

Počítačová grafika

Podľa spôsobu vzniku a záznamu **grafickej informácie** - obrázka v digitálnom tvare, poznáme **rastrovú** a **vektorovú grafiku** a rozdeľujeme grafické editory na **rastrové** (bitmapové) a **vektorové** (objektové).

Rastrová grafika

Rastrová grafika vychádza z vyjadrenia obrázka ako zoskupenia farebných bodov, ktoré označujeme **pixely** (picture element - prvok obrázka, skratka px). Každý pixel možno jednoznačne identifikovať podľa jeho súradníc (x: stĺpec, y: riadok, v ktorom sa nachádza). Farba každého pixelu je zakódovaná a obrázok je teda vyjadrený ako sada zakódovaných pixelov. Takúto sadu zakódovaných pixelov nazývame **bitová mapa** (bmp) alebo jednoducho rastrový obrázok.

Zložitosť kódovania pixelov je daná ich farebnou hĺbkou. Pri čiernobielym obrázku je možné každý pixel zakódovať jediným bitom (podľa poznatku, že n bitov umožňuje zakódovať 2^n rôznych hodnôt, 1 bit umožňuje zakódovať $2^1 = 2$ farby). Pri čiernobielych fotografiách sa používa 256 rôznych odtieňov šedej farby, teda farba každého pixelu je zakódovaná vo ôsmich bitoch (1B/px). V prípade farebných obrázkov sa používa ešte zložitejšie kódovanie pixelov (pozri nižšie kódovanie farieb, farebné modely).

Súbor obsahujúci rastrový obrázok obsahuje hlavičku a zakódované informácie o farbách jednotlivých pixelov tvoriacich daný obrázok. V hlavičke je zakódovaný grafický formát súboru (bmp), počet pixelov na šírku a výšku a kódovacia tabuľka pre použité farby, tzv. paleta farieb.

Vektorová grafika

Pri vektorovej grafike je **obrázok zložený z objektov skladajúcich sa z kriviek**, kde jednotlivé objekty sú popísané matematicky. Objekt je popísaný počiatočným bodom, smerom, dĺžkou,... a jeho vlastnosťami ako farbou obrysovej čiary, farbou výplne, priehľadnosťou, tieňovaním, poradím, v akom bude vykreslený,...

Základom vektorovej grafiky je matematika.

Súbor obsahujúci vektorový obrázok sa skladá z definície súradnicového systému, z rovníc (s konkrétnymi hodnotami parametrov) opisujúcich jednotlivé objekty a z vlastností objektov – obrysovej čiary, výplne, tieňa, priehľadnosti, poradia vykreslenia,...

Trochu inak:

Rastrová grafika

Na obrázok sa pozerá ako na sieť (raster) veľmi malých štvorcov - pixelov, uložených v pevných riadkoch a stĺpcoch. Rozmer každého obrázka je pre počítač počet pixelov na šírku krát počet pixelov na výšku. Pre každý pixel (štvorček) je nutné okrem polohy (riadok a stĺpec) zakódovať aj farbu, resp. ďalšie parametre napr. priehľadnosť. Výhodou tejto metódy je možnosť relatívne presného opisu aj veľmi nesúrodého a zložitého objektu, nevýhodou je výsledná veľkosť súboru. Čím je vyššia presnosť zachytenia vernosti originálu, tým je potrebné väčšie rozlíšenie a tým je aj väčší výsledný súbor. Pre reprodukciu rastrovej grafiky musí byť vstupné rozlíšenie obrázka ekvivalentné výstupnému rozlíšeniu reprodukčného zariadenia (napr. tlačiarne), inak dochádza ku strate kvality výstupu. Príkladmi formátov rastrovej grafiky sú BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF.

Vektorová grafika

Na obrázok sa pozerá ako na zoskupenie objektov alebo ich častí, ktoré sa dajú popísať pomocou matematických vzorcov a funkcií. Tieto objekty majú svoje vlastnosti napr. - polohu na obrázku, veľkosť, farbu, priehľadnosť povrchu, lesklosť povrchu a pod. Tieto vlastnosti sú vstupnými parametrami (vektormi) matematických vzorcov a funkcií, pomocou ktorých sa objekty opíšu (vykreslia). Vstupné rozlíšenie je dané len zložitosťou a detailnosťou matematického opisu, výstupné rozlíšenie nie je tak závislé na vstupnom rozlíšení, ako je tomu u rastrovej grafiky. Pre jednoduché objekty - kružnica, štvorec, trojuholník, krivka alebo pre zloženiny týchto objektov a pod. je možný jednoznačný a stopercentný zápis pomocou matematických rovníc. V takomto prípade je možné z vektorovej grafiky vytvoriť ľubovoľnú zväčšeninu bez straty kvality výstupu. Príkladom sú formáty CDR (CorelDraw), ZMF (Zoner Callisto), DXF (AutoCAD),... Väčšina vektorových grafických editorov umožňuje export vektorových obrázkov aj do rastrových formátov BMP, JPG, GIF,...

