých druhov zobrazovacích jednotiek používaných v dnešných displejoch. Všetky farby a farebné odtiene je možné vyskladať pomocou troch základných farieb: červenej, zelenej a modrej. V úvodnej časti tohto článku sú rozobraté dve základné zobrazovacie jednotky. Prvý typ je reprezentovaný analógovým monitorom a druhý typ je súčasťou už digitálnych zobrazovacích jednotiek. Ďalšou časťou článku je opis farebných modelov RGB, HSV a HSL. V záverečnej časti sú porovnané tvary zobrazovacích jednotiek od vybraných výrobcov.

1. Úvod

V minulosti boli zobrazovacie jednotky rozmerovo oveľa väčšie ako dnešné moderné displeje. Prvým typom boli CRT (z ang. Cathode Ray Tube) monitory, v ktorých katódová trubica premieňala vyžiarený elektrónový lúč pomocou vychyľovania a luminofóru na viditeľný obraz. Takéto monitory umožňovali zobrazovať informácie v rôznych rozlíšeniach, mali stabilný obraz, umožňovali meniť teplotu farieb, kalibrovať farby a meniť geometriu obrazu. Monitor nemal takmer žiadnu zotrvačnosť. Nevýhodou však boli veľké rozmery, spotreba energie, hmotnosť a poškodzovanie zraku. Časť katódového žiarenia prenikala cez luminofór a poškodzovala zrak užívateľa [1]. Druhým, prelomovým typom je LCD monitor (z ang. Liquid Crystal Display).

Monitor s LCD technológiou zobrazuje pevne dané body polarizáciou jednotlivých bodov na obrazovke. LCD bod v skutočnosti zakrýva podsvietenú zadnú plochu monitora. Zmenou polarizácie sa bod stáva priehľadným, opätovnou zmenou polarizácie sa bod stane nepriehľadným, a tým sa javí ako čierny. Tento spôsob zobrazovania nevyžaruje negatívne žiarenie, má ostrý a stabilný obraz, malú hrúbku zobrazovacieho panelu, nízku hmotnosť a spotrebu energie. Veľkou nevýhodou však je, že monitor zobrazuje ostro len v tzv. natívnom rozlíšení, pretože má pevný počet bodov [2]. Ďalšou nevýhodou je možnosť poruchy bodu, tzv. hot pixel, tj. stále je zobrazovaná červená farba. Existuje mnoho ďalších zobrazovacích technológií ako napríklad: LED, OLED, plazma a iné. Zobrazovanie farebného obrazu a správnej farby je zabezpečené pomocou farebných modelov.

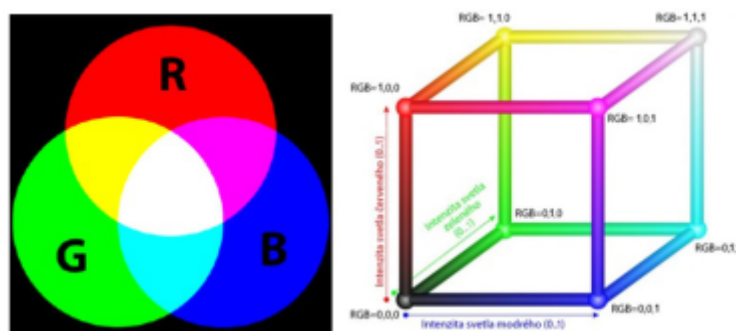
2. Typy farebných modelov

Práca s farbami v počítačovej grafike si vyžaduje presnú voľbu a popis základných farieb a spôsob ich miešania (kombinovania). Subjektívne predstavy o tom, aká farba

vznikne zmiešaním dvoch farieb sa dosť líšia, preto je treba definovať prostriedky, ktoré exaktne popíšu a zadefinujú vzťahy medzi základnými zložkami farieb. Súbor základných farieb, pravidlá ich miešania a farebné charakteristiky sú v počítačovej grafike definované pomocou farebných modelov. Kvalitné grafické systémy spravidla obsahujú niekoľko farebných modelov a prostriedky umožňujúce prevod medzi nimi [3,4].

