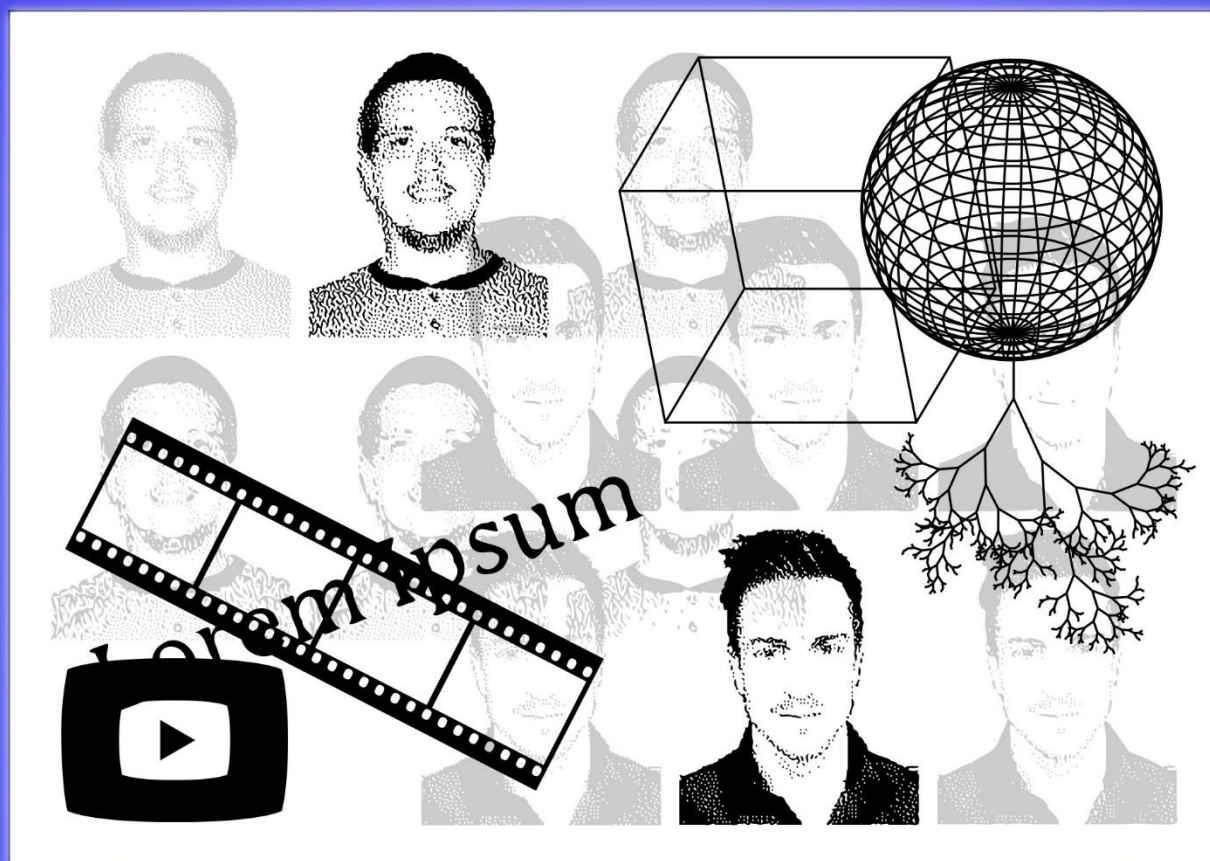


Multimédiá a internet

teória, 1. časť

Roman Horváth, Milan Štrbo



Katedra matematiky a informatiky
Pedagogická fakulta Trnavskej
univerzity v Trnave

2015

Multimédiá a internet – teória, 1. časť

Autori:

Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

Ing. Milan Štrbo, PhD.

Recenzenti:

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

prof. Ing. Pavol Tanuška, PhD.

Jazyková korektúra:

doc. PhDr. Juraj Hladký, PhD.

Typografická korektúra:

Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

Vydavateľské údaje:

© 2015, Katedra matematiky a informatiky

Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto učebnice nesmie byť v akejkoľvek forme publikovaná ani kopírovaná bez písomného súhlasu vydavateľa.

ISBN 978-80-8082-941-4

Obsah

Úvod	7
Multimédiá a proces digitalizácie údajov	8
Multimédiá, ich rozdelenie a použitie	8
Digitalizácia	10
Signál a vlnenie	12
Rozdelenie digitalizácie	15
Vzorkovanie a kvantovanie.....	15
Vzorkovanie.....	16
Kvantovanie.....	16
Multimediálny počítač	18
Počítačová grafika	21
Definícia a rozdelenie počítačovej grafiky.....	21
Farebné modely, farebný priestor	23
Farebný priestor a gamut	23
Výskum v oblasti videnia	24
Farebný model RGB.....	24
Farebný model CMY	25
Farebný model CMYK.....	26
Farebné modely HSL a HSV.....	27
Paleta farieb.....	28
Rastrová počítačová grafika	31
Digitalizácia rastrového obrazu	32
Rozptyl (dithering).....	33
Prekladanie (interlacing).....	34
Formáty rastrovej počítačovej grafiky	36
GIF (Graphics Interchange Format)	36
PNG (Portable Network Graphics).....	37
JPEG (Joint Photographic Experts Group) JFIF (JPEG File Interchange Format).....	38
TIFF (Tagged Image File Format).....	40

Porovnanie rastrových grafických formátov.....	41
Doplňujúce informácie k porovnaniu formátov PNG a GIF	41
Doplňujúce informácie k porovnaniu formátov PNG a JPEG JFIF	41
Všeobecné doplňujúce informácie k porovnaniu formátov	41
Vektorová počítačová grafika	43
Základné princípy vektorovej grafiky	43
Interpolácia.....	45
Gradient ako (farebný) prechod	46
Úprava kriviek.....	47
Geometrické transformácie	47
Množinové operácie.....	49
Porovnanie vlastností vektorových a rastrových obrázkov.....	50
Porovnanie zložitých vektorových a rastrových obrázkov	51
Zhrnutie výhod a nevýhod vektorovej počítačovej grafiky	53
SVG (Scalable Vector Graphics).....	54
Súradnicový zapisovač.....	55
Počítačové animácie	57
Význam animácie	57
Princíp animácie.....	57
Počítačová animácia	58
Dvoj- a trojrozmerná počítačová animácia	59
Najpoužívanejšie formáty a technológie dvojrozmerných počítačových animácií v prostredí internetu.....	60
Adobe Flash.....	60
Terminologický slovník.....	i
Zoznam použitej a odporúčanej literatúry.....	ix
Zoznam použitých obrázkov s ich ukázkami.....	xv

Úvod

Táto učebnica je rozdelená na tri časti¹. Prvá časť je tematicky zameraná na vysvetlenie základných termínov, priblíženie dvojrozmernej (rovinnej alebo plošnej) počítačovej grafiky a v krátkosti aj tvorbu 2D animácií. Druhá časť sa zaoberá **digitálnym** spracovaním zvuku, spracovaním digitálneho videozáznamu, trojrozmernou (priestorovou) počítačovou grafikou a stručne aj tvorbou 3D animácií. Tretia časť sa zaoberá internetom, webom a spracovaním textu (z pohľadu digitálnej techniky a typografie).

Učebnica je základnou odporúčanou literatúrou pre predmety *multimédiá a internet a tvorba multimediálnej aplikácie*, ktoré sa vyučujú v študijnom programe *učiteľstvo informatiky v kombinácii s iným predmetom* na *Pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity v Trnave*. Cieľom tejto učebnice je poskytnúť kvalitný prehľad o poznatkoch v oblasti **digitalizácie** a tvorby multimediálneho obsahu v kontexte internetového prostredia, a to ako pre študentov fakulty, ktorá je pôsobiskom tvorcov tejto učebnice, tak pre iných záujemcov, ktorí si chcú rozšíriť svoje obzory. Na túto trojicu učebníc budú nadväzovať skriptá, ktoré budú poskytovať návody sprevádzajúce študujúcich tvorbou multimediálnych materiálov.

¹ Preto boli vzájomné odkazy na kapitoly v jednotlivých častiach učebnice priebežne aktualizované.

Multimédiá a proces digitalizácie údajov



Táto kapitola je úvodom do problematiky používania multimédií v súvislosti s internetom a inými informačnými a komunikačnými technológiami. Zaoberá sa rozdelením multimédií, ich najčastejším použitím a procesmi, ktoré sú pri ich **digitálnom** spracúvaní, používaní a uchovávaní nevyhnutné. Takisto obsahuje všeobecný návrh toho, čím by mal byť vybavený multimediálny počítač.

Multimédiá, ich rozdelenie a použitie

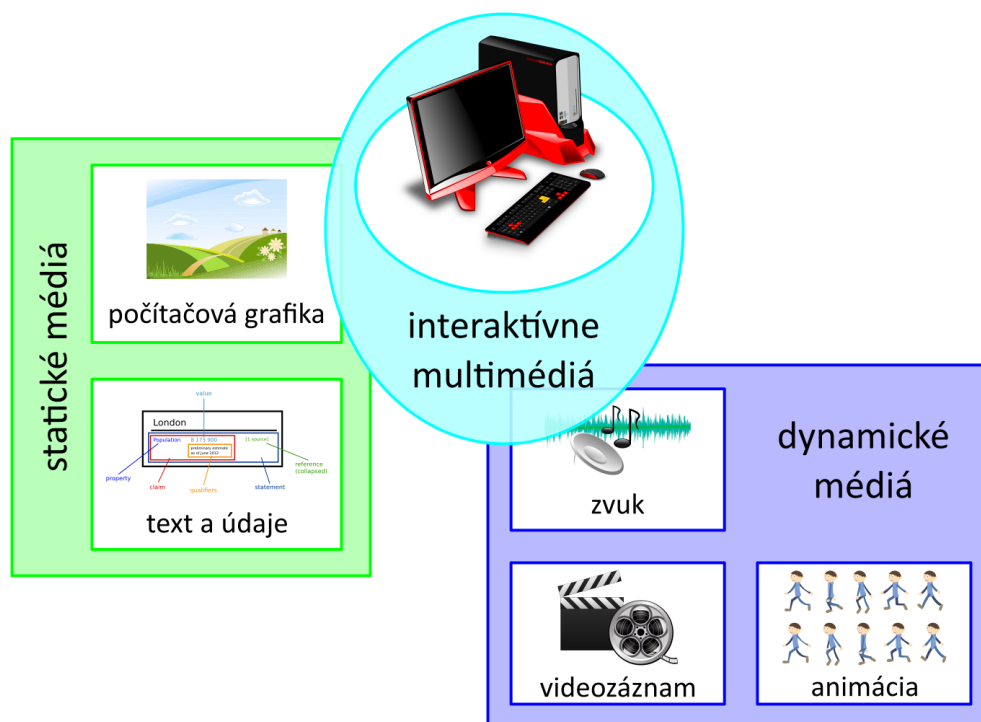
Multimédiá sú integráciou *textu, obrázkov, počítačovej grafiky, zvukových záznamov, animácií a videozáznamov* spracovaných s účelom *sprostredkovania informácií* (čiže sú spojením rôznych médií – nosičov alebo sprostredkovateľov informácií), pričom musí byť pri ich používaní (najčastejšie prostredníctvom počítača) používateľovi umožnené, aby sa *interaktívne* zúčastnil na tomto sprostredkovaní, teda aby mal možnosť zasiahnuť do priebehu/prezentácie multimediálnej aplikácie.

Poznámky: Okrem tejto definície jestvujú aj iné. *Zjednodušená definícia* termín **multimédiá** charakterizuje ako používanie rôznych médií na efektívne sprostredkovanie informácií prostredníctvom počítača. V tejto definícii chýba explicitné vyjadrenie faktora interaktivity a je príliš viazaná na konkrétny technický prostriedok. *Presnejšia definícia* označuje **multimédiá** ako počítačom integrované časovo závislé alebo časovo nezávislé (t. j. dynamické alebo statické) médiá, ktoré môžu byť interaktívne (to znamená individuálne a selektívne) vyvolávané (spúšťané/otvárané), aby mohli byť perцепčne a/alebo kognitívne spracované. Táto definícia je výstižnejšia, ale stále je priveľmi viazaná na konkrétny technický prostriedok, ktorý nie je jediným v oblasti moderných informačných a komunikačných technológií.

Z definície multimédií vyplýva, že nosičmi informácií nie sú len *text* a *grafika*, ale aj *zvukové nahrávky, videonahrávky* a takisto aj rôzne *animované* komponenty. Týmto spôsobom je možné osloviť podstatne širšie spektrum používateľov. Vďaka voľnej kombinovateľnosti jednotlivých médií je možné poskytovať informácie cielene a optimálne.

Multimédiá pôsobia na viacero zmyslov (predovšetkým na zrak a sluch), teda sprostredkujú informácie viacerými informačnými kanálmi naraz. Zamestnávajú naraz viacero rôznych mozgových poznávacích centier človeka: zrakom človek vníma informácie spracúvané rôznymi mozgovými centrami – text, prehrávaný videozáznam, obrázky a podobne, takisto aj sluchom – rôzne ambientné zvuky, hudbu, reč a tak ďalej. Potenciálne môžu byť zamestnávané ďalšie zmysly, napríklad hmat. To závisí od dostupných technických prostriedkov.

Dôležité je rozlišovať medzi základnými druhmi *nosičov* multimediálnej informácie. Podľa toho je možné rozdeliť média na dva základné druhy nosičov. Prvými sú **statické**, ktoré sú časovo nezávislé, a druhými sú **dynamické**, ktoré sú, naopak, časovo závislé. Príklady dynamických a statických médií sú uvedené aj na obrázku 1. Slová statický a dynamický súvisia s premenlivosťou v čase pri prezentácii informácie. *Dynamickosť* vyjadruje premenlivosť, naopak, *statickosť* stálosť alebo stabilitu. Preto je medzi dynamickými nosičmi informácie zaradený napríklad film zobrazujúci premenlivý dej a medzi statickými napríklad text, ktorý je stabilne prítomný na záznamovom médiu (tým môže byť aj papier – text môže byť vytlačený a nebude sa meniť v čase).



Obrázok 1 Multimédiá vo vzťahu k statickým a dynamickým médiám.

Najčastejšie býva *cieľom* použitia multimédií oslovenie čo najväčšieho publika. *Benefitom* je optimalizácia sprostredkovania obsahu pre ľudí s rôznymi učiacimi sa štýlmi. Voľná kombinovateľnosť rôznych médií umožňuje optimalizáciu doručovania informácií práve vďaka rôznorodému charakteru multimédií. Niektoré informácie sú ľahšie zapamätateľné, keď sú prezentované vizuálnym spôsobom, iné, naopak, potrebujú na úplné vysvetlenie sprievodný text alebo hovorené slovo. Táto rozmanitosť má veľký význam a využitie pri zlepšovaní kvality poskytovania vzdelávacieho obsahu.

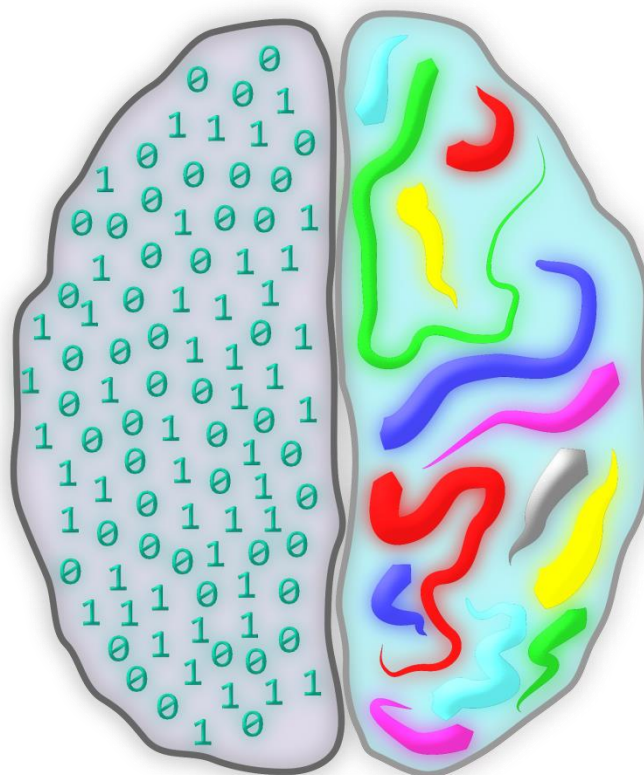
Praktické využitie multimédií v reálnom svete má veľmi široký záber a možnosti využitia. Multimédiá sú často využívané v nasledujúcich oblastiach:

- **Vzdelávanie** – môže ísť o rôzny softvér alebo elektronické kurzy určené na vyučovanie rôznych predmetov, multimediálne aplikácie sú vhodné vo vyučovaní cudzích jazykov, takisto môže ísť o multimediálne encyklopédie a podobne.

- **Videokonferencie** – spôsob komunikácie medzi dvomi a viacerými používateľmi, ktorý umožňuje prenos obrazu a zvuku v reálnom čase. Je to interaktívny spôsob (multimediálnej) komunikácie, počas ktorej sa prenáša živý obraz, reč, ale takisto aj text, grafika, prípadne ďalšie údajové celky (napr. súbory).
- **Počítačové hry a virtuálna realita** – patria skôr do oblasti zábavy, no najmä oblasť virtuálnej reality môže byť využitá i prakticky, napríklad na rôzne terapeutické alebo vojenské účely, na vzdelávacie účely ako výcvik pilotov, vodičov, ale aj v oblasti každodenného života, napr. v architektúre, medicíne a pod.
- **Prezentácie, katalógy, turistické príručky** a podobne – ide o sprostredkovanie informácií rôzneho druhu – môže ísť o firemné katalógy či prezentácie, príručky na podporu cestovného ruchu a podobne.

Digitalizácia

Termín **digitalizácia** označuje proces prevodu informácií v ľubovoľnom tvare do **číslícového** (digitálneho) tvaru. Bez procesu digitalizácie by bolo použitie multimediálnych informácií v oblasti informačných a komunikačných technológií veľmi obmedzené. Tvorba takéhoto obsahu by bola práca, zdĺhavá a náročná. Súčasné elektronické zariadenia pracujú s údajmi, ktoré musia byť určitým spôsobom vyjadrené v číslícovej forme a každý údaj, ktorý túto podmienku nespĺňa, musí byť pred uložením do elektronickej podoby *digitalizovaný*.

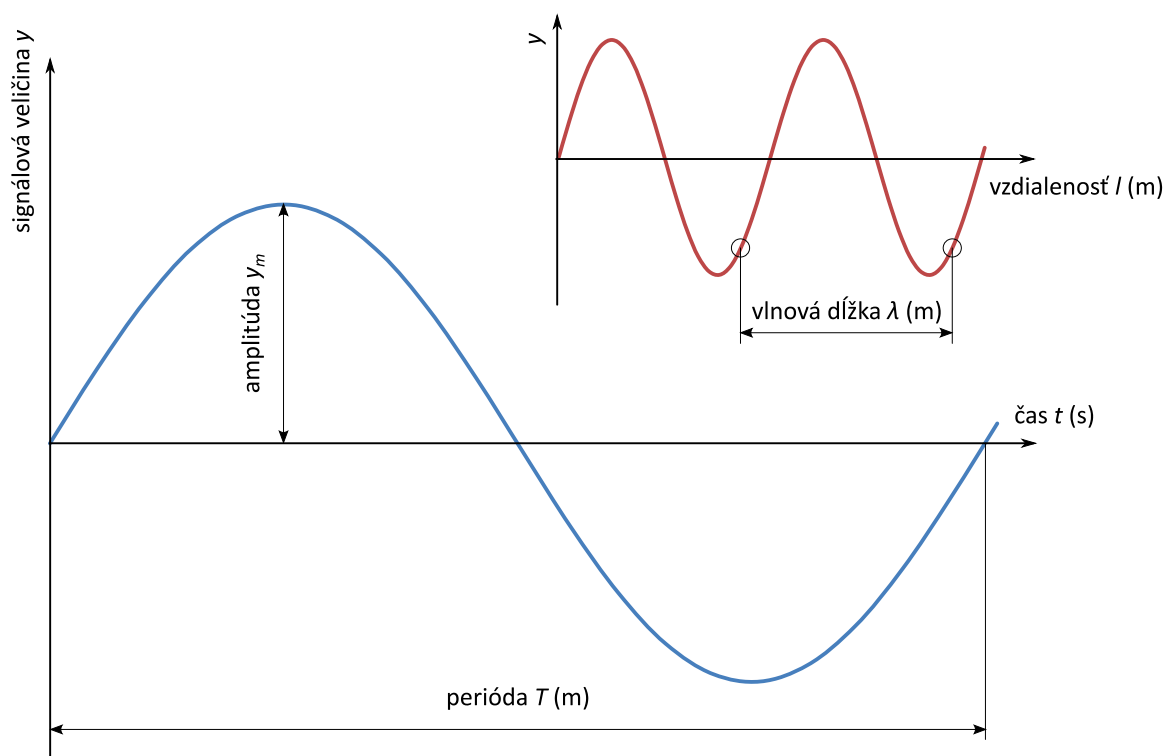


Obrázok 2 Ilustračný obrázok k téme digitalizácia.

„menej kvalitný“ v porovnaní s digitálnym a to napriek tomu, že objem analógovej informácie uloženej na analógovom médiu je omnoho väčší.

Signál a vlnenie

Termín **signál** označuje v technike informácie, ktoré sú prenášané merateľnou časovo závislou fyzikálnou veličinou. Pri procese **digitalizácie** je *spojitým signálom* označovaný **analógový** zdroj informácie, z ktorého je konverziou získavaný **digitálny (nespojité) signál** – postupnosť jednotiek a núl (**prúd bitov**).