Porovnanie rastrovej a vektorovej grafiky:

Vektorová grafika má proti rastrovej grafike niektoré výhody:

- je možné ľubovoľne zmenšovať alebo zväčšovať obrázok bez straty kvality
- je možné pracovať s každým objektom v obrázku oddelene

- výsledná pamäťová náročnosť obrázka je obvykle omnoho menšia ako pri rastrovej grafike
- Nevýhody vektorovej grafiky
- oproti rastrovej grafike spravidla zložitejšie vytvorenie obrázka; v rastrovej grafike možno obrázok ľahko získať pomocou fotografie
 - ak prekročí zložitosť grafického objektu určitú hranicu, začne byť vektorová grafika náročnejšia na pamäť, procesor, veľkosť disku ako grafika bitmapová.

Použitie

Vektorová grafika sa používa najmä na tvorbu ilustrácií, diagramov a počítačových animácií. Na prácu s vektorovou grafikou sa používajú vektorové editory Corel Draw, Zoner Callisto, Adobe Illustrator,...

Použitie rastrovej grafiky je uvedené pri grafických formátoch BMP, GIF, JPG, PNG,...


Kódovanie farieb v rastrovej grafike

Čiernobiely obraz

Ak je obrázok monochromatický (čierna a biela farba), kódovanie je jednoduché (1-rozsvietený (biely) bod, 0-nerozsvietený (čierny) bod), napr.

```
100111001
011010110
101101101
110111011
111010111
111101111
```


A teda zápis v riadku vyzerá : 011000110 100101001 010010010 001000100 000101000 000010000, čo je

9 x 6 bodov x 1bit/bod = 54 bitov. Po osemnásobnom zväčšení obrázok vyzerá takto: 

Odtiene sivej

Pri niektorých obrázkoch je však potrebné zaznamenať i odtiene, preto dve farby - čierna a biela - nestačia. Výhodné je zakódovať odtiene sivej farby pomocou ôsmich bitov tak, aby informácia o každom bode zaberala 1 B, t.j. jedno pamäťové miesto počítača. Čím bude bod svetlejší, tým väčšia hodnota sa do pamäte uloží. Preto bod čiernej farby bude uložený ako 0 a bod bielej farby ako maximálna možná hodnota - 255. Obrázok teda bude kódovaný nasledovne:

```
192  0  0  255  255  192  0  0  255
 0  255  192  0  192  0  255  192  0
192  0  255  192  0  255  192  0  255
255  192  0  255  255  192  0  255  255
255  255  192  0  192  0  255  255  255
255  255  255  192  0  255  255  255  255
```

Obrázok bude v pamäti počítača zaberat' 9 x 6 bodov x 1B/bod = 54 B (bajtov) a po osemnásobnom zväčšení obrázok bude vyzerat' takto: 

Farebný obraz

Pri farebnom kódovaní obrazu všetky farebné modely (napr. RGB, CMY) kódujú farbu troma nezávislými hodnotami. Najvýhodnejšie je každý pixel obrazu zakódovať pomocou troch subpixelov - pamäťových miest - troch bajtov. Výsledná farba pixelu vznikne zložením farieb troch subpixelov. Obrázok s rozmermi 1024x768 pixelov tak v pamäti grafickej karty zaberie 2 359 296 bajtov (1024x768x3B). Staršie počítače používali iba 16 farieb, to znamená, že každý pixel bol zakódovaný 4 bitmi, neskôr sa začali vyrábať grafické karty (VGA) s 256-timi farbami, ktoré mali každý pixel kódovaný 8 bitmi. Po zlacnení počítačových pamätí už bolo možné vyrábať karty SVGA, ktoré kodovali farby pomocou 16 bitov (dve pamäťové miesta) v režime High Color (vysoká farebnosť). V súčasnosti už grafické karty majú toľko pamäte, že bez problémov môžu kódovať každý pixel 24 bitmi (tri pamäťové miesta) v režime True Color (pravá farebnosť). Popísaný spôsob uloženia obrázka (keď je každý bod kódovaný pomocou niekoľkých bitov - 4, 8, 16 alebo 24) používa formát, ktorý sa volá bitová mapa (BitMaP - BMP). Obrázky v takomto formáte sú v počítači uložené v súboroch s príponou bmp. Pri plnej farebnosti je každý pixel obrázka zakódovaný 24 bitmi, čo sú tri pamäťové miesta počítača. Pričom 255 0 0 je sýta červená farba, 0 255 0 je sýta zelená farba, 0 0 255 je sýta modrá farba, 0 0 0 je čierna farba a