A) Farebný model RGB (z ang. Red - Green - Blue)

Ako už z názvu vyplýva, základné farby RGB farebného modelu sú Červená (RED - R), Zelená (Green - G) a Modrá (Blue - B). Farbu môžeme definovať tiež ako svetlo istej vlnovej dĺžky, ktoré zachytáva ľudské oko. Práve na tieto farby s vlnovými dĺžkami 630 nm - červená, 530 nm - zelená a 450 nm - modrá je ľudské oko najcitlivejšie. RGB farebný model je definovaný jednotkovou kockou (kocka s dĺžkou hrany 1), a teda sa intenzita základných farieb pohybuje v rozmedzí $<0,1>$. Pri digitálnej realizácii je tento rozsah prevedení do digitálnej formy, a to najčastejšie na 8 bitovú hĺbku, čo znamená $2^8 = 256$ odtieňov jednej farby. RGB farebný model patrí medzi aditívne farebné modely, čo znamená, že všetky ostatné farby získame sčítaním týchto troch farieb. Z toho vyplýva, že použitím troch zdrojov svetla (červeného, zeleného a modrého) dokážeme zobrazit akúkoľvek farbu. Samozrejme je potrebná regulácia intenzity každej zložky. Čím je regulácia jasu každej zložky plynulejšia, tým môže byť výstupná farba presnejšie zobrazená. Aditívne miešanie farieb je zobrazené na Obr. 1 [3].



Obr. 1 Reprezentácia aditívneho miešania farieb a jednotkovej kocky

RGB model má svoje novšie a vylepšené špecifikácie ako napríklad sRGB farebný model, ktorý je štandardom Microsoft Windows. Tento model je praktický najmä preto, že odpovedá reálnym možnostiam zobrazovania farieb väčšiny monitorov a je najčastejšie využívaný formát na internete. Ďalším vylepšením pôvodného RGB modelu je AdobeRGB model vytvorený firmou Adobe. Využíva mierne odlišné základné farby, vďaka čomu dokáže pojať väčší rozsah farieb než model RGB, a to najmä v zelenomodrej farbe. Jeho nevýhodou je, že niektoré monitory nedokážu zobraziť farebné obrazy popísané týmto modelom [3].

B) Farebný model HSV (z ang. Hue - Saturation - Value)

Farebný model HSV obsahuje v názve skratky základných parametrov modelu. HSV model je vhodný najmä pre prácu vo foto-editore. Jeho prínos je v tom, že odpovedá ľudskému vnímaniu farieb, a to o akú farbu sa jedná (popisuje odtieň farby), akú sýtosť

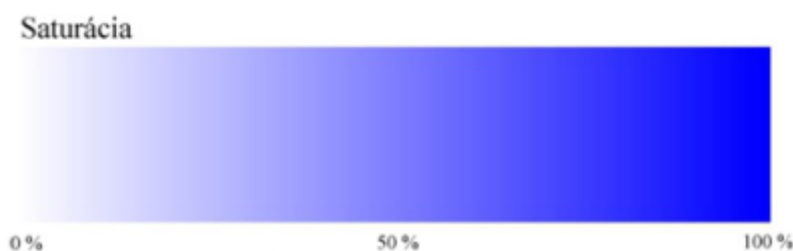
má daná farba (popisuje saturácia farby) a aká je svetlá (popisuje svetlosť farby).

Odtieň farby (Hue - H) popisuje základnú charakteristiku odtieňa farby (napr. červená, zelená, modrá, žltá atď.). Na popis farby sa využíva kruh farieb, teda každá farba je daná konkrétnym uhlom. Rozsah farieb je teda od 0° - 360° . V tomto prípade, ak za najmenší krok považujeme jeden stupeň, dosiahneme podobný rozsah odtieňu farieb ako pri RGB farebnom modeli ($2^8=256$ odtieňov). Podľa všeobecnej dohody bola pre uhol 0° resp. (360°) určená červená farba, uhol 120° zodpovedá zelenej a uhol 240° modrej farbe [4]. Zobrazenie odtieňa farby pomocou HSV farebného modelu je zobrazené na Obr. 2, kde kruh je zobrazený pri maximálnej saturácii, aby boli zrejmé všetky farby.



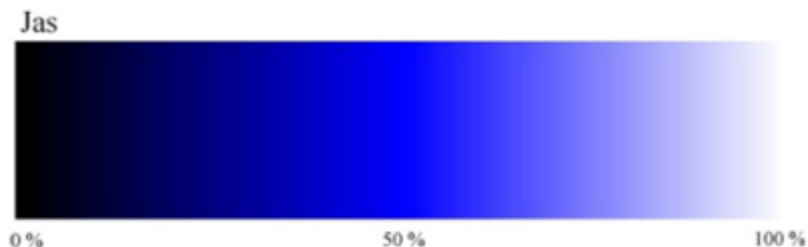
Obr. 2 Parameter H (hue - odtieň) vo farebnom modeli HSV

Saturácia resp. sýtosť farby (Saturation - S) popisuje ako je farba „čistá“, teda bez šedej farby. Sýtosť farby popisuje tiež množstvo bielej v danej farbe. Udáva sa v percentách pričom hodnota 0% popisuje absolútne nesaturovanú farbu čo predstavuje reprezentáciu danej farby v stupňoch šedej. Hodnota 50% udáva polovičnú prímies bielej farby v konkrétnej farbe a hodnota 100% predstavuje plne saturovanú farbu (čistú farbu bez primiešanej bielej zložky) Obr. 3 [3,5].