Obrázok 4 Označenie skupiny termínov súvisiacich so signálom na grafoch znázorňujúcich jednoduchý sínusový signál.

Poznámka: Všimnite si, že napriek podobnosti medzi grafickým znázornením periódy a **vlnovej dĺžky** je medzi nimi zásadný rozdiel. Perióda vyjadruje časový úsek v sekundách a vlnová dĺžka zase vzdialenosť v metroch. Ak by sme išli ešte ďalej, tak by sme zistili, že vzťah medzi vlnovou dĺžkou a periódou je veľmi podobný ako vzťah medzi dráhou a časom v klasickej mechanike.

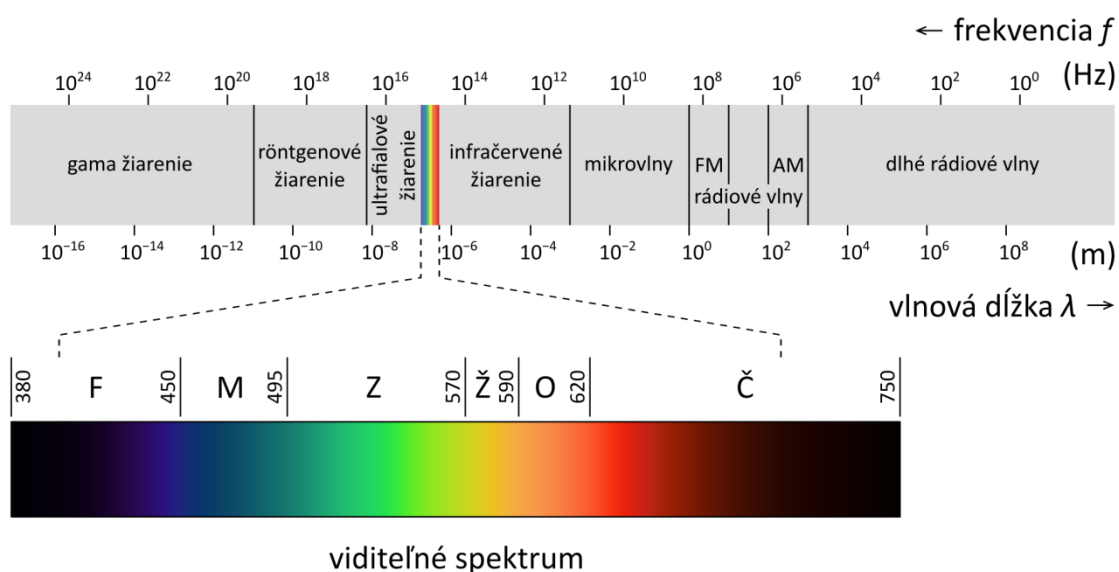
So **signálom** ako fyzikálnou veličinou (a zároveň s *periodickým vlnením*) súvisí nasledujúca skupina termínov, ktoré sú vyjadrené (a označené im zodpovedajúcimi symbolmi/písmenami) aj v grafoch na obrázkoch 4 a 6 a na obrázku 5:

Periódou označuje *dĺžku trvania* jedného opakovania sa periodickej udalosti. Označuje čas potrebný na to, aby sa hodnota signálu, resp. stav systému, vrátil do východiskovej polohy. Jednotkou je sekunda (s) a na označenie veličiny sa používa písmeno T .

Amplitúda je najväčšia odchýlka (alebo najväčšia hodnota) periodicky sa meniacej veličiny, mieraná počas jednej **periódy** signálu. Táto hodnota sa vo všeobecnosti nespája s konkrétnym označením veličiny, pretože veličina je určená typom signálu. Pri *zvuku* ide o mechanické vlnenie a odchýlka sa vzťahuje na priestorové kmitanie, pri *svetle* ide o vlnenie spojené s elektromagnetickým žiarením a **amplitúda** (komplexná) súvisí s intenzitou svetla a tak podobne. Na obrázku je všeobecná signálová veličina označená písmenom y a amplitúda je vyjadrená ako y_m – maximálna hodnota veličiny y .

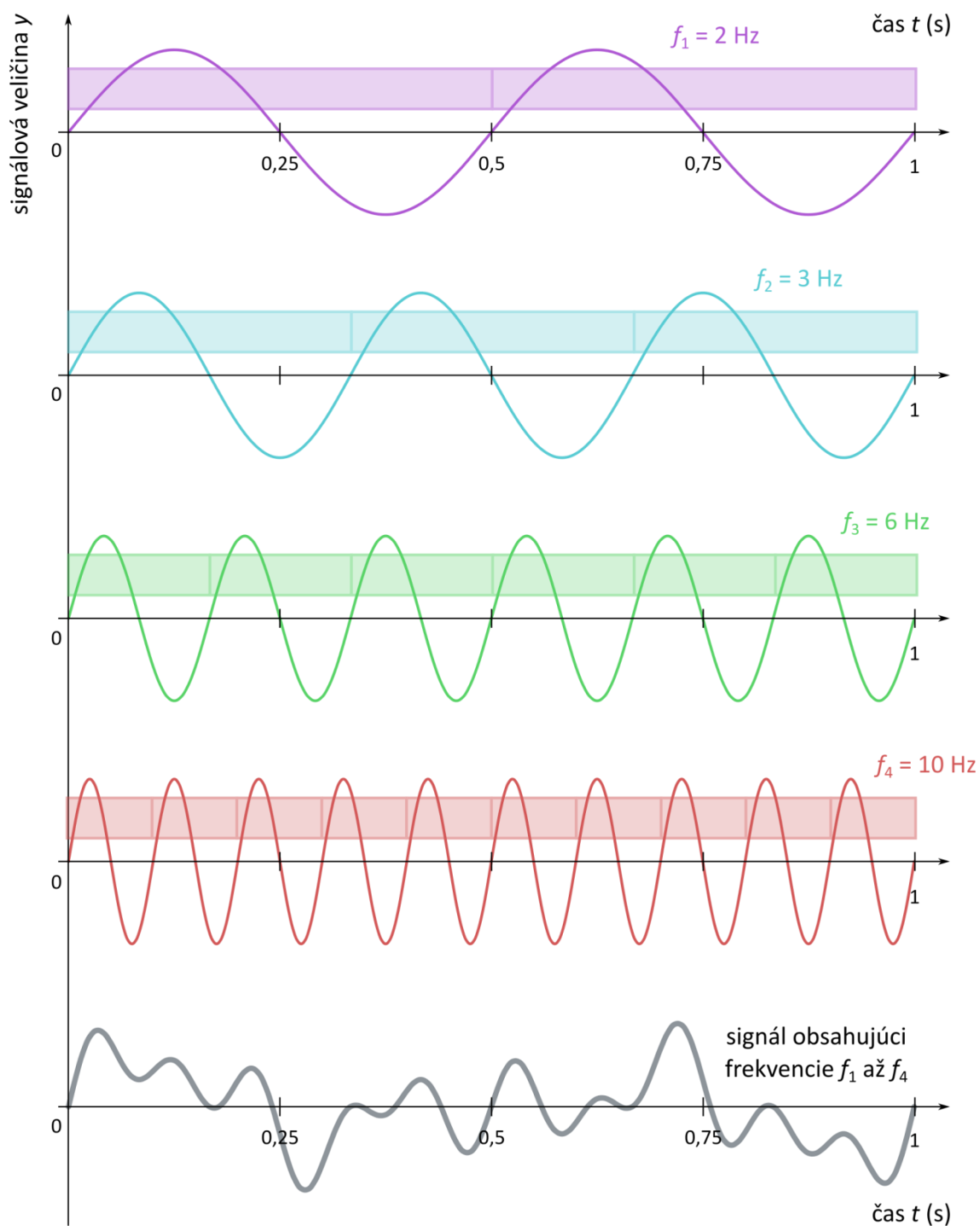
Frekvencia vyjadruje počet výskytov určitej opakujúcej sa udalosti zisťovaný v priebehu stanoveného časového úseku. Najčastejšie ide o počet výskytov za jednu sekundu a v súvislosti s harmonickým signálom ide o počet „výskytov“ úplných vln signálu (to jest celých vlnových períód, pričom výsledná hodnota **frekvencie** nemusí byť celé číslo). Veličina má označenie f , jej jednotkou je hertz (Hz). Na obrázku 6 sú zobrazené štyri harmonické signály. Hodnoty ich frekvencií sú celočíselné, aby názornejšie vizualizovali vzťah medzi „počtom výskytov“ períód v intervale jednej sekundy a frekvenciou v hertzoch. Hodnota frekvencie je reciprokom hodnotou períódy.

Vlnová dĺžka je *vzdialenosť* medzi dvomi bodmi vlnenia kmitajúcimi v rovnakej fáze (pri šírení vlnenia v určitom prostredí). Dĺžka vlny závisí priamo úmerne od rýchlosti šírenia vlnenia v prostredí a nepriamo úmerne od frekvencie vlnenia. Na označovanie veličiny sa používa grécke písmeno λ (lambda) a jej jednotkou je meter (m).



Obrázok 5 Elektromagnetické spektrum žiarenia s vyčlenením viditeľnej časti vlnového spektra.

Spektrum je rozsah hodnôt (škála) určitej veličiny (môže to byť aj nekonečne široký rozsah). Napríklad spektrum **vlnových dĺžok** viditeľného elektromagnetického žiarenia (svetla) je zhruba 400 až 700 nm, **spektrum** počutelných frekvencií mechanického vlnenia vzduchu alebo iného prostredia (zvuku) je zhruba 20 Hz až 20 kHz a podobne. Zloženie elektromagnetického spektra je rozpracované na obrázku 5.



Obrázok 6 Skupina štyroch harmonických signálov s konkrétnymi frekvenciami a periodický signál obsahujúci všetky štyri frekvencie.

Periodický (**analogový**) signál je možné rozložiť na nekonečný rad *harmonických zložiek* – skupinu periodických vln sínusového alebo kosínusového priebehu (s určitými vlnovými dĺžkami), ktoré sú ďalej nerozložiteľné. Proces rozkladu signálu na jednotlivé zložky (frekvencie) sa nazýva **harmonická analýza**. Je to veľmi komplikovaný proces. Používa sa pri nej tzv. *Fourierov rozvoj* a jestvuje niekoľko metód takejto analýzy. Znázornenie toho, ako vyzerá signál zložený zo štyroch

frekvencií, je na obrázku 6. Úlohou *harmonickej analýzy* je tieto frekvencie zo signálu získať alebo aspoň zistiť to, približne aké užšie frekvenčné pásma sú v signáli obsiahnuté.

Harmonická analýza má významné použitie v technickej praxi. Používa sa na analýzu zvuku (zvukového signálu), spracovanie impulzných signálov, v spektroskopických prístrojoch (na analýzu svetelných zdrojov s využitím od diagnostiky v medicíne až po astronómiu) a tak ďalej. Formát MP3 (a jemu podobné) by sa bez *harmonickej analýzy* zvukového signálu nezaobišiel.

Rozdelenie digitalizácie

Proces *digitalizácie* je možné rozdeliť na tieto dva hlavné druhy (spôsoby):

primárna – sa uskutočňuje priamym zberom údajov s pomocou *digitálneho* snímacieho zariadenia (digitálna kamera, digitálny fotoaparát, digitálny diktafón...),

sekundárna – sa uskutočňuje druhotným digitalizovaním jestvujúcich záznamov (napr. snímaním tlačenej materiálov z papiera – textov, fotografií, máp atď., konverziou *analogových* zvukových záznamov zaznamenaných na magnetických páskach, snímaním klasického celuloidového filmového záznamu a pod.). Tento druh digitalizácie vyžaduje iný typ technického vybavenia, napríklad zodpovedajúci druh skenera, A/D prevodník a podobne.

Podľa druhu informácie, ktorá je spracúvaná do *digitálnej* podoby, nadobúdajú skupiny **bitov** (pozri aj **bit** v slovníku na konci učebnice) význam *časti zvukovej vlny, obrazového bodu*, prípadne *textového znaku* a podobne. Keďže nejednotlivý spôsob digitálneho vyjadrenia informácie v číslicovom tvare, vzniká tu dosť veľký priestor na nejednoznačnosti, preto boli definované rôzne štandardy, ako sú *zvukové, grafické* a ďalšie **formáty**. Najpoužívanejšími formátmi v prostredí internetu sa zaoberajú súčasti kapitol Rastrová počítačová grafika, Vektorová počítačová grafika, Počítačové animácie (začínajúcich sa na stranách 31, 43 a 57 v tejto časti učebnice), Zvuk, 3D počítačová grafika a Digitálny videozáznam (začínajúcich sa na stranách 8, 35 a 21 v druhej časti tejto učebnice).

Vzorkovanie a kvantovanie

Ako bolo povedané, proces *digitalizácie* vyžaduje, aby bol **signál** vhodne „zaokrúhlený“ na to, aby ho bolo možné vyjadriť v *digitálnej* (číslícovej) podobe. Navyše, ak sa **signál** mení v čase (záznam zvuku, videozáznam...), tak je nevyhnutné určiť časový interval, v ktorom budú *vzorky* sledovaného signálu (určené na zaokrúhlenie) odoberané. S tým súvisia termíny **vzorkovanie** a **kvantovanie** (niekedy označovaná aj ako kvantizácia).

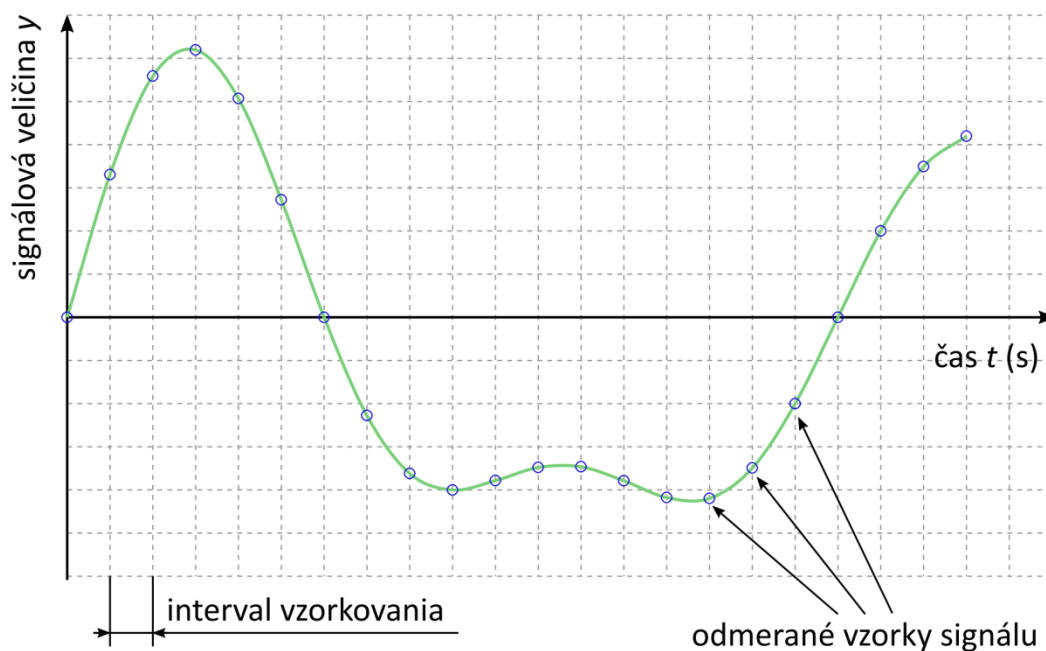
Proces (viacnásobného) *vzorkovania* je nevyhnutný len v prípade dynamických médií (pozri rozdelenie médií na obrázku 1 na strane 9 – v podkapitole Multimédiá, ich rozdelenie a použitie) a v tom prípade nie je možné termíny *vzorkovanie* a *kvantovanie* striktne oddeliť. Naproti tomu proces kvantovania je potrebný pri digitalizácii dynamických i statických médií.

Poznámka: V prípade statických médií sa dá s istým odstupom povedať, že vzorkovanie je vykonávané s veľmi nízkou nepravidelnou *vzorkovacou frekvenciou* (napr. fotografovanie fotografií), je to

však viac-menej filozofický pohľad, pretože vzorkovaním sa väčšinou rozumie plynulé odoberanie vzoriek signálu v čase – väčšinou viac ráz za sekundu.

Vzorkovanie

Proces odoberania vzoriek **signálu** v čase sa nazýva **vzorkovanie**. Časový *interval*, v ktorom sa vykonáva odoberanie vzoriek, určuje **vzorkovaciu frekvenciu** (tá vyjadruje početnosť za sekundu). Tento proces graficky približuje obrázok 7.



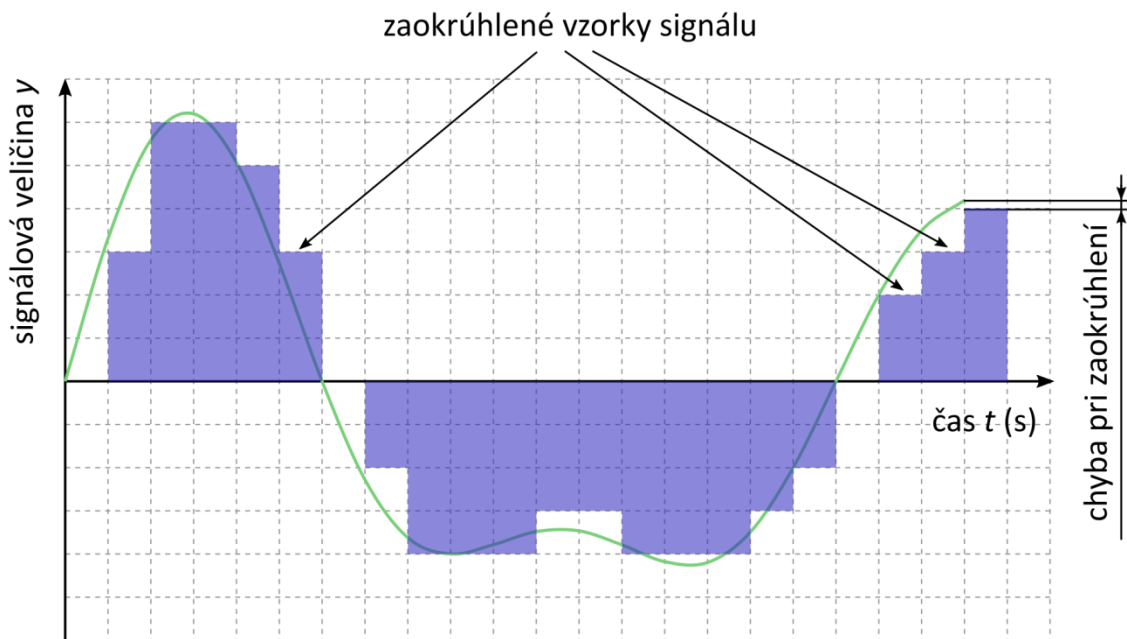
Obrázok 7 Približenie procesu vzorkovania na grafe signálu.

Čím častejšie sa v rámci určeného časového intervalu uskutočňuje odobratie **vzorky** (t. j. čím je vyššia **vzorkovacia frekvencia**), tým vyššia je **kvalita záznamu** (napr. zvukového). S procesom vzorkovania v kontexte kvality však môžu súvisieť rôzne faktory, ktoré ľudský prijímateľ informácie vníma počas reprodukcie zaznamenananej informácie. Napríklad pri zvuku je to vernosť prehrávaného zvukového záznamu, v prípade videonahrávky je to najmä plynulosť prehrávaného obrazu. Tieto faktory však nesúvisia len so vzorkovacou frekvenciou.

To znamená, že **kvalita záznamu** (každého signálu) závisí od **viacerých faktorov** (okrem iného aj od miery **kvantovania** a **kompresie**), ktoré sú obsahom tejto kapitoly a kapitol zaoberajúcich sa jednotlivými druhmi médií (*grafikou, zvukom, videonahrávkou*).

Kvantovanie

Zaokrúhľovanie jednotlivých odobraných vzoriek a ich následné vyjadrenie v číselnej podobe sa nazýva **kvantovanie**. Ide o prevod **analogových** (spojitých) vzoriek na **diskrétné** (nespojité), resp. **digitálne** (číslícové) hodnoty. Graficky tento proces približuje obrázok 8.



Obrázok 8 Priblíženie procesu kvantovania na grafe signálu.