255 255 255 je biela farba. Obrázok srdca môžeme týmto spôsobom zakódovať napríklad aj takto (kvôli kratšiemu zápisu je použitá šestnástková sústava):

```
C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF FF FF FF FF FF FF C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF FF FF
FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00
C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 00 00 00
FF FF FF C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 00 00 00 00 00 FF
FF FF FF FF FF FF C0 C0 C0 FF 00 00 FF 00 00 FF 00 00 00 00 00 00 00 FF 00 FF 00
FF FF FF FF FF FF FF FF FF C0 C0 C0 FF 00 00 00 00 00 00 00 00 FF 00 FF 00 00 FF 00
```

Obrázok bude v pamäti počítača zaberat' 162 bajtov (9 x 6 bodov x 3B/bod) a po osemnásobnom zväčšení bude

vyzerat' takto:



Veľká pamäťová náročnosť už teda nie je problém grafickej karty počítača, stále je však problém pri posielaní takýchto obrázkov prostredníctvom internetu, pretože obrázok s rozmermi 1024x768 pixelov v režime true color je príliš veľký. Na zníženie pamäťových nárokov sa používa paleta farieb a kompresia dát (stlačenie).

Znižovanie pamäťovej náročnosti obrázka

Paleta farieb

Paleta využíva skutočnosť, že na kreslených obrázkoch väčšinou nie je použitých viac ako rôznych 256 farieb. Zníženie pamäťových nárokov spočíva v tom, že očísľujeme všetky použité farby v obrázku číslami od 0 po 255, a potom kódujeme každý pixel tak, že uvedieme poradové číslo farby v palete. Tým miesto troch pamäťových miest, každý pixel zakódujeme len pomocou jedného pamäťového miesta. Naše „srdce“ teda zakódujeme nasledovne:

Paleta:

Kód	Farba	Poznámka
00	00 00 00	čierna
01	C0 C0 C0	šedá
02	FF 00 00	červená
03	00 FF 00	zelená
04	00 00 FF	modrá
05	FF FF FF	biela

Obrázok:

```
01 02 02 05 05 01 02 02 05
02 02 02 02 01 02 02 02 02
01 02 02 02 02 02 02 02 00
05 01 02 02 02 02 02 00 04
05 05 01 02 02 02 00 04 03
05 05 05 01 02 00 04 03 03
```

Ak spočítame počet pamäťových miest, dostaneme 24 B použitých v palete (6 riadkov x 4 B/riadok) a 54 B použitých na obrázok (9 x 6 bodov), čo je spolu 78 B (bez použitia palety to bolo 162 B).

Kompresia

Ďalší spôsob ako znížiť pamäťovú náročnosť obrázka, je použitie kompresie. Kompresia môže byť:

- bezstratová
- stratová

Princíp **bezstratovej kompresie** spočíva v tom, že ak sa pixel s rovnakou farbou vyskytuje viackrát za sebou, do pamäte neukladáme jednotlivé pixely, ale uložíme koľkokrát sa pixel danej farby vyskytol (kódovanie RLE). Napríklad (zjednodušene) červená 8krát, modrá 3krát atď.

Stratová kompresia je založená na vynechávaní niektorých málo viditeľných detailov obrazu (nedokonalosť oka). V praxi to znamená, že ak je niekde napríklad jedna svetložltá bodka uprostred veľkého bieleho poľa, jednoducho sa vymaže. Ďalej, ak je niekde tenká čiara medzi dvoma plochami, tak sa farba tejto čiary upraví tak, aby sa jej farba dala vypočítat' zložením farieb plôch, ktoré obklopuje (zjednodušene povedané).