Obr. 3 Parameter S (Saturation - saturácia/sýtosť) vo farebnom modeli HSV

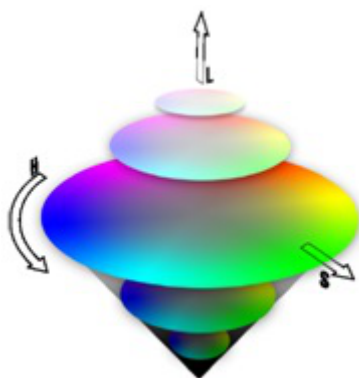
Jas (Value resp. Brightness - V resp. B) popisuje relatívnu jasnosť farby. Podobne ako saturácia je uvádzaná v percentách v rozsahu od 0 % po 100 %, kde 0 % reprezentuje nulový jas, a teda „tmu - čiernu farbu“ a 100 % reprezentuje plne vyjasnený obraz, a teda „úplne svetlo - bielu farbu“. Z toho vyplýva, že najlepšia kvalita farby je pri 50 % jasu. Na Obr. 4 je zobrazená ukážka jasu od 0 % po 100 %. Podobne ako v predchádzajúcom prípade bola zvolená modrá farba [3].



Obr. 4 Parameter V (Value/Brightness – jas) vo farebnom modeli HSV

C) Farebný model HSL (z ang. Hue – Saturation – Lightness)

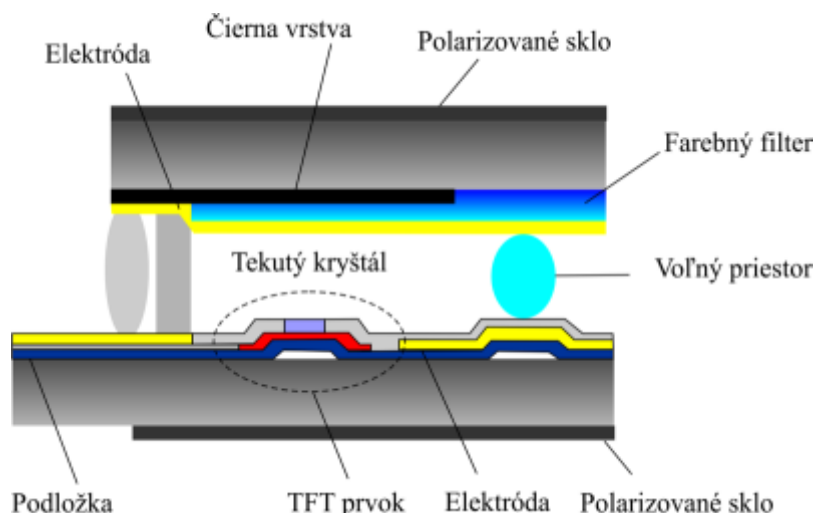
Veľmi podobný model pre reprezentáciu farby v digitálnom priestore je farebný model HSL, ktorý odstraňuje niektoré nedostatky modelu HSV. Základné zložky tohto farebného modelu sú podobné ako pri HSV, a to odtieň farby (Hue – H), saturácia farby (Saturation – S) a namiesto jasu je tu svetlosť (Lightness – L). Tento farebný model je reprezentovaný ako dvojica kužeľov so spoločnou podstavou. Biela a čierna farba sú umiestnené na vrcholoch týchto kužeľov, Obr.5.