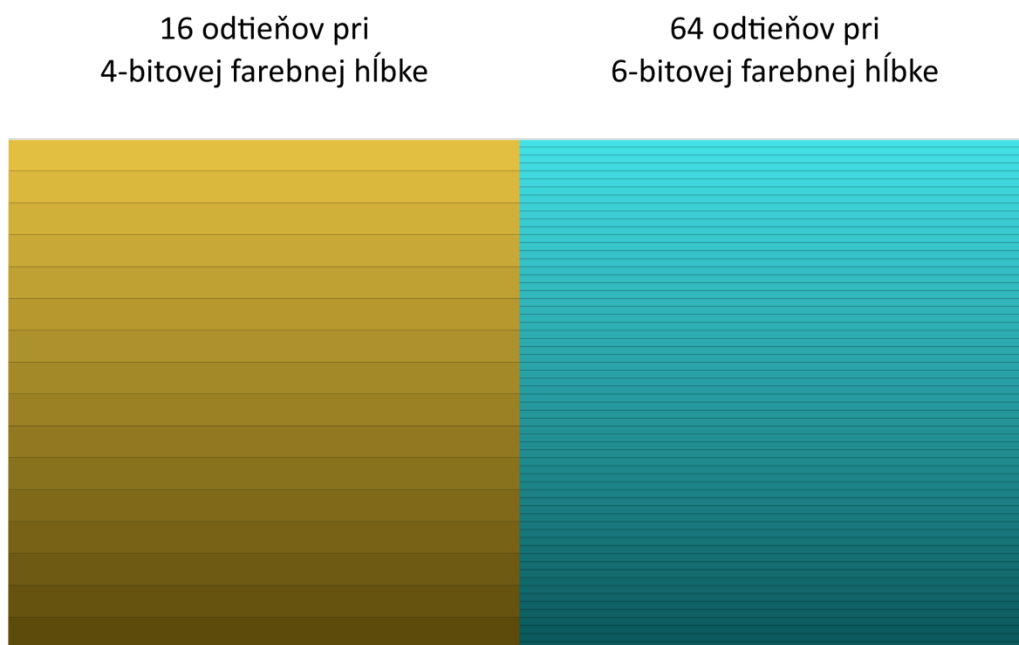
Čím viac **bitov** je použitých na vyjadrenie jednej **vzorky signálu**, tým viac úrovní signálu (napr. viac farebných odtieňov, úrovní hlasitosti a pod.) je možné digitálne vyjadriť a tým **vyššia** je **kvalita** digitálneho záznamu. Ako bolo naznačené pri opise procesu **vzorkovania**, s **kvalitou záznamu** (každého signálu) súvisí **viacero rôznych faktorov**. **Počet bitov na vzorku**, použitých pri procese **kvantovania**, je jedným z nich – ďalšími faktormi vplývajúcimi na kvalitu záznamu (napríklad **kompresiou**) sa zaoberajú kapitoly o jednotlivých druhoch médií (*grafike, zvuku, videonahrávke*).

Digitalizované kvantá signálu môžu vyjadrovať rôzne informácie, to závisí od typu spracúvaného signálu. V súvislosti s digitálnym **obrazom** ide najmä o **dynamický rozsah** (v tomto prípade rozsah jasov farieb, resp. farebných zložiek) a v súvislosti s použitým **modelom** aj **počet farieb** (farebnosť), ktoré je možné **kvantovaným**/digitálnym signálom vyjadriť, pričom vernosť farebného zobrazenia súvisí aj s vhodným rozdelením rozsahu intenzít spracúvaného optického signálu do rozsahu poskytnutého kvantovaným signálom a závisí od možností použitého (farebného) modelu. V súvislosti s digitálnym **zvukom** ide o vhodné rozdelenie digitálneho rozsahu na **úrovne hlasitosti** (**amplitúdy**) spracúvaného zvukového signálu.

Ak musel byť proces digitalizácie podriadený technickým alebo iným obmedzeniam a musel byť použitý menší počet bitov na vzorku, tak z toho vyplývajúci menší počet úrovní spracúvaného signálu sa prejaví vyšším **skreslením** digitálneho záznamu.

Dôležité je uvedomiť si ešte jeden podstatný fakt. Takmer všetky signály, ktoré sa vyskytujú v reálnom svete, majú v oblasti intenzít **logaritmický rozsah**. To znamená, že najnižšie a najvyššie hodnoty sú rozmiestnené na stupnici odlišujúcej sa v rádoch – napríklad začínajúc v rádoch jednotiek a prekračujúc rády stoviek, tisícov, ba i viac. Niekedy rovnaké pravidlo platí nielen pre **intenzity/amplitúdy** signálov, ale aj pre ich **frekvenčné rozsahy/spektrá**.

Nie vždy je v praxi možné použiť logaritmickú stupnicu, preto v niektorých prípadoch platí, že na jednej strane spracúvaného rozsahu je k dispozícii rádovo viac hodnôt než na strane opačnej. Je to preto, že v prípade tohto obmedzenia musí byť na dosiahnutie vyššej kvality navýšený počet úrovní (bitov) tak, aby bola reprodukcia uspokojivá vzhľadom na „slabšiu“ (t. j. menej saturovanú) stranu spracúvaného rozsahu.



Obrázok 9 Znárodnenie počtu úrovní (odtieňov farieb) pri rôznych počtoch bitov v jednej vzorke.

Multimediálny počítač

Pod termínom **multimediálny počítač** sa chápe taký počítač, ktorý dokáže prehrávať a spracúvať multimediálny obsah. V súčasnosti, v období rýchleho vývoja je zbytočné špecifikovať presné parametre hardvéru, z ktorého by sa mal multimediálny počítač skladať s určením softvéru, ktorý by mal mať predinštalovaný. Hardvér počítača, ktorý je z pohľadu súčasníka kvalitný, môže byť o rok/dva už zastaraný. Podobne sa menia trendy v oblasti softvérového vybavenia, i keď tu sú pozorovateľné určité náznaky stability. I tak je náročné odporúčať konkrétny druh softvérového vybavenia, pretože v tejto oblasti často rozhodujú osobné preferencie, účel/cieľ, cena a množstvo iných faktorov. Z uvedených dôvodov bude lepšie zdržiavať sa v tejto kapitole vo všeobecnej rovine a v tomto duchu rozpisovať úvahu s odporúčaniami o tom, čo okrem štandardného vybavenia (klávesnica, myš atď.) by mal multimediálny počítač obsahovať.

Použitie multimédií zahŕňa použitie zvuku, videonahrávky a textu. Z toho vyplýva, že (*hardvérové*) **vybavenie multimediálneho počítača** by malo zahŕňať *zvukovú a grafickú kartu*, ktoré môžu byť podľa potreby vybavené aj adekvátnym (zvukovým/grafickým) *akcelerátorom*, kvalitné *reproduktory*, *monitor* a *tlačiareň*. Okrem výstupných zariadení súvisiacich s grafikou, zvukom a textom by mal byť vybavený aj vstupnými zariadeniami alebo vstupmi na také zariadenia, ktoré umožňujú prenos multimediálnych údajov do počítača, aby ich bolo možné ďalej spracúvať. Medzi

takéto prídavné zariadenia patrí napríklad *mikrofón, webová kamera, skener, optická* alebo iná *mechanika* podporujúca moderné štandardy (CD, DVD, Blu-ray...), *televízna karta* alebo *videokarta* a podobne. Kvalitný periférny hardvér musí byť doplnený kvalitným hardvérom jadra počítača – *rýchlym procesorom*, dostatočne *kvalitnou a veľkou operačnou pamäťou*, *rýchlym a veľkým pevným diskom* a tak ďalej. Podľa potrieb môže byť počítač doplnený ďalšími perifériami ako *joystick* (alebo iné *herné vstupné zariadenie*), rôzne druhy *prevodníkov*, *záložný zdroj*, *sieťová údajová zálohovacia jednotka* (NAS – Network-Attached Storage), prípadne i *záložný zdroj energie* (UPS – Uninterruptible Power Supply/Source/System), *svetelné pero*, *grafický tablet (digitalizátor)* alebo *dotyková obrazovka*, *OCR čítacie zariadenie* (alebo *softvér*), *3D tlačiareň* a podobne.

Podobná je situácia v oblasti *softvérového* vybavenia. Jestvuje celý rad softvérových nástrojov na spracovanie, tvorbu a úpravu rôznych druhov médií. Patria sem najmä *softvérové nástroje na spracovanie videozáznamov, zvukových záznamov, obrázkov, fotografií, 2D a 3D grafiky* a pod. Opis niektorých z nich je aj v tejto sérii učebníc (v rámci súvisiacich kapitol), opis ďalších, spolu s návodmi na použitie, je naplánovaný do ďalších materiálov (skript) zaoberajúcich sa témou multimédií a internetu.

Otázky a úlohy na zopakovanie



Vlastnými slovami vysvetlite termín multimédiá.

V akých oblastiach sa často používa termín multimédiá?

Aké druhy multimediálnej informácie poznáte?

Čo je účelom multimédií?

Opíšte základnú výbavu multimediálneho počítača.

Čo je to digitalizácia? / Čo to znamená digitalizovať (signál)?

Aké dva základné spôsoby digitalizácie poznáte? Bližšie opíšte každý z nich.

Aký je rozdiel medzi vlnovou dĺžkou a periódou?

Čo je to amplitúda/perióda/vlnová dĺžka/frekvencia/spektrum?

Čo je to kvantovanie/vzorkovanie?

Čo udáva vzorkovacia frekvencia?

Čo označuje termín diskretný (signál)?

Čo je to analógový a digitálny signál? Uved'te rozdiel medzi nimi.

Čo označuje termín multimediálny počítač?

Aké nároky by mal spĺňať a aký by mal byť hardvér a softvér multimediálneho počítača?

Čo je to dynamický rozsah?

Zhrnutie



Táto kapitola sa zaoberala základnými termínmi z oblasti multimédií, bližšie sme vysvetlili termín **multimédiá**, poukázali sme na to, kde sa multimédiá používajú, priblížili sme vznik termínu **multimediálny počítač** a čo pomenúva, tiež sme osvetlili, čo to je **digitalizácia** a akým spôsobom je uskutočňovaná.

Multimédiá sú chápané ako viaceré médiá (nosiče informácie) použité súčasne s možnosťou interakcie človeka. Pôsobia na viacero zmyslov naraz. Pri práci s multimédiami alebo pri ich tvorbe sa často využívajú počítače, a tie by mali spĺňať špecifikáciu **multimediálneho počítača**. **Digitalizácia** je prevod informácií rôzneho druhu do **číslicovej** (digitálnej) podoby. Základné rozdelenie digitalizácie je na **primárnu** (pri ktorej sa **signál** prevádza priamo do digitálnej formy) a **sekundárnu** digitalizáciu (kedy sa jestvujúci záznam **analogového** charakteru prevádza na **digitálny** (**diskrétny**) záznam).

V súvislosti s procesom digitalizácie je nevyhnutné poznať dva základné termíny – **kvantovanie**, čo je rozdelenie pásma sledovaných hodnôt (**amplitúd/intenzít**) na také „kvantá“, ktoré je možné vyjadriť digitálne (t. j. číslicovo), a **vzorkovanie**, čo je rozdelenie signálu na časové vzorky, z čoho vyplýva, že **vzorkovanie** (keďže sa uskutočňuje v čase) má zmysel len v prípade signálu, ktorý sa mení v čase (napríklad zvuk/videonahrávka, pretože napríklad pri snímaní fotografie je v podstate odoberaná len jediná vzorka komplexnej obrazovej informácie, preto nie je celkom korektné hovoriť o vzorkovaní ako takom).

Počítačová grafika



Cieľom tejto kapitoly je vysvetliť termín **počítačová grafika**, ukázať, na aké oblasti sa tento druh grafiky *rozdeľuje*, a uviesť do problematiky **farebných modelov** a **farebných priestorov**, ktoré sa najčastejšie používajú v oblasti *počítačovej grafiky*. S tým súvisí aj termín **paleta**, ktorý označuje techniku, ktorá môže byť vnímaná ako zastaraná, ale paleta má svoje stále miesto v niektorých grafických formátoch, ktorými sa budeme zaoberať v ďalších kapitolách.

Definícia a rozdelenie počítačovej grafiky

Termínom **počítačová grafika** sa označuje syntetické vytváranie obrazov pomocou počítača, prípadne iných informačných a komunikačných prostriedkov. Z technického hľadiska patrí do oblasti *informatiky* alebo *matematiky*, je súčasťou týchto odborov a tvorí aj súčasť študijných programov (napríklad v kombinácii s geometriou), ale zasahuje aj do oblasti *dizajnu* či *umenia*, kde tvorí samostatnú kategóriu umeleckej (grafickej) tvorby. Zahŕňa takmer všetky grafické (vizuálne) znázornenia alebo zobrazenia údajov vykonávané prostredníctvom elektronických zariadení, ktoré sú vytvárané s pomocou počítačových technológií a ktoré nie sú textom.

Počítačová grafika sa využíva v rôznych odvetviach ako *architektúra*, *reklama*, *medicína* (*röntgenová tomografia*, *magnetická rezonancia*, *trojrozmerné zobrazenia* pri rôznych operáciách...), *film*, *tlač*, *masmédiá*, *internet*, *počítačové hry* a pod. Najčastejšie okruhy využitia počítačovej grafiky sú tieto:

- syntetické vytváranie reálnych obrazov (tzv. renderovanie),
- úprava plošných a priestorových informácií nasnímaných v reálnom svete (**digitálna** fotografia, dvoj- a trojrozmerné skenovanie, úprava fotografických predlôh a podobne),
- v oblasti umenia ide o samostatnú kategóriu umeleckej produkcie.

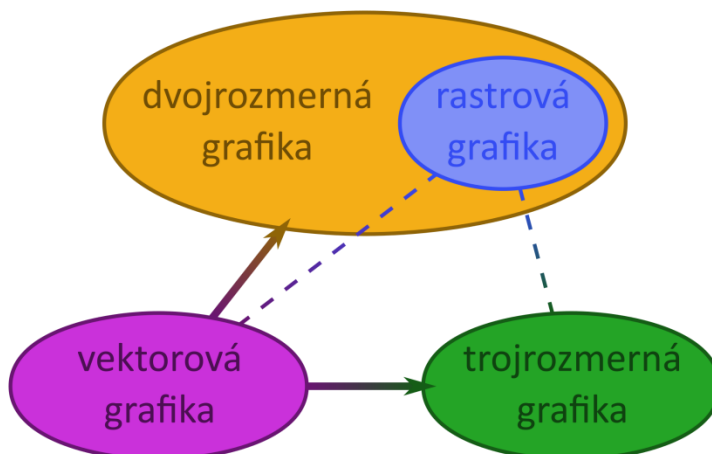
Ďalšie oblasti využitia počítačovej grafiky sú tieto:

- ilustrácie a sprievodné obrázky k textovej informácii – grafy, schémy, nákresy,
- reklamné a informačné materiály – letáky, pozvánky, reklamné tabule,
- prezentácie – grafický sprievod k prednáškam,
- grafická stránka spracovania publikácií – t. j. využitie grafiky pri spracovaní kníh a časopisov do podoby určenej na tlač,
- animovaná grafika – tvorba animovaných sekvencií – od jednoduchých animácií až po zložité počítačom realizované filmové sekvencie,

- grafické používateľské rozhranie (GUI) – vzhľad prostredia používateľských aplikácií, ovládanie s pomocou ikon, rozhrania (ponuky a nastavenia) počítačových hier a podobne,
- technické výkresy – stavbárske, strojárske a iné,
- grafika pre web a multimediálne diela – webové stránky, encyklopédie, výučbové softvéry,
- mapy, plány sídiel – spracovanie máp, plánov miest, analýza dopravnej situácie,
- počítačové hry
- a podobne.

Z uvedených zoznamov vyplýva, že počítačová grafika má skutočne veľmi široké spektrum využitia.

Do okruhu počítačovej grafiky patria dve veľké oblasti – **rastrová** a **vektorová počítačová grafika**, pričom v oblasti vektorovej grafiky je ďalej možné rozlišovať **dvojrozmernú** (plošnú) a **trojrozmernú** (priestorovú) **počítačovú grafiku**. Posledné dve sa vzájomne odlišujú *počtom rozmerov* (dimenzií), ktoré je nevyhnutné použiť pri výpočtových manipuláciách s objektmi na plátne/scéne. Dvojrozmerná grafika je označovaná skratkou **2D** a priestorová skratkou **3D** (kde *D* v oboch prípadoch označuje *dimenziu* – rozmer, angl. *dimension*).



Obrázok 10 Počítačová grafika a vzťahy medzi jej oblasťami.

Počítačová grafika býva relatívne často kategorizovaná na dvojrozmernú a trojrozmernú, pričom dvojrozmerná býva ďalej rozdeľovaná na **rastrovú** a vektorovú. Takéto rozdelenie môže vzbudiť dojem, že trojrozmerná grafika nie je vektorová alebo že rastrová grafika s trojrozmernou vôbec nesúvisí.

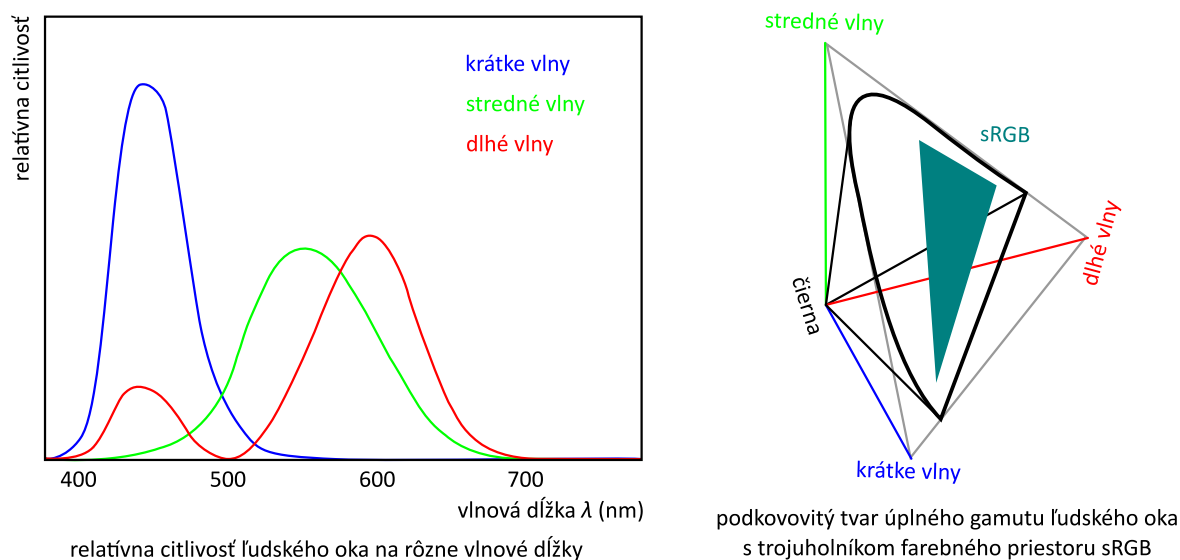
V skutočnosti všetky oblasti počítačovej grafiky vzájomne súvisia. Obohatené rastre sa používajú vo vektorovej grafike na priradovanie optických alebo iných vlastností povrchom a plochám (ako **textúry**), trojrozmerná grafika býva zasa využitá na vygenerovanie modelov objektov alebo postáv z viacerých pohľadov, ktoré sú potom zoskupené do rastrových animačných hárkov (napríklad pre 2D hry – plošinové, strategické – a aj keď sa pomaly od tohto prístupu upúšťa, stále je možné,

že nájde využitie inde) a tak ďalej. Všetky oblasti grafiky jednoducho patria do jedného odboru, ktorý sa zaoberá nielen štúdiom ich možností osamote, ale aj možnosťami ich vzájomného spolupôsobenia. Tento pohľad sa usiluje vyjadriť schéma na obrázku 10.

Farebné modely, farebný priestor

Farebný model je spôsob opisu farieb, ktoré bývajú vyjadrené skupinami čísel, najčastejšie ako skupina troch alebo štyroch číselných hodnôt s určitým významom (napríklad farebné zložky, jas, odtieň, farebný tón a tak ďalej). Každý **farebný model** teoreticky umožňuje vyjadriť nekonečne veľa farieb. Je to všeobecný spôsob opisu farieb. Aby sa model priblížil realite technických prostriedkov, je nevyhnutné bližšie určiť pravidlá vyjadrovania jednotlivých farieb – vybrať konkrétny **farebný priestor**.

Pri tomto procese ide o to, akým spôsobom sú farby **spektra** vnímateľného človekom reprezentované (porovnaj aj obrázok 5 v podkapitole Signál a vlnenie na strane 12 v tejto časti učebnice) a napríklad aj o to, koľko **bitov** je použitých na uchovanie číselných hodnôt. Spôsob vyjadrenia farieb určujú mapovacie funkcie. Jestvuje množstvo *farebných modelov*, ktoré definujú rozmanité **farebné priestory**. V tejto kapitole sú predstavené tie *farebné modely*, ktoré sú najčastejšie používané v oblasti informačných a komunikačných technológií. *Farebné priestory* jednotlivých modelov nie sú v tejto učebnici podrobne rozpracované, ale stručné náznaky niektorých sú uvedené pri opise každého farebného modelu.



Obrázok 11 Relatívna citlivosť ľudského oka na rôzne skupiny vlnových dĺžok a farebný priestor sRGB v úplnom gamute ľudského oka.

Farebný priestor a gamut

Ak sú k **farebnému modelu** priradené určité mapovacie funkcie, obmedzí sa tým množstvo farieb, ktoré je možné s jeho použitím reprezentovať, a vzniká tým konkrétny **farebný priestor**. Množstvo farieb farebného priestoru vyjadruje takzvaný **gamut**.

Väčšinou ide o vytvorenie vhodného kompromisu medzi tým, koľko farieb je skutočne možné s použitím konkrétneho farebného priestoru reprezentovať na úkor jeho jednoduchosti a použiteľnosti v praxi. (Porovnaj aj obrázok 11 vpravo.)



Obrázok 12 Ilustračný obrázok k téme farebné modely a priestory, gamut.

Výskum v oblasti videnia

Výskum v oblasti videnia viedol k vytvoreniu vlnových funkcií citlivosti ľudského oka na skupiny **vlnových dĺžok** svetla – *krátke, stredné a dlhé* vlny. Výsledok výskumu je zhrnutý na obrázku 11.