Grafické formáty

BMP (BitMaP) je grafický formát navrhnutý firmou Microsoft ako základný rastrový obrazový formát pre svoje operačné systémy Microsoft Windows. Preto je načítanie aj ukladanie obrázkov v tomto formáte podporované priamo v aplikačnom rozhraní operačného systému a tvorcovia programov môžu toto rozhranie využiť bez toho, aby daný formát detailnejšie poznali. Z technologického hľadiska je formát zložitý na spracovanie a ponúka minimum užitočných vlastností. Každá farba je v palete reprezentovaná štvorbajtovou hodnotou (4 bajt je vždy 0)! Používa veľmi jednoduchú a neúčinnú kompresiu. Jeho nevýhodou je dátová veľkosť dokumentu. Výhodou bitmapového bezstratového formátu je uloženie grafickej informácie v maximálnej kvalite, identickej s predlohou. Štandardným rastrovým editorom pre formát bmp je v OS Windows aplikácia Skicár.

Formát BMP je navrhnutý tak, že umožňuje ukladanie rastrových dát v štyroch formátoch:

- **1 bit na pixel** – dvojfarebné obrázky (používa sa farebná paleta o dĺžke 8 bajtov (2 x 4B), nemusí ísť preto len o čiernobielu grafiku, ale o kombináciu ľubovoľných dvoch farieb)
- **4 bity na pixel** – 16 farebné obrázky (používa sa farebná paleta o dĺžke 64 bajtov (16 x 4B), v minulosti najpoužívanejší typ, najmä pri grafických kartách EGA a VGA)
- **8 bitov na pixel** – 256 farebné obrázky (používa sa farebná paleta o dĺžke 1024 bajtov - 256 x 4B)
- **24 bitov na pixel** – True Color obrázky (16 miliónov farieb, farebná paleta sa nepoužíva, pretože každý pixel je reprezentovaný priamo svojou farbou).

Grafický súbor uložený vo formáte BMP sa dá logicky rozdeliť do štyroch častí: bitmapová hlavička, informačná hlavička, paleta a bitmapa. Z týchto štyroch častí je voliteľná iba paleta.

GIF (Graphics Interchange Format) je grafický formát určený pre rastrovú grafiku. GIF používa bezstratovú kompresiu (LZW). V obrázku sa rozpoznávajú skupiny rovnakých alebo podobných obrazových bodov a do súboru sa o tom zapíše len krátka informácia. Preto obrázky, ktoré neobsahujú rozličné komplikované farebné prechody, zaberú na disku málo miesta. GIF je teda vhodný pre uloženie tzv. perokresby (nápis, plány, logá). GIF umožňuje tiež jednoduché animácie.

Nevýhodou GIF je obmedzenie maximálneho počtu súčasne použitých farieb farebnej palety - naraz môže byť využitých najviac 256 farieb. Vo viac ako 256 farebnom obrázku sa musí najprv zredukovať počet farieb na 256, a tak sa pri ukladaní do súboru GIF stratí jeho pôvodná kvalita. Toto obmedzenie nemá formát **PNG**, ktorý sa hodí k rovnakým účelom ako GIF a ponúka dokonca lepšiu kompresiu. Formát PNG však neumožňuje animácie.

JPG (JPEG, Joint Photographic Experts Group) je štandardná metóda stratovej kompresie používanej pre ukladanie počítačových obrázkov vo fotorealistickej kvalite. Formát súboru, ktorý tuto kompresiu používa, sa tiež bežne nazýva JPEG. Najrozšírenejšími príponami tohto formátu sú .jpg, .jpeg, .jfif, .jpe.

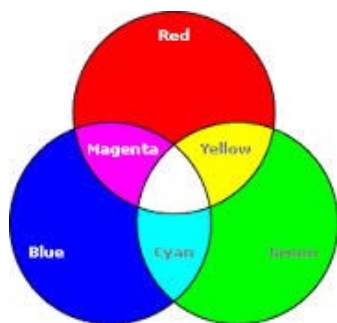
JPEG bol vytvorený tak, aby sa strácali iba informácie, ktoré môže ľudské oko len veľmi ťažko rozlíšiť. Malé zmeny farieb nie je ľahké ľudským okom rozoznať tak, ako zmeny v intenzite (svetlá, tmavá). Teda ľudské oko je viac citlivé na zmeny v intenzite ako na zmeny farieb. JPEG bol vytvorený hlavne kvôli komprimácii farebných, šedo tieňovaných, spojitó tónovaných predlôh reálnych predmetov, fotografií,... JPEG je vhodný pre fotografické snímky alebo maľby realistických scenérií s hladkými prechodmi v tóne a farbe. V tomto prípade funguje omnoho lepšie ako čisté bezstratové metódy (napr. GIF), pričom poskytuje stále veľmi dobrú kvalitu obrazu.