Obr. 5 Reprezentácia HSL farebného modelu

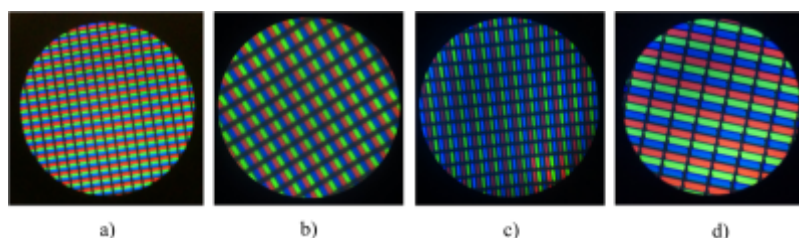
3. Tvary zobrazovacích jednotiek

Každý výrobca má svoje vlastné technológie na výrobu zobrazovacích jednotiek. Princíp je však rovnaký. Pomocou troch základných farieb je na displeji vyskladaný celý obraz. Na to, aby sa nám obraz javil ako ostrý, je potrebné určité množstvo zobrazovacích jednotiek na jednotku plochy. Väčšinou sa to udáva ako počet bodov na palec (z ang. Dots Per Inch, DPI). Za posledné roky intenzívneho výskumu a vývoja sa tekuté kryštály zdokonalili natoľko, že LCD technológiu je možné aplikovať na moderné monitory, u ktorých sa počíta zo zobrazovaním miliónov farieb a veľkostí bodu iba pár desiatín milimetra. Vyrobiť TFT displej s aktívnou maticou je veľmi komplikovaná vec, ktorá by sa dala prirovnávať k výrobe procesorov. Displeje sa skladajú z veľmi tenkých vrstiev skla, ktorých vzdialenosti musia byť presné a ku každému bodu je priradený tranzistor (odtiaľ TFT = Thin Film Transistor) [6], Obr.6.



Obr. 6 Jeden prvok TFT displeja

Každý obrazový bod je aktívne ovládaný jedným tranzistorom. Aby vznikol obraz, potrebujeme dve zložky, a to svetlo a farbu. Svetlo je zaistené podsvieťujúcimi katódami, ktoré sú u týchto displejov veľmi jasné. Primárne ide o svetlo a je na LCD technológii, aby vyprodukovala výslednú farbu. Pre každú farebnú zložku každého bodu existuje jeden tranzistor ovládajúci tekuté kryštály. Tekuté kryštály sú materiály, ktoré pod vplyvom elektrického napätia menia svoju molekulárnu štruktúru, a vďaka tomu určujú množstvo prechádzajúceho svetla. Každý obrazový bod je ohraničený dvoma polarizačnými filtermi, farebným filtrom (pre červenú, zelenú alebo modrú) a dvoma vyrovnávacími vrstvami, všetko je vymedzené tenkými sklenenými panelmi. Na Obr. 7 sú znázornené tvary zobrazovacích jednotiek dnešných smartfónov. Obrázky sú získané pomocou mikroskopu so 150 násobným zväčšením.



Obr. 7 Porovnanie tvarov zobrazovacích jednotiek na rôznych displejoch: a) Smartfón HTC Desire X, b) Smartfón Apple 3G, c) Smartfón Sony Xperia TIPO, d) Laptop Display MSI

Záver

TFT zobrazovacie jednotky sú v dnešnej dobe používané takmer vo všetkých LCD displejoch. Podrobným skúmaním LCD displejov sme zistili, že kvalita obrazu závisí nie len od počtu zobrazovacích jednotiek na celkovú plochu ale aj od ich tvaru. Porovnávali sme štyri zobrazovacie jednotky od rôznych výrobcov. Subjektívne pozorovanie zobrazovacích jednotiek potvrdilo, že najkvalitnejšiu reprezentáciu obrazovej informácie poskytovali displeje s najväčším počtom zobrazovacích jednotiek na jednotku plochy.

Použitá literatúra

1. SHARMA, G.: „LCDs Versus CRTs-Color Calibration and Gamut Considerations“,

Proceeding of IEEE, Vol. 90, No. 4, April, 2002

2. KWAK, LINDSAY, W., YOUNSHIN: „ Accurate Prediction of Colours on Liquid Crystal Displays“, 9th Color and Image Conference, pp.355-359, 2000 , Online ISSN 2169-2629
3. POYTON, Charles: A Guide Tour of Color Space, John Wiley & Sons, New York, 1996
4. Farebné modely. [online], [cit. február 2014]. Dostupné na internete:
http://student.fiit.stuba.sk/~pifkova04/farebne_modely/vnimanie.html#cie
5. REBROVÁ, Kristína: Farebné modely a priestory [online], [cit.február 2014]. Dostupné na internete:
<http://kik-re.freehostia.com/bc/?part=modely>.
6. KATAYAMA, M: „ TFT-LCD technology“, Thin Solid Films, Elsevier, Volume 341, No. 1-2, March 1999

Spoluautorom článku je doc.Ing. Ľuboš Ovseník, Phd, Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií, Technická Univerzita v Košiciach