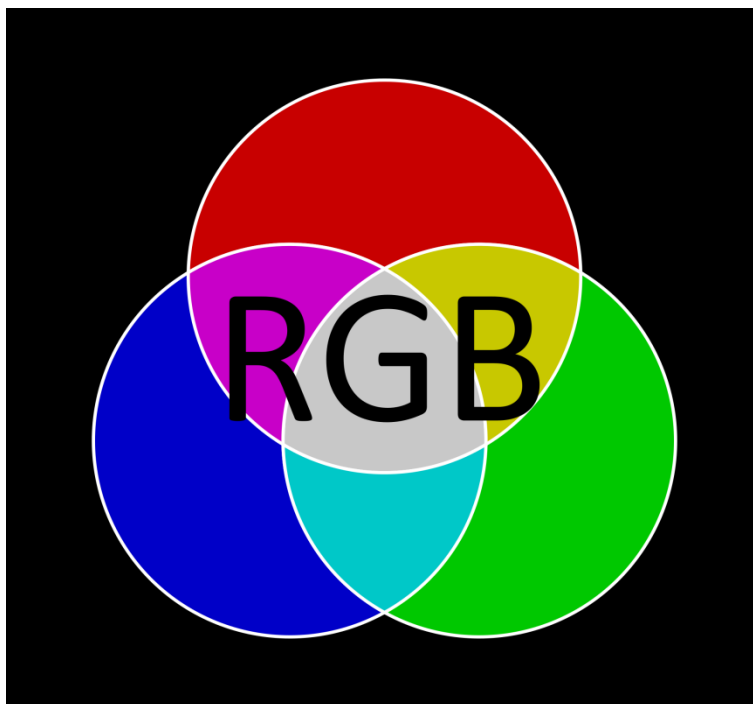
Ľudské oko nereaguje na všetky vlnové dĺžky viditeľného **spektra** rovnako a ani ich nedokáže presne vzájomne rozlišovať (vnímanie farieb závisí od miery stimulácie rôznych druhov čapíkov, nie od konkrétnej vlnovej dĺžky dopadajúcej na sietnicu) a tomu treba prispôbiť mapovacie funkcie používané pri tvorbe **farebných priestorov**.

Na obrázku 11 vpravo je znázornený typický podkovovitý tvar úplného **gamutu** ľudského oka a v ňom gamut *farebného priestoru* sRGB (čo je označenie štandardného, angl. standard – s, farebného priestoru **modelu** RGB; všeobecný princíp modelu RGB je vysvetlený v podkapitole Farebný model RGB na strane 24 v tejto časti učebnice).

Farebný model RGB

RGB je skratkou anglického **Red, Green, Blue** – červená, zelená, modrá, to znamená, že farby sú vyjadrené pomocou uvedených troch farebných zložiek. Je to **aditívny farebný model**. *Aditívny* znamená súčtový, to znamená, že farby sú tvorené súčtom zložiek a pri najvyššej úrovni (jasu) všetkých troch zložiek vzniká biela farba. Na princípe miešania týchto troch farebných zložiek pracujú napríklad monitory (biely bod na obrazovke vyžaduje emitovanie najvyšších hodnôt jasu všetkých troch farebných zložiek obrazového bodu – **pixelu**).

Najpoužívanejším farebným priestorom tohto modelu je sRGB. (Písmeno „s“ znamená štandardný podľa anglického standard.) Okrem neho bolo pre tento farebný model definované veľké množstvo priestorov, napr. Adobe RGB 98, Apple RGB, ProPhoto RGB atď.



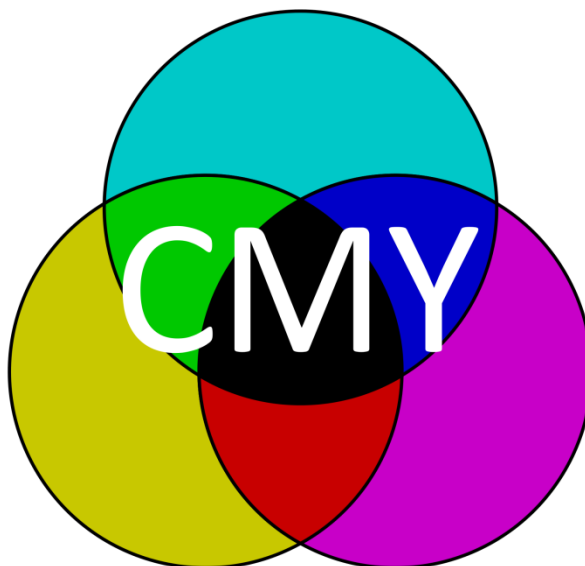
Obrázok 13 Ukážka miešania farieb vo farebnom modeli RGB.

Farebný model CMY

CMY je skratkou anglického **Cyan**, **Magenta**, **Yellow** – zelenomodrá, purpurová, žltá, to znamená, že farby sú vyjadrené pomocou uvedených troch farebných zložiek. Je to **subtraktívny farebný model**. *Subtraktívny* znamená rozdielový, to znamená, že farby sú tvorené rozdielom zložiek a pri najvyššej úrovni všetkých troch farebných zložiek vzniká čierna farba. Tento princíp miešania farieb využívajú napríklad tlačiarne (čierny bod vytlačený CMY farebnou tlačiarňou vyžaduje pridať najväčšieho počtu drobných farebných bodov zo všetkých troch atramentov alebo primiešanie najvyššej koncentrácie iného tlačového materiálu do výsledného tlačového bodu; porovnaj kapitolu Farebný model CMYK na strane 26 v tejto časti učebnice).

Pre farebné priestory tohto modelu boli vytvorené rôzne adaptácie rôznych výrobcov tlačiarň súvisiace s tým, že *gamut farebného priestoru* CMY býva nižší než priestoru sRGB.

Poznámka: Farebné tlačiarne nemajú možnosť meniť intenzitu farebných zložiek podobne ako monitor, preto musia používať rôzne techniky (napríklad rozptyl), aby zlepšili dojem výsledného vytlačeného obrazu. (Z tohto dôvodu býva ich rozlíšenie často nižšie než je skutočný počet vytlačiteľných bodov v určitom rozmere.)



Obrázok 14 Ukážka miešania farieb vo farebnom modeli CMY.

Farebný model CMYK

Model CMYK vychádza z farebného modelu CMY, avšak z dôvodu optimalizácie tlače (tento model bol vyvinutý pre tlačiarne) priberá ďalšiu „farebnú“ zložku – čiernu (black). V priebehu vývoja farebných tlačiarní sa ukázalo, že tlač čierno-bielých dokumentov (čierne písmo, biely papier) je s použitím CMY modelu veľmi neefektívna.



Obrázok 15 Ilustračný obrázok k téme farebný model CMYK.

Dochádzalo k vysokej spotrebe materiálu (na vytvorenie bodov čiernej alebo sivej „farby“ boli spotrebúvané všetky tri farebné atramenty, tonery, vosky či iný tlačový spotrebný materiál, pričom výroba čierneho tlačového spotrebného materiálu býva spravidla lacnejšia než výroba farebných spotrebných materiálov), preto výrobcovia vyvinuli spôsob oddelenia čiernej zložky (a s ňou

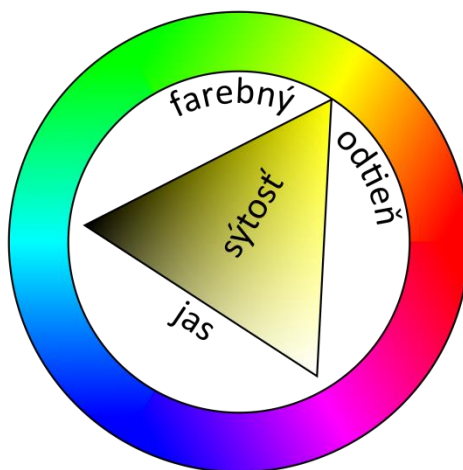
aj odtieňov sivej) vo farebnom modeli, čo sa dá s výhodou použiť na čierno-bielu (prípadne čier-nobielu) tlač. Používanie modelu CMYK je napriek jeho vyššej zložitosti výhodné, pretože prináša ekonomickú úsporu spotrebného materiálu.

Farebné priestory tohto modelu vznikli najčastejšie adaptáciou súvisiaceho CMY priestoru.

Farebné modely HSL a HSV

O týchto dvoch **modeloch** sa niekedy hovorí ako o neidentických dvojčatách. Jestvuje viacero alternatív ich pomenovaní a viac možností ich konverzie do iných modelov (predovšetkým do modelu RGB). Ich **farebné priestory** a spôsoby vyjadrenia ich hodnôt sa môžu odlišovať podľa implementácie v rámci konkrétneho softvérového nástroja. Sú vzdialené od technických princípov počítačovej techniky, ale ich použitie v oblasti počítačovej grafiky je časté, pretože vychádzajú zo spôsobu vnímania farieb človekom.

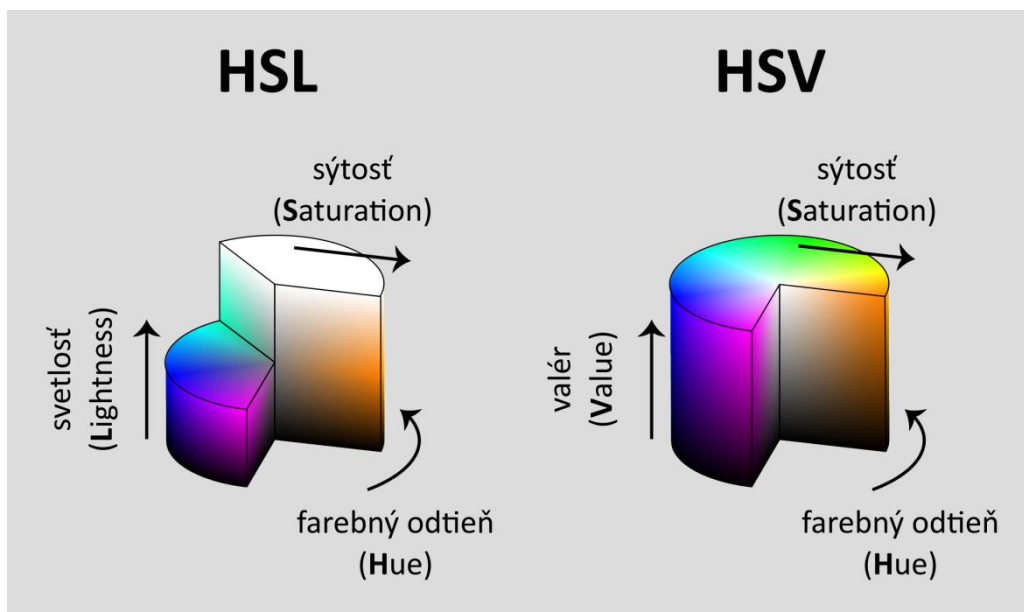
Obidva modely majú čiastočne spoločnú terminológiu. Pracujú so spoločnými termínmi *farebný odtieň* (angl. **Hue**) a *sýtosť* (angl. **Saturation**). Odlišujú sa v poslednej modelovanej zložke. Pri modeli HSL (niekedy označovanom aj HLS) je to *svetlosť* alebo *svietivosť* (angl. **Lightness**, **Luminance**) a pri modeli HSV je to *valér* (angl. **Value**; ide o termín prevzatý z oblasti umenia – pozri aj termín **valér** v slovníku na konci učebnice). Model HSL sa niekedy označuje ako HSI (resp. HIS), kde zložka *svetlosti* je premenovaná na *intenzitu* (angl. **Intensity**) a model HSV je zasa niekedy označovaný ako HSB, kde zložka *valéru* je premenovaná na jas (angl. **Brightness**).



Obrázok 16 Farebné koleso – princíp voľby farby, ktorý je v grafických editoroch často využívaný v úzkej súvislosti s farebnými modelmi HSL a HSV.

Modely sa odlišujú v tom, ako sa správajú pri zmene hodnoty posledného parametra. Pri obidvoch modeloch znamená *najnižšia hodnota* parametra svietivosti alebo valéru čiernu farbu. Rozdiel je v spôsobe poskytovania výsledku modelmi pri *najvyššej hodnote* svietivosti alebo valéru. Výsledok v tejto súvislosti môže alebo nemusí byť ovplyvňovaný zložkou sýtosti. Pri modeli HSL znamená najvyššia hodnota svietivosti vždy bielu farbu. Pri modeli HSV je význam valéru prepojený s hodnotou sýtosti. Pri najnižšej hodnote sýtosti znamená najvyššia hodnota valéru bielu farbu a pri

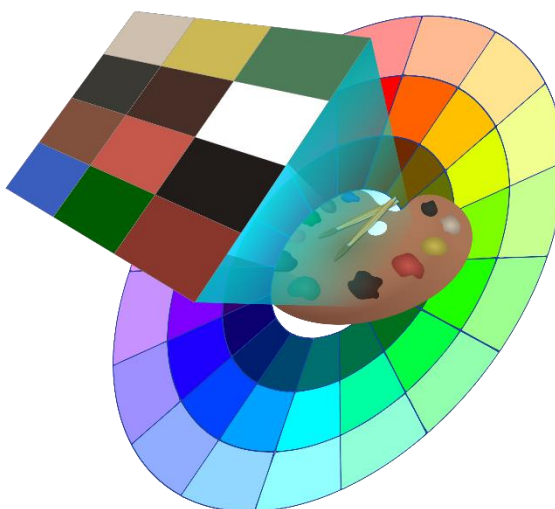
zvyšujúcich sa hodnotách sýtosti znamená zmena valéru zmenu jasnosti (intenzity) zvoleného farebného odtieňa (napr. od čiernej do sýtopurpurovej). Princíp obidvoch modelov je zobrazený na obrázku 17.



Obrázok 17 Valcové reprezentácie častí farebných modelov HSL a HSV.

Paleta farieb

Niektoré grafické formáty umožňujú použiť tzv. **paletu**. Jej použitie dokáže výrazne zmenšiť veľkosť súboru s obrázkom. **Paleta** je zvolená alebo predpísaná *množina farieb*, ktoré sú použiteľné v obraze. Farby sú vyberané z celého **gamutu farebného priestoru**, ktorý je použitý v rámci konkrétneho obrázka.



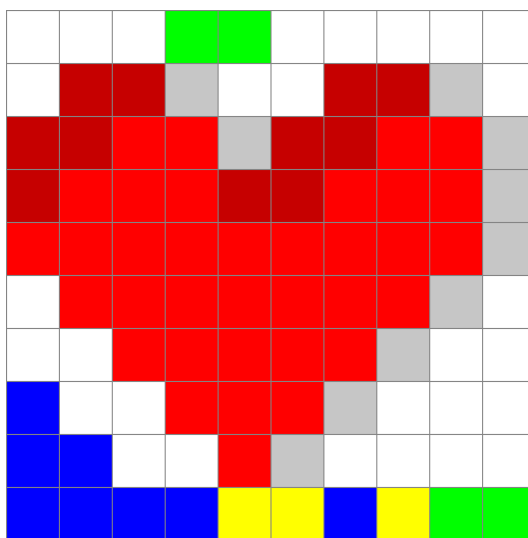
Obrázok 18 Ilustračný obrázok k téme paleta farieb.

Na rozdiel od klasickej palety používanej maliarmi sa farby **digitálnej** palety nedajú vzájomne miešať. Preto musia byť farby do palety zvolené opatrne. Optimálne je vybrať také farby, ktoré sú v obraze zastúpené najviac a vybrať pritom také odtiene, ktorými je možné uspokojivo nahradiť viacero farieb vyskytujúcich sa v obraze. Ak je paleta farieb predpísaná, tak je potrebné obraz prispôbiť palete.

Poznámky: Pozor, použitie palety sa nepovažuje za **kompresiu** obrázka! Paletu bolo nevyhnutné používať často len z dôvodu technických obmedzení staršieho hardvéru. Dnes sa používa buď z historických dôvodov, alebo v takých prípadoch, keď jej použitie (v kombinácii s **bezstratovou kompresiou**) prinesie úsporu úložného priestoru bez významnej straty kvality obrazu (napríklad málofarebné obrázky typu schémy, diagramy...).

Príklad farebnej palety

Tento príklad ukazuje mieru úspory úložného priestoru pri použití palety. Bez palety by bolo na uloženie srdca na obrázku 19 potrebných 300 bajtov. Táto hodnota vychádza z predpokladu, že nebola použitá **kompresia** a bola použitá 24-bitová **farebná hĺbka**, čiže na uloženie informácie o jednom **pixeli** sú potrebné 3 bajty. Uvedený obrázok srdca má rozmery 10 × 10 pixelov a 100 × 3 bajtov na pixel je rovné 300 bajtov.



Obrázok 19 Priblížený obrázok s veľkosťou 10 × 10 pixelov používajúci farebnú paletu.

Pri tomto type obrázka je použitie 24-bitovej farebnej hĺbky na každý jednotlivý pixel plytvaním úložného priestoru. Obrázok (19) obsahuje len sedem farieb: dva odtiene červenej, bielu, sivú, žltú, modrú a zelenú.

Po vytvorení palety z uvedených siedmich farieb budú postačovať na vyjadrenie farebnej hodnoty každého pixela tri bity – do troch bitov je možné **zakódovať** osem hodnôt, ktoré budú v tomto prípade poradovými číslami (indexmi) farieb v palete v rozsahu 0 až 7. To znamená, že na uloženie **bitovej mapy** uvedeného obrázka bude postačovať 38 bajtov.

Výpočet je nasledujúci: 10×10 (pixelov) $\times 3$ (bity na pixel) = 300 **bitov** (čo je asi osmina v porovnaní s predchádzajúcou veľkosťou – 300 bajtov). $300 \text{ bitov} \div 8 =$ necelých 38 bajtov. (Keďže bajt sa v počítačovej praxi nedá rozdeliť, je nevyhnutné výsledok zaokrúhliť smerom nahor.)

Spolu s paletou (ktorá musí byť ponechaná v pôvodnej farebnej hĺbke, takže každá farba palety bude zaberáť tri bajty: $7 \times 3 = 21$ bajtov) bude obrázok zaberáť len 59 bajtov, čo je oproti pôvodným 300 bajtom významná úspora miesta (vzhľadom na povahu obrázka aj bez straty vizuálnej informácie).

Otázky a úlohy na zopakovanie



Čo je to počítačová grafika a ako by ste ju rozdelili?

V akých rôznych oblastiach sa používa počítačová grafika? / Aké rôzne využitia má počítačová grafika?

Aký je rozdiel medzi farebným priestorom a farebným modelom? / Čo je to farebný model a ako s ním súvisí termín farebný priestor? / Definujte termín farebný model/farebný priestor.

Aké farebné priestory poznáte? (Stručne ich charakterizujte)

Priblížte, prečo fungujú farebné modely. (Ako vníma farby ľudské oko?)

Vysvetlite princípy farebného modelu RGB/CMY/CMYK/HSL/HSV.

Aký je rozdiel medzi farebnými modelmi HSL a HSV?

Čo je to gamut?

Čo je to valér?

Na čo sa v počítačovej grafike používa paleta? / Čo je to paleta (v počítačovej grafike)?

Zhrnutie



V tejto kapitole bolo vysvetlené, čo je to **počítačová grafika**. Je to taký druh grafiky, ktorá je generovaná alebo spracúvaná s pomocou počítačov alebo príbuzných technológií. Má mnoho oblastí využitia a jestvuje tiež viacero druhov grafiky, ktorých význam a použitie sa vzájomne čiastočne prekrývajú. Najčastejšie sa hovorí o štyroch druhoch – **dvojmerná (2D) grafika**, **trojrozmerná (3D) grafika**, **vektorová grafika** a **rastrová grafika**.

Všetky typy grafiky majú spoločné jedno – farby. Bez rozdielov farebnosti susediacich bodov alebo geometrických oblastí by nebolo vnímanie grafiky možné. S farbami úzko súvisia termíny **farebný model**, čo je všeobecný predpis na vyjadrovanie farieb v počítačoch a príbuzných technológiách a **farebný priestor**, ktorý je užším vymedzením množiny farieb vyjadrovanej prostredníctvom konkrétneho **modelu**.

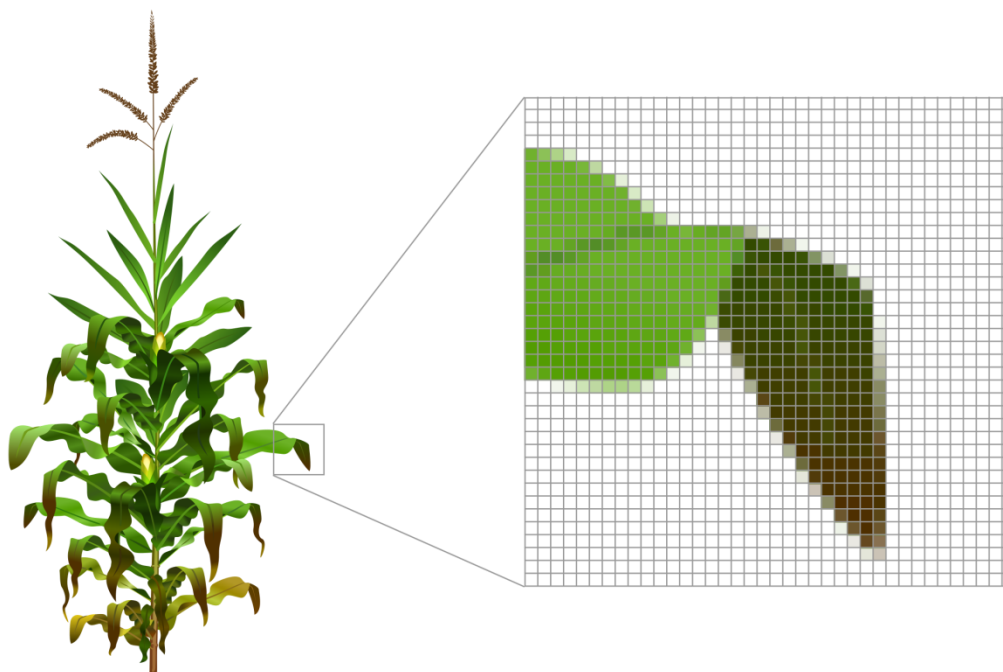
Počet farieb, ktoré sú v konkrétnom **priestore dostupné**, sa nazýva **gamut**. Najpoužívanejšie *farebné modely* sú RGB, CMY(K), HSL a HSV. Popri farebných modeloch a priestoroch sa niekedy používa aj **paleta**. Tá tvorí výber dovolených farieb (z priestoru), ktoré môžu byť použité v obrázku uloženom s použitím konkrétneho grafického formátu. Grafickými formátmi sa budeme zaoberať v ďalších kapitolách.