JPEG je najčastejší formát používaný pre prenášanie a ukladanie fotografií na webe. Nie je však vhodný pre perokresbu, zobrazenie textu alebo ikonky (v obrázkoch s ostrými hranami vznikajú okolo hrán chyby). Pre takéto účely sa väčšinou používajú súbory PNG a GIF. Pretože má GIF iba 8 bitov na pixel (256 farieb), nie je vhodný pre farebné fotografie, PNG je možné použiť pre ukladanie fotografií, ale výsledná veľkosť súboru je nevhodná pre publikovanie na webe.

Skutočným názvom typu súboru JPEG je JFIF, čo znamená JPEG File Interchange Format. JPEG je vlastne skratka pre konzorcium, ktoré túto kompresiu navrhlo. Keď sa bežne hovorí o súbore JPEG, myslí sa tým väčšinou súbor JFIF, alebo súbor Exif JPEG. Existuje však viacej formátov súborov založených na kompresii JPEG, napríklad JNG.

Farebné modely

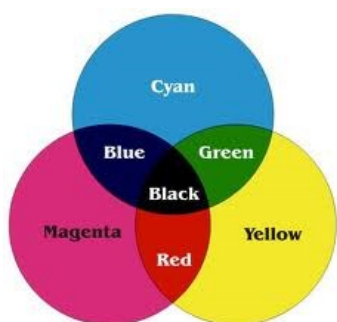
Farebný model RGB



Farebný model RGB je najčastejšie využívané kódovanie farby pixelu obrázka. Empiricky (skúsenosťou, praxou) sa zistilo, že takmer všetky farby sa dajú vytvoriť zmiešaním ľubovoľných troch nezávislých farieb, zmiešaním len dvoch nedostaneme tretiu farbu. Najvýhodnejšie pre výrobu svetelných lúčov (aditívny - skladaný farebný systém) bolo použitie farieb červenej (Red), zelenej (Green) a modrej (Blue). Pri použití 256 odtieňov každej z farieb červená, zelená a modrá možno vytvoriť až 16 777 216 rôznych farieb ($16\,777\,216 = 256 \times 256 \times 256$). Pri takomto kódovaní je odtieň každej základnej farby RGB zakódovaný 8 bitmi ($2^{8(\text{bit})} = 256$ možností resp. odtieňov) a teda výsledná farba pixelu je zakódovaná 24 bitmi resp. 3 bajtmi (výhodné pre zaznamenanie v počítači). Kód 255 0 0 je sýta červená

farba, 0 255 0 je sýta zelená farba, 0 0 255 je sýta modrá farba, 0 0 0 je čierna farba a 255 255 255 je biela farba.

Farebný model CMY



Farebný model CMY je model, ktorý používa doplnkové farby (subtraktívny farebný systém). V modeli RGB platilo, že ak zmiešame všetky tri základné farby s maximálnou sýtosťou, dostaneme bielu farbu. Takýto spôsob je výhodný pri obrazovkách monitorov, pretože tienidlo je čierne. Pri tlačiarňach sa však tlačí na biely papier, preto potrebujeme vziať také farby, pri ktorých, ak zmiešame ich najsýtejšie odtiene, dostaneme čiernu farbu. Takéto farby dostaneme, keď zoberieme doplnkové farby k farbám červená, zelená a modrá. Týmto farbami sú azúrová (Cyan), purpurová (Magenta) a žltá (Yellow). Kvôli tomu, že je lacnejšie vyrobiť čierny atrament ako ho miešať pomocou týchto troch farieb, sa k týmto farbám pridáva i samostatná čierna farba a tento model sa označuje tiež CMYK.

Výhodou tohto formátu je to, že výsledná farba CMY sa dá veľmi jednoducho získať z modelu RGB pomocou vzorcov:

$$C = (255 - R); M = (255 - G); Y = (255 - B).$$

Zdroj: Wikipédia, internet, Tematický zošit pre 1.ročník gymnázií – Práca s grafikou, SPN