Rastrová počítačová grafika

V tejto kapitole sa čitateľ dozvie podrobnosti o **rastrovej počítačovej grafike**, ktorá patrí do oblasti *dvojrozmernej grafiky* (porovnaj obrázok 10 v podkapitole Definícia a rozdelenie počítačovej grafiky na strane 21 v tejto časti učebnice), o spôsoboch **digitalizácie** a **grafických formátoch** súvisiacich s týmto typom grafiky.



Tento druh počítačovej grafiky sa zvykne nazývať aj *bitmapová*. Súvisí to s tým, že základom *rastrovej* grafiky je pravidelná (spravidla pravouhlá) sieť **pixelov** nazývaná aj **bitová mapa** alebo **bit-mapa**. Tá je organizovaná do tvaru dvojrozmernej mriežky (matice) bodov – *rastra*. Každý **pixel** (obrazový bod) nesie špecifické informácie: *jas*, *farbu*, *transparentnosť* bodu alebo kombináciu týchto hodnôt reprezentovanú jedným alebo viacerými **bitmi**. Obrázok v rastrovej grafike má obmedzené **rozlíšenie**, ktoré je určené počtom riadkov a stĺpcov jednotlivých pixelov obrázka.



Obrázok 20 Rastrový obrázok s priblíženým výsekom preneseným do siete pixelov.

Poznámka: Pôvodne označoval anglický termín *bit map* (alebo *bitmap*) striktnu mapu jednotlivých bitov priradených *pixelom* a na označenie mapy, v ktorej bolo na jeden pixel rezervovaných viac bitov, bol určený termín *pixmap*. Neskôr sa však vnímanie termínu *bitmap* posunulo a v súčasnosti sa pod ním častejšie rozumie ľubovoľná *mapa pixelov*.

Digitalizácia rastrového obrazu

Digitalizácia rastrového obrazu sa uskutočňuje rozdelením obrazu na menšie časti – úseky, body (**pixely**) a priradením určitého objemu **digitálnej** informácie (počtu **bitov**) každej časti obrazu (každému bodu). Pixely sú potom zoradené do mriežky (nazývanej aj **rastrom** alebo maticou, sieťou či mapou), ktorá sa nazýva **bitová mapa alebo bitmapa**.

Čím väčší počet *bitov* je rezervovaný *na* reprezentáciu jednotlivých **pixelov**, tým kvalitnejší a vernejší je záznam obrazu. Pre jedno- a dvojfarebné (**monochromatické**, **dichromatické** a podobné) obrazy postačuje uchovať informáciu o úrovni jasnosti alebo odtieni farby na rozmedzí dvoch hraničných farieb (stavov).

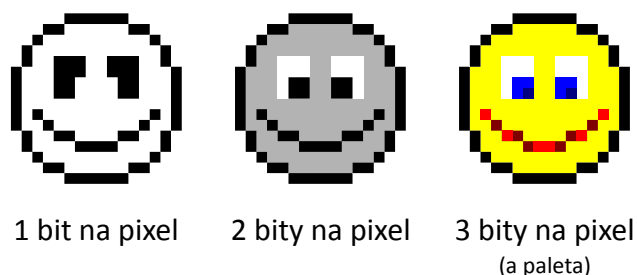
Poznámky: Jedno- a dvojfarebné obrazy môžu byť také, ktorých body sú vyjadriteľné buď úrovňou jasnosti svetla jedinej **vlnovej dĺžky**, resp. farby – ak farbou rozumieme aj prítomnosť všetkých vlnových dĺžok svetla – bielu (a jej odtiene), alebo aj také, ktorých body sú vyjadriteľné odtieňmi na rozmedzí dvoch vlnových dĺžok, resp. farieb, napríklad zelenomodrej a červenej, modrej a bielej a podobne.

Monochromatické svetlo vo fyzike označuje také svetlo, ktoré pozostáva z elektromagnetického žiarenia jednej vlnovej dĺžky. V grafike sa pod pojmom „monochromatický“ rozumie napríklad aj **paleta** odtieňov vytvorená prechodom zo zvolenej farby reprezentovateľnej jednou vlnovou dĺžkou do **spektra** zloženého zo všetkých chromatických zložiek viditeľného svetla – t. j. prechodom do bielej farby. Zo striktno fyzikálneho hľadiska by táto paleta nikdy nemohla byť označená za monochromatickú. V tejto súvislosti ide o iné chápanie slova monochromatický, ktoré je v anglickom jazyku blízke i významu bezfarebný, resp. fádny.

Na vyjadrenie viacfarebných obrazov sa používajú **farebné priestory**, ktoré vychádzajú z **farebných modelov** (porovnaj aj podkapitolu Farebné modely, farebný priestor na strane 23 v tejto časti učebnice) alebo **paleta** (porovnaj aj podkapitolu Paleta farieb na strane 28 v tejto časti učebnice). Čím vyšší počet farieb alebo farebných odtieňov je potrebné vyjadriť, tým vyšší počet *bitov* je potrebné rezervovať *na* uloženie údajov o jednotlivých *pixeloch*. Na uchovanie obrazu zostaveného striktno z dvoch farieb (bez použitia odtieňov) postačí jeden *bit na pixel*. Na uchovanie plnofarebného obrazu sú potrebné desiatky bitov na jeden pixel.

Použitie farebných modelov a priestorov súvisí aj s problematikou snímania hodnôt použitých na **číslicové** vyjadrenie jednotlivých bodov obrazu. Farbu človek vníma cez viacero druhov **svetlocitlivých buniek oka** – **svetloreceptorov**, z ktorých každý typ je vnímavejší na inú oblasť optického **spektra** (porovnaj aj obrázok 5 na strane 13 v tejto časti učebnice, v podkapitole Signál a vlnenie a podkapitolu Výskum v oblasti videnia na strane 24 v tejto časti učebnice). V súvislosti s uchovávaním digitálnych údajov sa ukázalo byť nielen možné, ale aj výhodné skladať všetky farby viditeľného spektra elektromagnetického vlnenia miešaním vyžarovania svetelných zdrojov troch čo najvýhodnejšie zvolených **vlnových dĺžok** svetla (farieb; porovnaj aj podkapitolu Farebný model RGB na strane 24 v tejto časti učebnice). Tak sú redukované nároky na objem údajov potrebných na uchovanie (digitálneho) obrazu. Preto je obraz počas procesu **digitalizácie** snímaný prostredníctvom svetlocitlivých čipov s použitím farebných filtrov prepúšťajúcich iba zvolené farebné zložky.

Takto sa do digitálnych údajov premietajú len intenzity „privilegovaných“ vlnových dĺžok svetla (farieb), ale svetloreceptory ľudského oka nie sú schopné pri reprodukcii obrazu neprítomnosť ostatných vlnových dĺžok svetla odhaliť, pretože vnímanie farieb je závislé od miery stimulácie zodpovedajúcich receptorov, nie od striktnnej vlnovej dĺžky prijatého svetla. Vnem farby sa vytvára až v mozgu na základe miery stimulácie farebných svetlocitlivých buniek – *čapíkov*. Ľudský zrak nedokáže rozlišovať jednotlivé vlnové dĺžky (farby) vo viditeľnom spektre (elektromagnetického vlnenia) na rozdiel od sluchu, ktorý jednotlivé frekvencie (tóny) v akorde dokáže rozoznať. (Ľudský zrak nefunguje ako *spektrometer*.)



Obrázok 21 Rovnaký obrázok zobrazený pri rôznych počtoch bitov rezervovaných na jeden pixel.

Na obrázku 21 je zobrazený rovnaký motív s použitím rôzneho počtu **bitov na jeden pixel**:

- *Vľavo* – jeden bit dokáže **kódovať** len dve hodnoty, čiže obrázok môže byť zložený len z dvoch farieb (v tomto prípade čierna a biela).
- *V strede* – dva bity dokážu kódovať štyri hodnoty, preto môže obrázok obsahovať štyri farby alebo odtiene farieb, prípadne iné špeciálne hodnoty (v tomto prípade obrázok obsahuje body čiernej, bielej a sivej farby a priehľadné body obkolesujúce obrázok – tie je možné „vidieť“, resp. nevidieť len ak je obrázok umiestnený na vhodnom pozadí).
- *Vpravo* – tri bity dokážu kódovať osem hodnôt a presne toľko rôznych vizuálnych stavov môže obsahovať obrázok, ktorého **pixely** sú kódované s použitím troch bitov (v tomto prípade ide o body v dvoch odtieňoch červenej, dvoch odtieňoch modrej, žltej, čiernej a bielej farby a o priehľadné body obkolesujúce obrázok).

Rozptyl (dithering)

Termín (farebný) **rozptyl** (angl. dithering) označuje spôsob úpravy obrazu rozptýlením bodov tak, aby zostala čo najviac zachovaná pôvodná vizuálna informácia. Používa sa pri redukcii **farebnej hĺbky** obrazu – body obrazu s nižším počtom farieb sú rozptýlené tak, aby v novom obraze vznikol dojem vyššej farebnosti, resp. vyššieho počtu odtieňov. Pritom počet skutočne použitých farieb v obraze zostáva redukovaný.

Na obrázku 22 je možné vidieť extrémny prípad, keď bol farebný obrázok redukovaný na dvojfarebný čierno-biely obrázok. Vľavo hore je pôvodný obrázok, vedľa neho je redukovaný obrázok

bez použitia metódy **rozptylu** bodov. Pod nimi sú ukážky dvoch rôznych spôsobov rozptylu (v obidvoch sú použité len dve farby rovnako ako v obrázku vpravo hore). Jestvuje množstvo algoritmov rozptylov bodov a každý z nich podáva odlišné výsledky.

Použitie metódy rozptylu (farebných) bodov nie je podmienené formátom obrázka. Túto techniku je možné použiť kedykoľvek, ale nie vždy to má zmysel. Vizuálny dojem z obrázka môže byť lepší, ale použitie rozptylu takmer vždy znižuje úroveň **kompresie** výsledného súboru (pretože algoritmy kompresných formátov neboli väčšinou navrhnuté tak, aby ho brali do úvahy). Pri formátoch, ktoré nepodporujú nižšie farebné hĺbky (pod 24 **bitov**), je použitie rozptylu prakticky zbytočné.

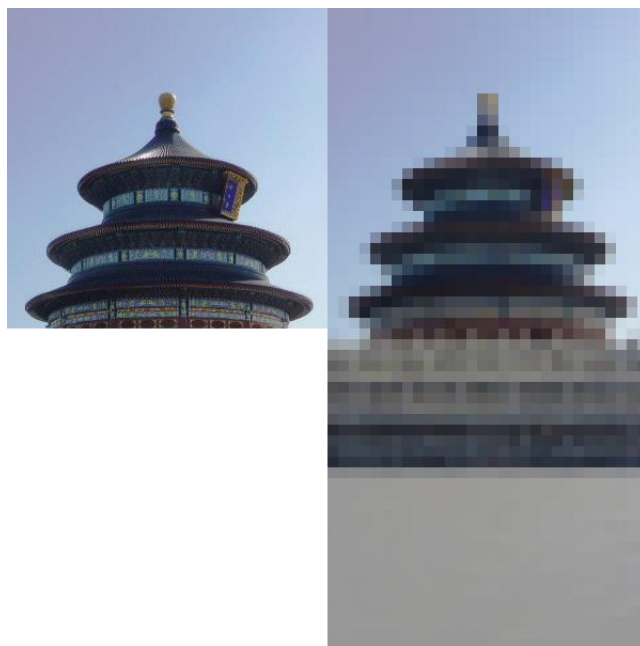


Obrázok 22 Rozptyl (angl. dithering).

Prekladanie (interlacing)

Termín **prekladanie**, prípadne v inom kontexte aj **režim prekladania** (angl. interlacing alebo aj interleaving), označuje metódu uloženia alebo prenosu obrazovej informácie po častiach (vrstvách). Pri tomto spôsobe uloženia/prenosu obrazu je pôvodná obrazová informácia rozdelená na niekoľko častí (vrstiev), z ktorých každá jednotlivito obsahuje len každú n-tú časť pôvodného obrazu (často len v horizontálnom smere a niekedy v horizontálnom aj vertikálnom smere).

Dôvody na použitie tohto prístupu majú korene v hľadaní riešení určitých technických obmedzení v minulosti a v istých prípadoch sa používa dodnes. V súvislosti s internetom išlo o hľadanie riešenia pomalého načítavania obrázkov počas prehliadania webových stránok (pričom táto metóda problém priamo nerieši, iba zmierňuje jeho priebeh). Na obrázku 23 je zobrazený priebeh načítavania súboru s obrázkom v polovici prenosu bez použitia **prekladania** (vľavo) a s jeho použitím (vpravo). A na obrázku 24 je znázornený priebeh načítavania prekladaného obrázka vo viacerých fázach.



Obrázok 23 Prekladanie (interlacing) – porovnanie priebehu načítania obrázka bez použitia prekladania (vľavo) a s jeho použitím (vpravo; ukážka zobrazuje stav 50 % načítania obidvoch obrázkových súborov).

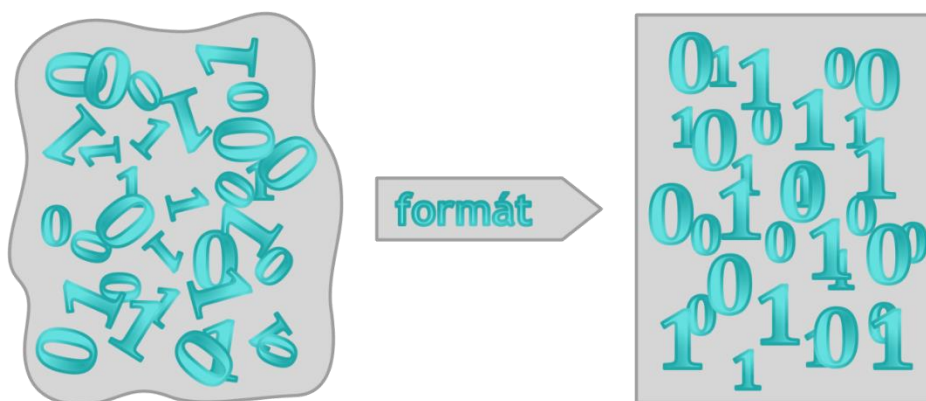
Treba podotknúť, že použitie prekladania načítanie obrázka nezrýchli. Naopak, pri jeho použití pri **bezstratovej kompresii** veľkosť obrázka často mierne narastie, čo spôsobí mierne predĺženie celkového času prenosu. Prekladanie však poskytuje iný benefit – zlepšuje dojem pri načítavaní obrázka. Ide teda o psychologický efekt. Ak je vysoko pravdepodobné, že stránku budú prezerat' používatelia s pomalým sieťovým pripojením, tak je jeho použitie ústretovým krokom ku komfortu prezerania stránky. Používateľom býva príjemnejšie vidieť najskôr predbežný obrys obrazu, ktorý sa postupne vyhladzuje než malú časť obrázka v plne ostrom stave, ktorá postupne pomaly narastá.



Obrázok 24 Prekladanie (angl. interlacing) – priebeh načítania obrázka s použitím prekladania (zľava doprava sú úrovne načítania cca 15 %, 50 % a 100 %).

Formáty rastrovej počítačovej grafiky

Účelom **digitalizácie** je transformovať údaje z **analogového** do **digitálneho** tvaru – do číslcového tvaru, tvaru údajov, ktoré sú spracovateľné digitálnou technikou. Bez „dohôd“ so širokou platnosťou, ktoré by určili význam jednotlivých **bitov** alebo ich skupín, by prevládal chaos. Súborové formáty sú takýmito dohodami. V tejto kapitole sú predstavené (a porovnané) najpoužívanejšie formáty **rastrových** obrázkov.



Obrázok 25 Ilustračný obrázok k téme súborové formáty.

GIF (Graphics Interchange Format)

GIF (preklad rozvinutia anglickej skratky pomenúva *formát na výmenu grafických informácií*) je grafický formát určený na ukladanie a prenos **rastrových** obrazových (grafických) informácií. Bol navrhnutý spoločnosťou *CompuServe Incorporated*. Prvá verzia (87a) bola vydaná v roku 1987 a o dva roky neskôr bola vydaná ďalšia verzia (89a), ktorá podstúpila drobné úpravy v roku 1990. (Na určité obdobie sa stal proprietárnym – plateným. Viac v podkapitole PNG (Portable Network Graphics) na strane 37 v tejto časti učebnice.)

GIF používa **kompresiu LZW**, ktorá je **bezstratová**, takže veľkosť výsledného súboru je (po redukcii do **8-bitového farebného priestoru**) zmenšená bez (ďalšieho) zníženia vizuálnej kvality na rozdiel napríklad od metódy JPEG, ktorá väčšinou používa **stratovú kompresiu**.

Tento formát obrázkov umožňuje uložiť **raster** farebných bodov najviac s ôsmimi bitmi na jeden bod (vo forme palety). Samotné položky palety (farby v palete) sú 24-bitové (sú volené z 24-bitového farebného priestoru modelu RGB). Osem bitov umožňuje použitie palety s najviac dvesto-päťdesiatimi šiestimi samostatnými položkami (farbami). Z dôvodu tohto obmedzenia je *nehodný* na uchovávanie farebných *fotografií* alebo obrázkov s veľkým *množstvom farieb* (resp. farebných odtieňov). GIF je *vhodný* na uchovávanie *jednoduchých obrázkov* ako sú *nápisy, grafické logá* s veľkými jednofarebnými plochami, *plány, schémy, málofarebné obrázky* a pod.

Pomocou GIF-u môžu byť veľmi dobre (v súvislosti s kvalitou obrazu) reprezentované dvojfarebné (**monochromatické, dichromatické...**) fotografie, avšak kompresný algoritmus GIF-u vo vše-

obecnosti nie je dobre prispôsobený na účinnú kompresiu komplexných obrazov, akými sú fotografie, preto nie je kompresný pomer takýchto obrázkov dobrý. GIF tiež umožňuje uchovávať jednoduché animácie. Súborový formát používa príponu `.gif`.

PNG (Portable Network Graphics)

Formát **PNG** (preklad rozvinutia anglickej skratky pomenúva *prenositel'nú sieťovú grafiku*) je grafický formát určený na uchovávanie a prenos **rastrovej** grafickej informácie s použitím **bezstratovej kompresie** (rovnako ako GIF). Bol vyvinutý ako zdokonalenie a *náhrada formátu GIF*, ktorý bol od roku 1994 (po siedmich rokoch od jeho prvého vydania) nárokován patentov na kompresný algoritmus LZW (podávaných už od roku 1983 a expirovaných v rokoch 2003 – 2006) spoločnosťou Unisys licencovaným (a plateným).

Poznámky: Spoločnosť Unisys zistila použitie algoritmu, na ktorý vlastnila patent až neskôr. CompuServe Incorporated o patentoch nevedela, ale bola ochotná uzavrieť s Unisys dohodu. Tak sa stalo, že obľúbený formát zrazu podliehal licenciám, čo sa stretlo s búrlivými negatívnymi ohlasmami. Reakciou internetových komunít bolo začatie práce na novom formáte, ktorý nebude používať žiadne patentované postupy (PNG).



Obrázok 26 Ilustračný obrázok k téme reakcie na uplatňovanie nárokov na patenty ku kompresnému algoritmu LZW.

Prvé oficiálne vydanie špecifikácie PNG sa spája s rokom 1996 (dva roky po vypuknutí škandálu s formátom GIF), inštitútom MIT (Massachusetts Institute of Technology) a s dokumentáciou k formátu PNG, ktorá sa stala ďalšou špecifikáciou konzorcia **W3C**.

Formát nemá obmedzenie najvyššieho možného počtu dvestopäťdesiatich šiestich súčasne zobraziteľných farieb ako GIF, takže PNG v tomto smere GIF predstihuje. Ponúka nielen možnosť uloženia obrázka vo *vyššej farebnej hĺbke* (až **48-bitovej** oproti 8-bitovej **palette** GIF-u, ktorá bola volená z 24-bitového **gamutu**), ale i lepšiu **kompresiu** dosiahnutú výkonnejším kompresným algoritmom. PNG však *neumožňuje* uchovať jednoduché *animácie*, čo, naopak, umožňuje formát GIF. (A to

napriek tomu, že v pôvodnej špecifikácii formátu PNG bola možnosť uchovania animácie navrhnutá.) PNG je rovnako ako formát GIF a metóda JPEG široko používaný v prostredí internetu. Súbor uložený vo formáte PNG používa príponu `.png`.

Tento formát podporuje *priehľadnosť s alfa kanálom* (v tomto význame kanálom priehľadnosti – pozri aj termín [alfa kanál](#) v slovníku na konci učebnice). Používa kompresný algoritmus (bezstratový, ako už bolo povedané), ktorý nepodlieha a nepodliehal patentom. Podporuje *sedemvrstvový dvojrozmerný režim prekladania* (porovnaj aj podkapitolu Prekladanie (interlacing) na strane 34 v tejto časti učebnice), kde dvojrozmerný znamená to, že body v obraze sú s pribúdajúcimi vrstvami dopĺňané v riadkoch aj stĺpcoch (čo je oproti formátu GIF tiež pokrok). PNG umožňuje použiť až 48-bitovú [farebnú hĺbku](#), čo mu umožňuje vyjadriť vyšší počet farebných odtieňov, čo sa vizuálne prejaví najmä pri zobrazovaní jemnejších farebných prechodov (porovnaj aj podkapitolu Gradient ako (farebný) prechod na strane 46 tejto časti učebnice). Napriek prednostiam formátu PNG a úmyslu nahradiť ním formát GIF si i formát GIF stále udržiava svoje miesto v internetovom prostredí.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) JFIF (JPEG File Interchange Format)

Metóda [kompresie](#) JPEG (Joint Photographic Experts Group – vo voľnom preklade *spätá skupina fotografických expertov*) bola štandardizovaná normou ISO v roku 1990. Široko používaná implementácia od združenia IJG (Independent JPEG Group) bola uvoľnená v roku 1991. JPEG (Joint Photographic Experts Group) je zároveň názov združenia, ktoré sa zaoberá vývojom špecifikácií. Štandard JPEG *podporuje bezstratovú kompresiu rastrových* obrázkov, ale väčšinou sa v praxi **používa** práve **stratová** metóda [kompresie](#).

Z uvedeného textu vyplýva, že JPEG sám o sebe *nie je* súborovým formátom. Špecifikácia hovorí iba o tom, *ako pretvoriť obraz na údajový prúd bajtov* (angl. [stream](#)). Až neskorší štandard (JFIF – JPEG File Interchange Format, čiže vo voľnom preklade *súborový formát (skupiny) JPEG*) od IJG (Independent JPEG Group – *nezávislá skupina JPEG*), určil spôsob zapuzdrovania údajového prúdu (streamu) do súboru. I tak sa často formát súboru používajúci metódu tejto špecifikácie nazýva JPEG, správny a úplný názov súborového formátu však je **JPEG JFIF**. Najpoužívanejšia prípona súborov je `.jpg` a `.jpeg`, ale jestvuje mnoho variácií: `.jfif`, `.JPG`, `.JPE...`

Formát JPEG JFIF umožňuje aj *uloženie doplňujúcich údajov o obrázku* (generovaných napríklad fotoaparátom) – **Exif**. Tie môžu obsahovať informácie o type a nastaveniach fotoaparátu, ktoré boli aktívne v čase vyhotovenia snímku, napríklad *uzávierku*, použitie *blesku*, *GPS súradnice* miesta vyhotovenia a podobne.

Kompresná metóda JPEG nie je vhodná na dočasné ukladanie obrázkov, na ktorých úprave sa ešte pracuje – s každým otvorením a opätovným uložením obrázka dochádza ku kumulujúcej degradácii obrazu vplyvom [stratovej kompresie](#).

Nepoužívajte obrázky komprimované (stratovou) metódou JPEG (formát JFIF) inak než na uloženie záverečnej verzie obrázka!

Z rovnakého dôvodu nie je metóda vhodná na ukladanie grafiky, ktorá pozostáva z veľkých jednofarebných plôch a čiar (ako grafy a schémy). Podrobnosti sú v ďalšej podkapitole (Úrovne kompresie formátu JPEG JFIF).

Úrovne kompresie formátu JPEG JFIF

Čím vyššia je úroveň **kompresie**, tým viac je výsledný obraz deformovaný. Na obrázku 27 je vidieť, ako vplýva úroveň kompresie na kvalitu obrazu. Obrázok je kolážou siedmich obrázkov s rôznymi úrovňami kompresie – prechádza zľava od takmer nekomprimovaného tvaru doprava do podoby s najvyššou kompresiou.

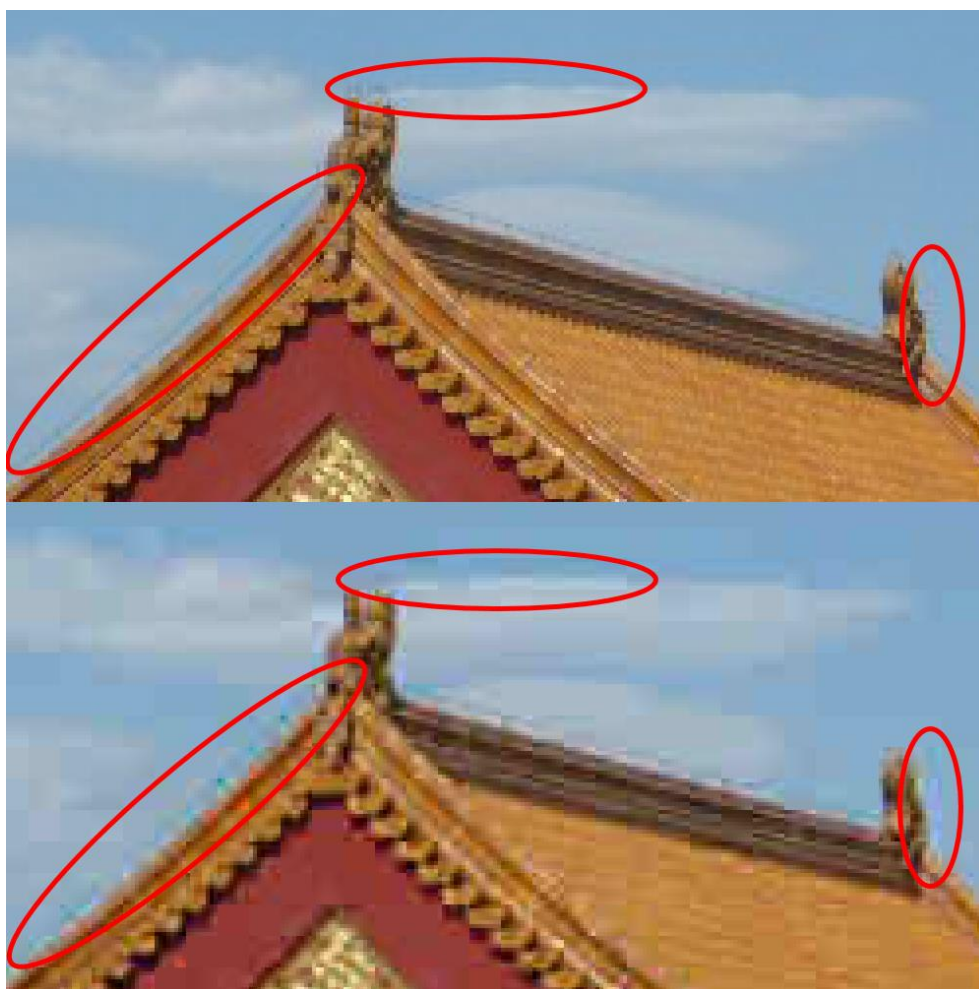
Deformácia obrazu spojená s vyššou kompresiou zároveň znamená vyššiu úsporu úložného priestoru. Súbory obrázkov postupne komprimovaných s úrovňami kompresie použitými v ukážke (na obrázku 27) preukazujú výraznú redukciu výslednej veľkosti: 104 kB, 54 kB, 29 kB, 20 kB, 14 kB, 11 kB, a 8 kB. (Hodnoty sú zoradené v rovnakom poradí ako pásy v koláži na obrázku 27.) Treba hľadať vhodný kompromis medzi kvalitou a výslednou veľkosťou obrázka.



Obrázok 27 Ukážka rôznych úrovni deformácie obrázka v závislosti od stupňa stratovej kompresie.

V dôsledku **stratovej kompresie** vznikajú v obrázkoch používajúcich kompresnú metódu JPEG **kompresné artefakty**, ktoré sú tým viac viditeľné, čím vyšší je stupeň kompresie – obrázok 28. Pri nižšej úrovni kompresie sú **artefakty** lepšie viditeľné len pri priblížení. Vyšší stupeň kompresie produkuje artefakty, ktoré sú bez problémov pozorovateľné voľným okom. Jestvujú metódy, ktoré umožňujú artefakty pri zobrazení potlačiť alebo obrázok skomprimovať prostredníctvom metódy JPEG tak, aby bol ich vznik v rizikových oblastiach čo najviac potlačený.

Poznámka: V praxi sa na označenie stupňa kompresie metódou JPEG používa aj obrátená stupnica kvality. Hodnota sto znamená nepoužitie stratovej kompresie a hodnota nula znamená najvyšší stupeň kompresie.



Obrázok 28 Ukážka vzniku artefaktov pri dvoch rôznych úrovniach stratovej kompresie.

TIFF (Tagged Image File Format)

TIFF bol vytvorený spoločnosťou *Aldus Corporation* v roku 1986 ako formát určený na ukladanie *rastrovej počítačovej grafiky*. V roku 1992 ho prevzala spoločnosť *Adobe*. Je populárny v prostredí umelcov, fotografov a v publikačnom priemysle. Podporujú ho mnohé grafické aplikácie a softvéry pre skenery, faxy, textové procesory, softvéry na optické rozpoznávanie textu a podobne. Neoficiálne tvorí štandard na ukladanie snímok určených na tlač. TIFF je zložitejší formát v porovnaní s inými formátmi slúžiacimi na ukladanie *rastrovej grafiky*. Ako jeden z mála grafických formátov umožňuje uloženie grafických informácií na *viacerých stránkach*.

Pôvodný názov formátu (ktorý v najnovšej verzii špecifikácie nie je spomínaný) pomenúva *značkovaný obrázkový súborový formát*, čo trochu naznačuje, čím sa tento formát odlišuje od ostatných grafických formátov. Grafické formáty obvykle obsahujú hlavičku s pevnou dĺžkou, ktorá má presne vymedzené miesta na uloženie rozmerov obrázka, *farebného priestoru*, *endianity* a iných údajov. TIFF podporuje vloženie premenlivej množiny údajov do informačných polí, ktoré nazýva **značkami** (angl. tags). Podobne ako pri ostatných formátoch to môžu byť údaje o rozmeroch a farebnosti obrázka, ale i rôzne špecifické polia na uloženie informácií o autorských právach a aj používateľom definované *vlastné značky*, ktoré môže každý výrobca softvéru využiť na uloženie špecifických informácií podľa svojich potrieb.

Porovnanie rastrových grafických formátov

	TIFF	GIF	PNG	JPEG JFIF
Najvyššia farebná hĺbka (v bitoch)	48	8	48	24
Podpora bezstratovej kompresie	áno	áno	áno	áno
Podpora stratovej kompresie	výnimočne*	nie	nie	áno
Podpora palety	áno	áno	áno	nie
Podpora jednobitovej priehľadnosti	áno	áno	v závislosti od farebnej hĺbky	nie
Podpora priehľadnosti alfa kanálom	áno	nie	áno	nie
Podpora animácie	nie	áno	nie	nie
Podpora stránok dokumentu	áno	nie	nie	nie

* Formát TIFF môže obsahovať údaje skomprimované metódou JPEG. Je to však výnimočné.

Doplňujúce informácie k porovnaniu formátov PNG a GIF

Vo väčšine prípadov dokáže algoritmus formátu PNG dosiahnuť vyšší stupeň **kompresie** ako algoritmus formátu GIF.

Doplňujúce informácie k porovnaniu formátov PNG a JPEG JFIF

Pri použití **stratovej kompresie** majú súbory vo formáte *JPEG JFIF* omnoho *menšiu veľkosť* než súbory vo formáte PNG, ale za cenu produkcie **artefaktov**. Pri použití **bezstratovej kompresie** majú *menšiu veľkosť* spravidla súbory komprimované metódou PNG.

Všeobecné doplňujúce informácie k porovnaniu formátov

Bezstratová kompresia je vhodnejšia na ukladanie obrázkov obsahujúcich text, schémy, ostré prechody a pod. *Stratová kompresia* je vhodná na ukladanie fotografií, zložitých obrazov, v ktorých vizuálne zaniknú **artefakty**. Kompresný algoritmus TIFF nedosahuje výkonnosť **kompresie** algoritmu PNG, ale formát TIFF má svoje špecifiká, ktoré môžu byť v niektorých oblastiach výhodou.

Formát JPEG JFIF podporuje ukladanie údajov o obrázku – Exif. Formát PNG podporuje textové komentáre s niektorými údajmi podobnými tými, ktoré sú ukladané v údajoch Exif. Formát TIFF umožňuje vkladanie ľubovoľných zákazníckych značiek, ich interpretácia je však závislá od použitého softvéru (nie sú súčasťou štandardu). Novšia verzia štandardu GIF (89a) podporuje aj uloženie textových informácií spolu s grafickými informáciami do jedného súboru, obsah týchto informácií však nie je nijako štandardizovaný.

Otázky a úlohy na zopakovanie



Ako sa vykonáva digitalizácia rastrového obrazu?

Čo je to prekladanie (angl. interlacing)? Na čo sa používa?

Čo je to rozptyl (angl. dithering)? Na čo sa používa?

Urychlí použitie režimu prekladania načítavanie obrázkov?

Zmenší použitie metódy rozptylu (bodov) veľkosť súboru s obrázkom?

Čo je to bitmapa alebo bitová mapa?

Čo je to pixel?

Stručne charakterizujte formát GIF/PNG.

Stručne charakterizujte formát JPEG JFIF.

Stručne charakterizujte formát TIFF.

Porovnajte formát GIF s formátom PNG.

Porovnajte formáty GIF a PNG s formátom JPEG JFIF.

Čo je to Exif?

Čo sú to JPEG artefakty?

Vymenujte najznámejšie rastrové formáty.

Zhrnutie



Rastrová (alebo *bitmapová*) **grafika** je spôsob uchovania obrazov v **pixelovej** mriežke nazývanej **raster**. To znamená, že obraz je pri **digitalizácii** rozložený na jednotlivé obrazové body a uchovaný je v mriežke nazývanej aj **bitová mapa**. Na uloženie **monochromatických** obrazov postačuje uchovať informácie o farebnom odtieni, na uchovanie farebných sa používajú **farebné modely** (a **farebné priestory**).

Na ukladanie málofarebných obrázkov (napríklad schém) je výhodné využiť **paletu**. V niektorých prípadoch je v súvislosti s jej použitím výhodné využiť techniku nazývanú **rozptyl**. Vďaka nej je možné aj pri obrázkoch, ktoré musia byť uložené s obmedzeným množstvom farieb, vyvolať dojem vyššej farebnosti. Iná technika – **prekladanie** – bola vyvinutá pre prostredie s pomalým pripojením k internetu. **Prekladanie** môže spríjemniť čakanie na úplné načítanie obrázka, samotné načítavanie však neurýchli (naopak, môže ho mierne spomaliť).

Bitmapové obrázky sú v prostredí internetu málokedy používané bez **kompresie**. Formáty **GIF** a **PNG** ponúkajú **bezstratovú kompresiu**, metóda **JPEG** (formát **JPEG JFIF**) spravidla **stratovú** a formát **TIFF** obidvoje (ak keď stratovú výnimočne). Každá má svoje výhody a nevýhody. Pri **bezstratovej kompresii** nedochádza k ďalšej redukcii vizuálnej informácie, ale s použitím **stratovej kompresie** je možné dosiahnuť omnoho menšiu veľkosť výsledného súboru s obrázkom. Stratová kompresia je vhodná na uchovávanie zložitých obrazov (napríklad fotografií), kde vizuálne zaniknú **artefakty** tvorené kompresiou. Bezstratová zasa na obrázky s veľkými rovnomernými plochami a čiarami ako sú schémy a grafy.

Vektorová počítačová grafika



V tejto kapitole budú prediskutované **základné princípy vektorovej grafiky**, ktorá bude zároveň *porovnaná s rastrovou grafikou*, aby čitateľ získal konkrétnu predstavu o tom, kedy je konkrétny z týchto dvoch druhov grafiky výhodnejšie použiť, a aby sa na základe týchto informácií vedel v budúcnosti správne rozhodnúť o tom, ktorý z druhov grafiky sám použije.

Na takéto rozhodnutie, samozrejme, **nestačí len poznať** základné **rozdiely** medzi *vektorovou* a *rastrovou* grafikou, takisto je nevyhnutné **poznať obmedzenia** konkrétnych grafických formátov v konkrétnom *reálnom prostredí*, čo predstavuje diskusiu, ktorá je nad rámec rozsahu tejto učebnice. Preto je **dôležité**, aby každý, kto sa chce zaoberať problematikou počítačovej grafiky, neustále zbieral v tejto oblasti **praktické skúsenosti**.

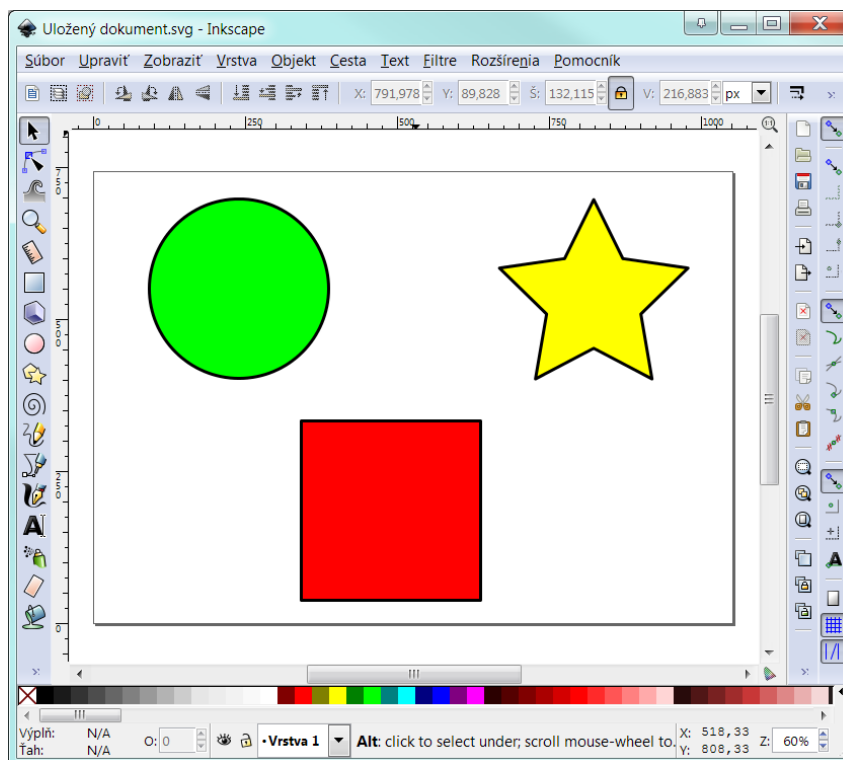
Poznámka: Mnohé z princípov dvojrozszernej vektorovej grafiky sú použiteľné aj v prípade trojrozszernej grafiky, preto sú v tejto kapitole i odkazy na trojrozmernú grafiku, ktorá je podrobnejšie rozpracovaná v druhej časti tejto učebnice.

V tejto kapitole je predstavený ten vektorový grafický formát, ktorého použitie je najviac relevantné v prostredí internetu – je to formát **SVG** a zaoberá sa ním podkapitola SVG (Scalable Vector Graphics) na strane 54 v tejto časti učebnice. Ďalší formát, ktorý používa *vektorovú 2D grafiku* a je tiež relevantný pre internetové prostredie, je predstavený v kapitole Počítačové animácie v podkapitole Adobe Flash na strane 60 v tejto časti učebnice.

Pri *vektorovej grafike* je náročnejšie hovoriť o **digitalizácii** práve preto, že vektorové obrázky sú založené na inom princípe než **rastrové**. Presne z toho dôvodu sú väčšinou od základu vytvárané vo vektorovom grafickom editore. Digitalizácia vektorovej grafiky je zriedkavá, nie je však nemožná. To sú dôvody, ktoré nás viedli k tomu, že táto učebnica je zameraná najmä na vysvetlenie *všeobecných princípov* vektorovej grafiky, ktoré sú používané pri jej tvorbe a úpravách priamo v počítači (prípadne s pomocou inej digitálnej techniky), a nezaobrá sa digitalizáciou do vektorových formátov.

Základné princípy vektorovej grafiky

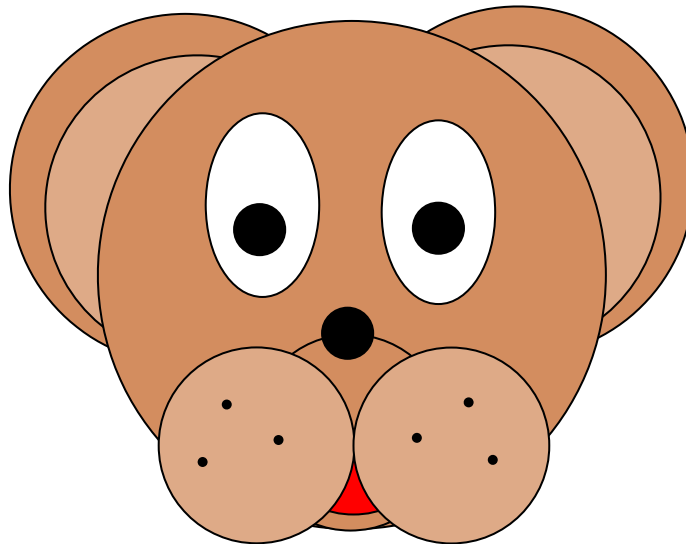
Pri *vektorovej (2D aj 3D) grafike* sú grafické údaje o obraze uložené v inej forme než pri *rastrovej (bitmapovej) grafike*. Od toho sa odvíja spôsob ich vyhotovenia a práce s nimi. Základnými stavebnými prvkami vektorových obrázkov sú číselné údaje reprezentujúce **geometrické primitíva** (objekty).



Obrázok 29 Ukážka práce v grafickom editore (Inkscape).

Prvým z nich je **vektor**, napríklad *polohový vektor* určujúci súradnice bodov (pri 2D grafike na to stačí dvojica číselných údajov, pri 3D grafika to musí byť trojica). Všetky ďalšie útvary (prepojenia medzi bodmi ako *úsečky*, *polygóny*, *mnohouholníky*, *kuželosečky*, *krivky* a v priestore *priestorové čiary* a *krivky* a *telesá* ako *guľa*, *kocka*, *hranol*, *kužeľ*...) nadväzujú na tento „základný kameň“. Väčšina vektorových grafických softvérov (porovnaj príklad softvéru *Inkscape* na obrázku 29, ktorý slúži na tvorbu a úpravu dvojrozmernej vektorovej grafiky) umožňuje okrem použitia *všeobecných* krivkových a úsečkových tvarov aj definovanie *štandardných geometrických* tvarov (a primitív), ktoré sú z pohľadu softvéru „len“ špeciálnym prípadom všeobecného vyjadrenia. Napríklad *kruh*, *elipsa* (špeciálne prípady kriviek), *štvorec*, *pravidelný mnohouholník*, *n-cípa hviezda* (špeciálne prípady polygónov) a pod. i pre priestor. Zvyšuje to komfort práce grafikov a je to nevyhnutnou podmienkou na to, aby práca s grafickým editorom bola blízka ľudskej prirodzenosti.

Logickým dôsledkom odlišných princípov použitých na vyjadrenie *rastrovej* a *vektorovej* grafiky je odlišnosť spôsobov práce so softvéromi podporujúcimi prácu s jedným alebo druhým typom počítačovej grafiky. Vektorový obrázok je zvyčajne zložený z množstva vyššie spomenutých jednoduchých geometrických objektov (primitív), ktoré sú deformované *geometrickými transformáciami*, pretvorené *množinovými operáciami*, obohatené o *ďalšie atribúty* a poprekryvané v zložitom celku. Výsledok pôsobí dojmom celistvého obrázka – porovnaj obrázok 30. (Podobne je vektorová 3D scéna tvorená objektmi, ktoré vznikli použitím rôznych transformácií/operácií na geometrické primitíva.)



Obrázok 30 Príklad vektorového obrázka zloženého výhradne z geometrických primitív.

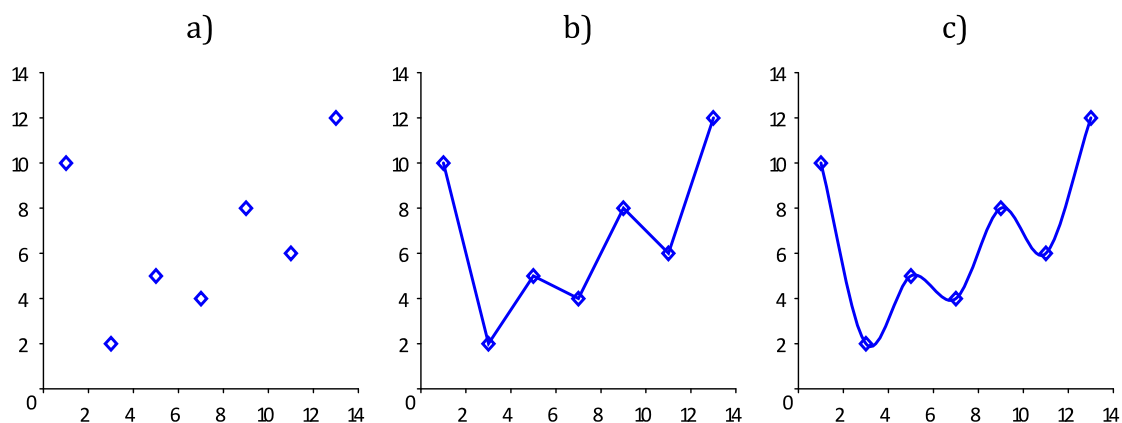
Každý vektorový tvar (nielen geometrické primitívum) môže byť **geometricky transformovaný** (*presúvaný, otáčaný, skosený, zrkadlený* a podobne). Zo zvolených tvarov môže používateľ/grafik vytvárať **skupiny**, ktoré môžu mať definované dodatočné spoločné parametre, napríklad *prieľadnosť* alebo dodatočnú *geometrickú transformáciu*. Z niektorých typov tvarov môžu byť kombinovaním prostredníctvom **množinových operácií** vytvárané nové tvary, napríklad nový tvar môže vzniknúť *zjednotením, rozdielom* alebo *prienikom* plôch dvoch rovinných útvarov. (V trojrozmernej scéne sú podobne vytvárané nové telesá z jednoduchších telies.)

Okrem údajov o tvare grafické formáty obsahujú prostriedky na **definovanie** štýlov a farieb (vrátane polopriehľadných farieb) **čiar** a podobne rôznych spôsobov **výplní** týchto tvarov (vrátane použitia [textúr](#)). Umožňujú tiež aplikovať na *skupiny* alebo celú kresbu rôzne *efekty* ako *rozmazanie, orezanie, masku* a podobne. Možnosti závisia od funkcií poskytovaných vektorovým grafickým softvérom.

Interpolácia

Spôsob vyjadrenia vektorových obrázkov a scén (*polohové vektory, úsečky, zoznamy bodov, polygóny, krivky...*) predpokladá využitie ďalších princípov pri vykresľovaní – principiálne nie je postačujúce vykresľovanie bodov takým spôsobom ako pri [rastrovej](#) grafike (t. j. väčšinou priamo z [rastrových máp](#)). Jedným z princípov používaných vo vektorovej grafike je **interpolácia**, ktorú je možné veľmi zjednodušene vysvetliť ako *doplnenie* (dopočítanie) *chýbajúcich hodnôt* medzi dvomi (prípadne viacerými) kľúčovými hodnotami.

Napríklad na definíciu úplného tvaru úsečky postačuje zadanie súradníc dvoch kľúčových bodov – počiatočného a koncového. Súradnice všetkých ostatných obrazových bodov, ktoré patria úsečke, je možné jednoducho dopočítať s pomocou *lineárnej interpolácie*.

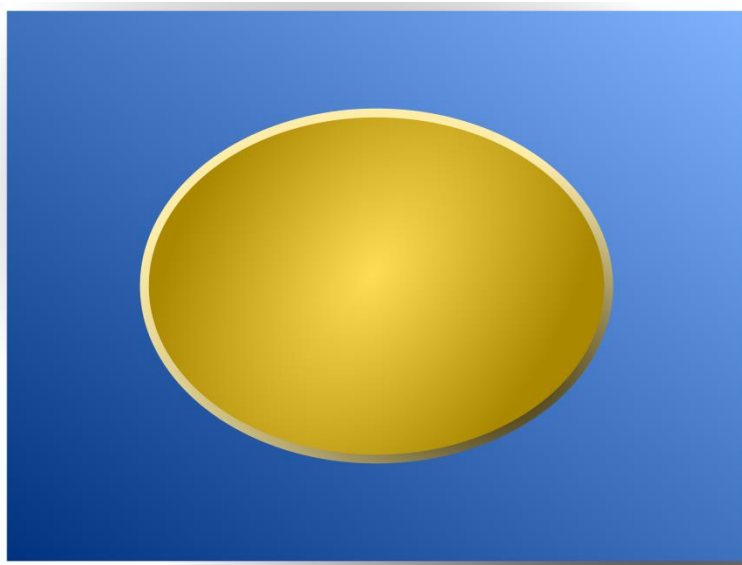


Obrázok 31 Interpolácia: a) body bez interpolácie b) lineárna interpolácia c) krivková interpolácia.

V závislosti od použitého algoritmu jestvuje mnoho spôsobov interpolácie, napríklad *lineárna* (spomenutá vyššie), *Lagrangeova* (druh krivkovej), *Bézierova* (druh krivkovej), *radiálna* (kruhová), *sférická* a tak ďalej. Na obrázku 31 sú pri označeníach polôh pôvodných bodov (bez použitia interpolácie) znázornené dva druhy interpolácie – lineárna a krivková (adaptovaná Catmull-Romovova splajnová interpolácia používaná napríklad tabuľkovým kalkulátorom Microsoft Excel a široko rozšírená v oblasti počítačovej grafiky vrátane animácií – napr. na určenie dráh objektov).

Gradient ako (farebný) prechod

Interpolácia môže byť využitá nielen pri kreslení geometrických primitív, ale aj pri vyplňaní povrchov napríklad farebnými či inými prechodmi – **gradientmi**.

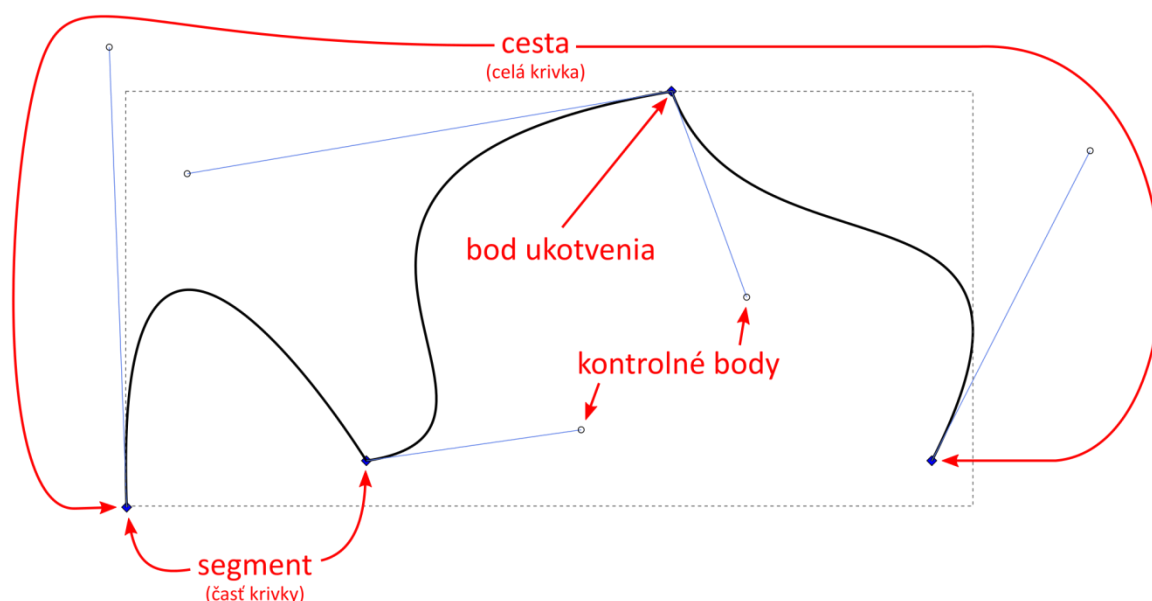


Obrázok 32 Ukážka jednoduchých farebných prechodov (gradientov) použitých na tieňovanie dvojrozmerných útvarov.

Takéto prechody (pozri obrázok 32) medzi dvomi, prípadne viacerými farbami sú vo vektorovej grafike používané veľmi často. V doslovnom preklade slovo gradient značí *sklon* alebo *spád*. V matematike tento termín označuje zovšeobecnenie sklonu funkcie, vektor prvých derivácií atď. V počítačovej grafike sa pod ním väčšinou rozumie (farebný) prechod, tieňovanie a podobne.

Úprava kriviek

Na obrázku 33 sú zobrazené kľúčové prvky *dvojrozmernej krivky*. Celá *krivka* sa nazýva **cesta**. Cesta prechádza kľúčovými **bodmi ukotvenia** a jej tvar je riadený **kontrolnými bodmi**. Časť *krivky* medzi dvomi *kotviacimi bodmi* sa nazýva **segment**. Tvar *krivky* sa dá dobre ovplyvňovať zmenou polohy *kotviacich* aj *kontrolných bodov*.

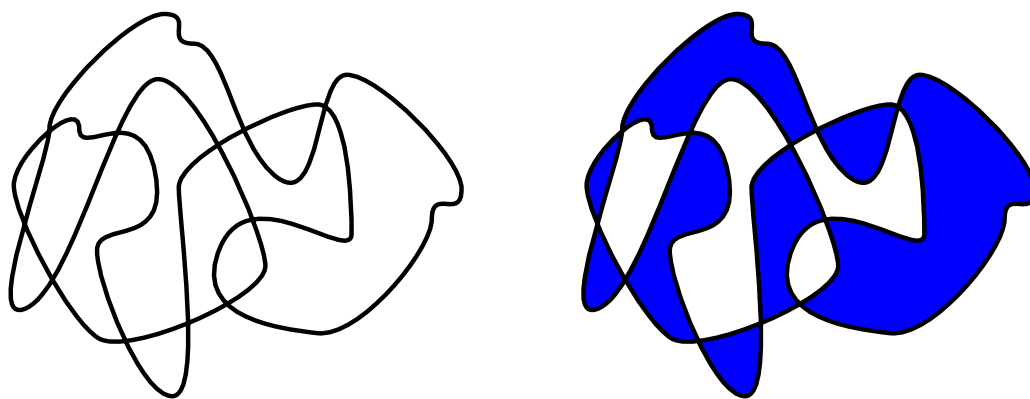


Obrázok 33 Priblíženie terminológie pri obvyklom spôsobe úpravy dvojrozmerných kriviek vo vektorovom editore.

Tak ako takmer každý objekt vo vektorovej grafike môže byť aj krivka vykreslená ako samostatná čiara (obrys), môže byť vyplnená (čiže vymedzovať hranice objektu) alebo oboje naraz. Pri vyplňaní pritom platí pravidlo, že ak krivka pretína samú seba, vytvára v objekte diery, ktoré nie sú vyplnené – výsledok uplatnenia tohto pravidla je zobrazený na obrázku 34 (na ďalšej strane).

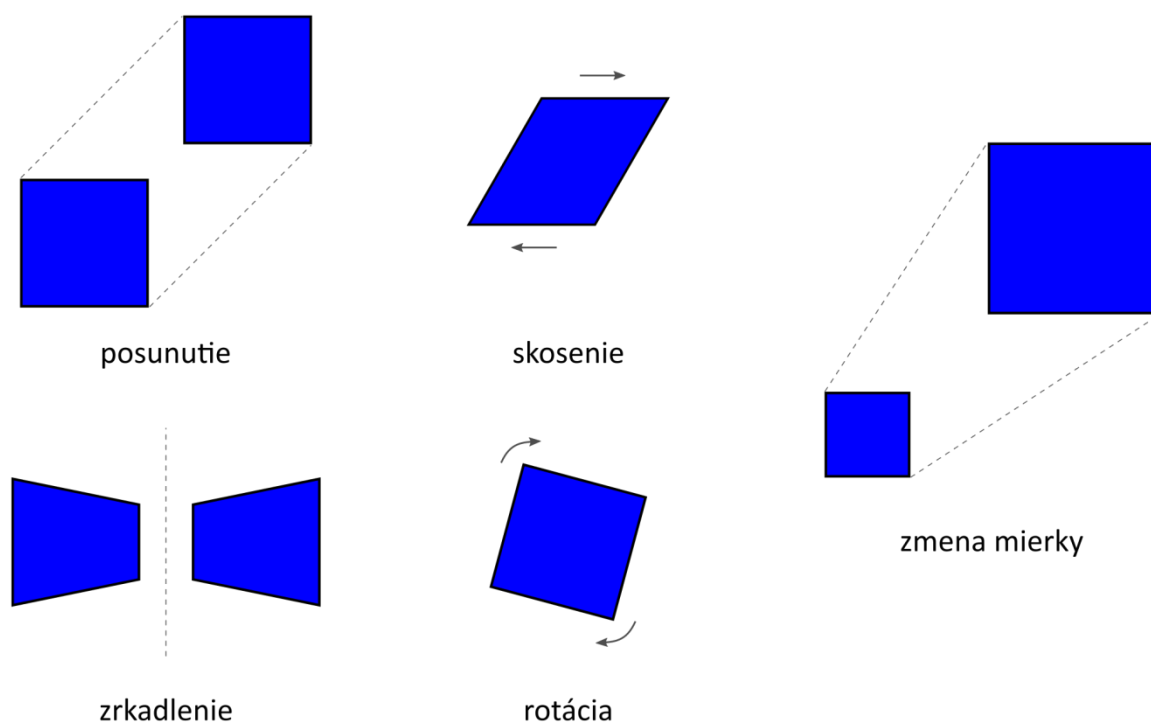
Geometrické transformácie

Objekty vektorovej grafiky je jednoduché *geometricky transformovať*, lebo sú vyjadrené v takej forme, aby na nich bolo možné použiť ľubovoľnú geometrickú transformáciu. Používatelia grafických editorov však matematické pozadie takzvaných *afinných transformácií* nemusia vôbec poznať.



Obrázok 34 Bežný spôsob² vyplňania takých kriviek/ciest, ktoré sa vzájomne pretínajú – vľavo je nevyplnená cesta a vpravo vyplnená cesta, v ktorej je vidieť diery vytvorené v dôsledku vzájomného pretínania sa čiary.

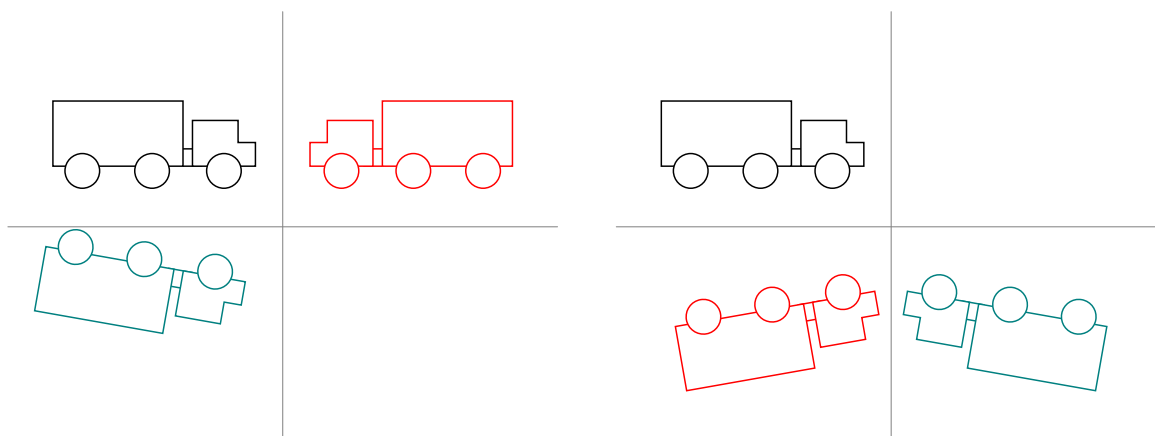
Všetky úpravy sú ľahko vykonateľné s pomocou myši alebo klávesnice. Na obrázku 35 sú znázornené základné rovinné transformácie, ktoré je možné kombinovať alebo aplikovať jednu po druhej.



Obrázok 35 Ukážky základných geometrických transformácií v rovinnej (dvojrozmernej) grafike.

² Toto pravidlo vyplňania (angl. fill-rule) sa v angličtine nazýva evenodd – v preklade párne/nepárne.

Pri používaní týchto transformácií záleží na poradí, v akom sú vykonané/aplikované – **skladanie transformácií nie je komutatívne**. Zámenou poradia vykonania/aplikovania niektorých sekvenčí transformácií vznikne odlišný tvar (najmä pri použití skosenia) alebo iný výsledok. Príklad uvádzame na obrázku 36. Vľavo sú použité transformácie zrkadlenia a otočenia v uvedenom poradí a vpravo identické transformácie v obrátenom poradí. Zelenomodré nákladné auto skončilo nielen v inom kvadrante, ale aj inak obrátené.



Obrázok 36 Ukážka nekomutatívnosti geometrických transformácií (rovnaké transformácie sú použité na obrázkoch vľavo aj vpravo, ibaže v obrátenom poradí).

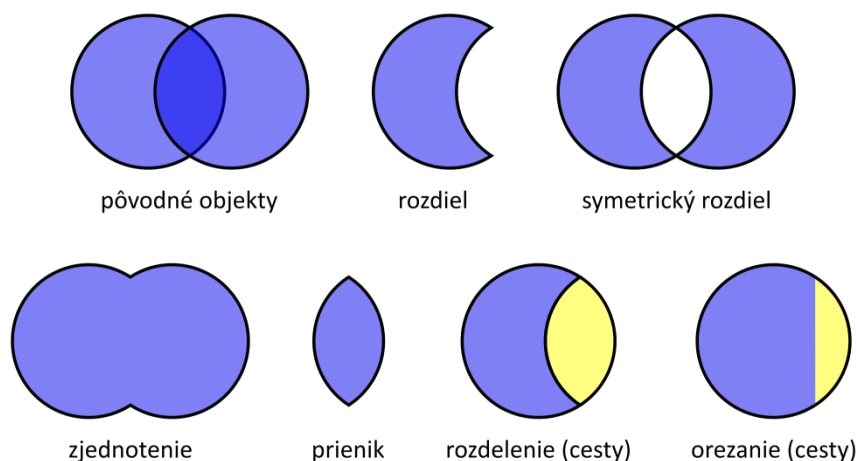
Množinové operácie

Pri vytváraní vektorovej grafiky nie je vždy postačujúce použitie základných geometrických primitív (ako na obrázku 30 na strane 45 v podkapitole Základné princípy vektorovej grafiky v tejto časti učebnice). *Kreslenie* požadovaného tvaru *voľnou rukou* je jedným z možných riešení, ktoré je vhodné pri kreslení nepravidelných prírodných útvarov. Pri zobrazovaní technických alebo schematických prvkov (porovnaj napríklad kabínu nákladného auta na obrázku 36 na strane 49 v podkapitole Geometrické transformácie v tejto časti učebnice) je výhodnejšie zvoliť iný prístup – na získanie zložitejšieho tvaru sú s výhodou použiteľné *množinové operácie*.

Poznámka: Rôzne zdroje sa odlišujú v terminológii. *Množinové operácie* (použité na grafické objekty) sú nazývané aj *logickými (booleovskými) operáciami*, ale toto pomenovanie nie je konzistentné s pomenovaním samotných operácií – zjednotenie, prienik, symetrický rozdiel atď., pretože ekvivalentné logické operácie sa nazývajú logický súčet, súčin, exkluzívny súčet atď. Preto sa v tejto učebnici prikláňame k pomenovaniu *množinové operácie*.

Na obrázku 37 (na ďalšej strane) je vľavo hore zobrazená dvojica kruhov, na ktoré boli postupne použité všetky transformácie, ktoré sú zároveň vymenované pod jednotlivými ukážkami výsledných efektov, ktoré je nimi možné dosiahnuť. Kombináciou týchto operácií je možné zo základných útvarov získať nové zaujímavé tvary.

Poznámka: Množinové operácie majú vplyv len na tvar útvarov, nie na ostatné atribúty, ako sú farba a hrúbka čiary, farba alebo štýl výplne a podobne. V ukážkach rozdelenia a orezania cesty na obrázku 37 je úmyselne upravená farebnosť častí obrazu, aby bol výsledný efekt operácie lepšie viditeľný.



Obrázok 37 Množinové operácie použiteľné na vytváranie nových grafických tvarov.

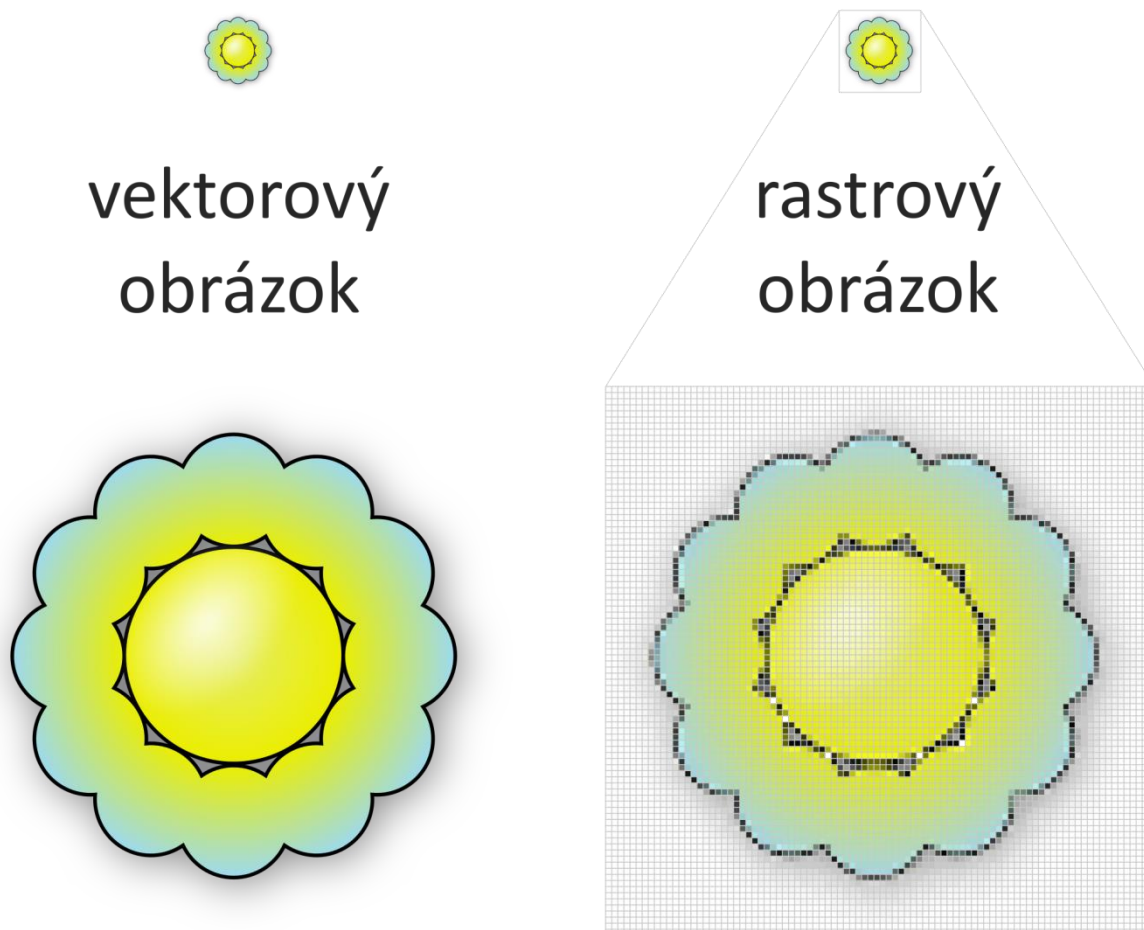
Porovnanie vlastností vektorových a rastrových obrázkov

Prvým a základným rozdielom pri porovnaní *vektorovej* a *rastrovej* počítačovej grafiky je skutočnosť, že v prípade zmeny veľkosti vektorového obrázka sa nezhoršuje jeho kvalita, ako je to v prípade rastrových obrázkov – rozdiel je zobrazený na obrázku 38. Je to priamy dôsledok toho, že vektorový obrázok pozostáva z matematicky reprezentovaných objektov a rastrový je zložený z jednotlivých bodov.

Manipulácia obrazu s pomocou určitého nástroja v rámci rastrového obrázka často ovplyvňuje celé bodové okolie oblasti, na ktorú nástroj pôsobí – vyplýva to priamo z princípu, na ktorom je rastrový nástroj postavený, napríklad nástroj štetca, gumy, rozmazania, vyhladenia a podobne. Manipulácia s niektorým objektom v rámci vektorového obrázka nemusí nevyhnutne ovplyvňovať ostatné objekty, ak medzi nimi nejestvuje nejaký typ väzby, ktorá má slúžiť presne na účel ich vzájomného ovplyvňovania sa (napríklad prepojený posun kópie ohraničenia grafického objektu).

Rozdiel je aj v pamäťovej a výpočtovej náročnosti súvisiacej s prácou s obidvomi typmi grafiky. Jednoduché vektorové obrázky majú menšie nároky na pamäť než rastrové (bitmapové), pretože opisný spôsob uloženia informácií o objektoch vyžaduje na úplnú reprezentáciu podstatne menej údajov než ukladanie údajov o farbe jednotlivých bodov bitovej mapy. So zložitou vektorového obrázka (alebo scény) však rastie nielen pamäťová náročnosť (nároky na úložný priestor), ale aj výpočtová náročnosť jeho zobrazovania. Naproti tomu zobrazenie rastrového obrázka je v prípade použitia rovnakého rozlíšenia, ako má obrázok, veľmi rýchle, pretože nie je potrebný žiadny prepočet – každý bod obrázka je jednoducho premietnutý na miesto (v grafickej pamäti alebo zariadení) zodpovedajúce bodu zobrazovacieho zariadenia 1 : 1.

Poznámka: Rovnakým rozlíšením je v tomto prípade myslené také prepočítané rozlíšenie, ktoré zabezpečí zobrazenie obrázka do oblasti rastra s rovnakým rozmerom (v bodoch), aký má samotný obrázok.



Obrázok 38 Porovnanie približenia rovnakého obrázka vo vektorovom a rastrovom formáte.

Porovnanie zložitých vektorových a rastrových obrázkov

Táto podkapitola obsahuje výsledky porovnaní, ktoré majú slúžiť na získanie lepšej predstavy o tom, ako rastú nároky na pamäť a výpočtovú zložitosť pri vyjadrení veľmi zložitých obrázkov vo vektorovom formáte.

Obrázok 39 bol vygenerovaný z vektorizovaného obrázka – z obrázka, ktorý bol prevedený do vektorového tvaru z **rastrového** obrázka, v tomto prípade z grafickej koláže. Jeho reprezentácia vo vektorovom tvare je nesmierne komplikovaná. Nekomprimovaný vektorový súbor vo formáte SVG má veľkosť 15,5 MB. Vykreslenie trvá stovky až tisícky milisekúnd, čo je na počítačové pomery veľmi dlhý čas.

Všetky testy boli vykonané na počítači, ktorého ohodnotenie výkonu pridelené operačným systémom Microsoft Windows 7 Professional v roku 2015 je uvedené v tabuľke na nasledujúcej strane, pričom výkon konfigurácie hardvéru a softvéru počítača je vyjadrený číslom v rozsahu od 1,0 do 7,9.

Nekomprimovaný **rastrový** súbor (vo formáte BMP – skratka pochádza z anglického **BitMaP**, **bitová mapa** – tento formát nie je rozšírený v súvislosti s internetom, preto nie je v tejto učebnici podrobnejšie opísaný) v 24-bitovej **farebnej hĺbke** a s **rozlíšením** 2 100 × 1 180 bodov má veľkosť 7,4 MB, čiže aj pri relatívne veľkom rozlíšení má zhruba polovičnú veľkosť.



Obrázok 39 Vektorizovaný obrázok použitý na porovnanie zložitého vektorového a rastrového obrázka.

Skomprimovaním vektorového súboru viacerými metódami sa ho podarilo zmenšiť najviac na veľkosť 4,7 MB. (Najúčinnější sa ukázala metóda ZIP.) Komprimovaný rastrový obrázok vo formáte PNG dosiahol veľkosť 2,3 MB, čiže aj v tomto prípade asi polovicu. Po skomprimovaní súboru *stratovou kompresnou metódou* JPEG dosiahol súbor s obrázkom veľkosť 146,7 kB (hraničnou sa v prípade týchto obrázkov ukázala kvalita úrovne 45, čo je za normálnych okolností veľmi nízka kvalita, avšak pri týchto obrázkoch začali byť **artefakty** a skreslenia výrazne viditeľné až pod touto hranicou).

Súčasť	Podrobnosti	Ohodnotenie
Procesor	AMD Phenom™ II X4 965 Processor	7,3
Typ systému	32-bitový operačný systém	-
Počet jadier procesora	4	-
Celková veľkosť systémovej pamäte	16,0 GB pamäte RAM	7,5
Typ zobrazovacieho adaptéra	ATI Radeon HD 5700 Series	7,4
Celková veľkosť grafickej pamäte	2,4 GB	-
Primárny pevný disk	157 GB voľných / 834 GB celkom	5,9

Z jedného príkladu nie je možné urobiť relevantné závery, preto sme vykonali ešte dve porovnania obrázkov s rovnakými podmienkami. (Ukážky obrázkov sú na obrázku 40.) Výsledky sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke:

Odkaz na ukážku	Obrázok 39	Obrázok 40 vľavo	Obrázok 40 vpravo
Rastrové rozlíšenie	2 100 × 1 180	2 100 × 1 395	2 100 × 1 181
Veľkosť súboru vo formáte SVG	15,5 MB	18,5 MB	10,5 MB
Veľkosť súboru vo formáte BMP	7,4 MB	8,8 MB	7,4 MB
Veľkosť SVG súboru po kompresii ZIP	4,7 MB	5,8 MB	3,3 MB
Veľkosť súboru vo formáte PNG	2,3 MB	2,9 MB	1,9 MB
Veľkosť súboru vo formáte JPEG JFIF	146,7 kB	290,0 kB	162,2 kB

Nie je to veľká vzorka, ale cieľom tohto porovnania je ilustrácia uvedených faktov, nie podrobný a rozsiahly výskum tejto problematiky.



Obrázok 40 Ďalšie vektorizované obrázky použité na porovnanie zložitých vektorových a rastrových obrázkov.

Zhrnutie výhod a nevýhod vektorovej počítačovej grafiky

Výhody vektorového obrazu

- umožňuje plynulú zmenu mierky – zmenšovanie alebo zväčšovanie obrázkov je vykonané bez straty kvality,
- umožňuje pracovať samostatne a opakovane s každým objektom v obrázku – dodatočné úpravy obrázkov sú jednoducho vykonateľné a výsledná kvalita zostáva zachovaná,
- pri málo zložitých obrazoch je výsledná pamäťová náročnosť obrázka menšia než pri **rastrovej** grafike.

Nevýhody vektorového obrazu

- vyhotovenie obrázka býva spravidla zložitejšie – **digitalizácia** nie je taká samozrejmá,

- po prekročení určitej hranice zložitosti sa stáva vektorový obrázok pamäťovo a výpočtovo náročnejší v porovnaní s rastrovým – preto nie je vhodný na reprezentáciu zložitých obrazov, akými sú napríklad fotografie.

SVG (Scalable Vector Graphics)

SVG je skupina špecifikácií súborového formátu založeného na [značkovacom](#) (angl. markup) jazyku [XML](#) (porovnaj aj podkapitolu Jazyky HTML, XML a XHTML na strane 12 v tretej časti učebnice) s podporou skriptovania. Je to otvorená špecifikácia konzorcia [W3C](#), ktorá je primárne určená na *opis dvojrozmernej grafiky*. Voľný preklad skratky SVG je *škálovateľná vektorová grafika*.

Podporuje *statickú* i *dynamickú* (interaktívnu alebo animovanú) grafiku. Umožňuje uloženie *vektorovej, rastrovej grafiky a textu*. SVG obrázky a ich správanie sú definované v XML [textových súboroch](#), čo znamená, že môžu byť prehľadávané, skriptované, v prípade potreby komprimované a môžu byť vytvorené s použitím akéhokoľvek textového editora, avšak jestvuje niekoľko kvalitných grafických softvérových nástrojov umožňujúcich tvorbu a úpravu SVG súborov. Známy je voľne dostupný *Inkscape* (porovnaj obrázok 29 na strane 44 v podkapitole Základné princípy vektorovej grafiky v tejto časti učebnice).



Obrázok 41 Ukážka výstupu obrázka pôvodne vytvoreného vo formáte SVG.

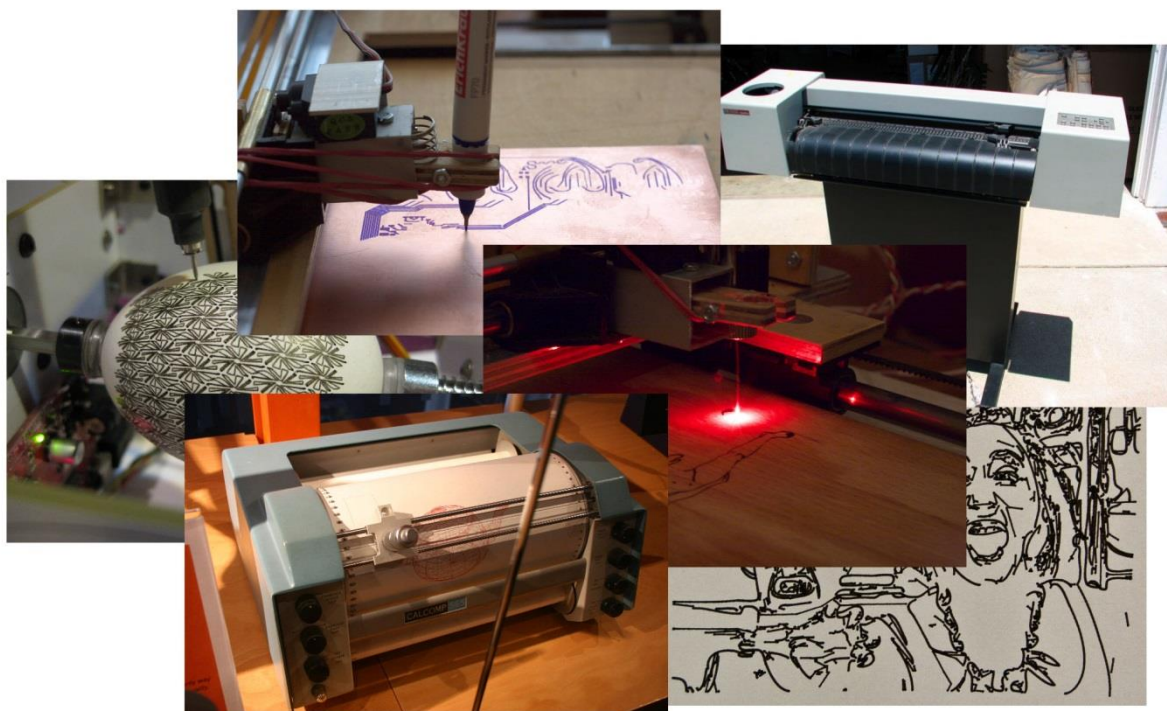
Podpora SVG je zabudovaná vo všetkých najnovších verziách najrozšírenejších webových prehliadačov. Interaktivita v SVG môže byť implementovaná s pomocou časových udalostí SMIL alebo môže byť naprogramovaná skriptovacím jazykom (napríklad JavaScriptom, ktorý je stručne opísaný v tretej časti učebnice v podkapitole Skriptovacie jazyky JavaScript a JScript na strane 17).

Súradnicový zapisovač

Súradnicový zapisovač (angl. plotter) je špeciálny typ tlačiarne, ktorá prijíma a interpretuje *príkazy* a podľa nich kreslí na podklad (papier alebo iný materiál) čiary prostredníctvom *pera*, *špeciálnych fixiek* (môžu byť i viacfarebné, samočinne vymieňané), prípadne iného *nástroja*. Tento druh zariadenia je prednostne určený **na tlač vektorovej grafiky**.

Je mnoho variantov týchto druhov tlačiarní – valcové majú papier navinutý na valci, ktorý sa otáča, tabuľové majú papier položený na rovnom podklade, elektrostatické kreslia s využitím negatívne nabitého papiera a pozitívne nabitého atramentu a podobne. Sú spravidla veľkoformátové a drahšie v porovnaní s klasickými tlačiarnami. Ukážky sú na obrázku 42.

Jestvujú varianty zapisovačov s atramentovou tlačiarskou hlavou podobnou tým, ktoré sú používané v klasickej tlačiarni. V tejto súvislosti sú niekedy klasické veľkoformátové **rastrové** tlačiarne nesprávne zamieňané za súradnicové zapisovače. Jestvujú aj rezacie súradnicové zapisovače, v ktorých sa namiesto pera nachádza nástroj na rezanie alebo laser – používajú sa na rezanie reklamných fólií (napr. na autá, veľkoformátové pútače odolné voči počasiu) alebo vyrezávanie rôznych (plastových) výrobkov.



Obrázok 42 Ukážky rôznych druhov súradnicových zapisovačov (v akcii) alebo ich výsledkov.

Otázky a úlohy na zopakovanie



Ako sú principiálne uložené vektorové obrazy alebo scény v pamäti počítača?

Vymenujte aspoň tri geometrické transformácie, ktoré sú použiteľné pri práci s vektorovou počítačovou grafikou.

Sú geometrické transformácie komutatívne?

Vymenujte aspoň tri množinové operácie, ktoré sú použiteľné pri práci s (vektorovou) počítačovou grafikou.

Porovnajzte rozdiely medzi vektorovými a rastrovými obrázkami.

Stručne opíšte princípy práce s vektorovým grafickým editorom.

Porovnajzte vektorovú a rastrovú počítačovú grafiku. (Uveďte hlavné rozdiely medzi nimi, výhody a nevýhody oboch prístupov.)

Čo je to interpolácia?

Vymenujte aspoň tri rôzne použitia interpolácie v oblasti počítačovej grafiky.

Vlastnými slovami opíšte základné princípy vektorovej grafiky.

Čo je to gradient?

Čo je to textúra?

Stručne charakterizujte formát SVG.

Čo je to súradnicový zapisovač a na čo sa používa?

Zhrnutie



Vektorová grafika (2D alebo 3D) je spôsob uloženia obrazov alebo scén prostredníctvom údajových reprezentácií základných **geometrických primitív** (ako sú *bod*, *úsečka*, *priamka*, *krivka* a pri prechode do priestoru aj *gul'a*, *valec*, *plocha* a tak ďalej), ich **transformácií** (*posunutie*, *otočenie*, *skosenie*, *zrkadlenie* a tak ďalej), aplikácie **množinových operácií** (*zjednotenie*, *prienik*, *symetrický rozdiel* a tak ďalej) a rôznych **efektov** (*farebných prechodov*, *textúr*, *rozmazania* a podobne). Rekonštrukcia (vykresľovanie) vektorových obrazov sa nezaobíde bez **interpolácie**. Tento spôsob uloženia vyžaduje odlišný prístup pri vytváraní a reprodukcii obrazov a scén.

Digitalizácia do vektorového tvaru sa v bežnej praxi nepoužíva tak často, ale je možné použiť aj tú (napríklad sken 3D objektov)... Najmä 2D obrázky sú najčastejšie vytvárané s pomocou **vektorového grafického editora** (*CorelDRAW*, *Inkscape*...). Pri *porovnaní vektorových* a **rastrových** (**bitmapových**) obrázkov platí, že jednoduché vektorové obrázky zaberajú menej úložného (pamäťového, diskového) priestoru a vyžadujú relatívne málo zdrojov na zobrazenie, ale so zložitou obrazu rastie náročnosť na kapacitu úložného priestoru aj výpočtová náročnosť pri rekonštrukcii obrazu. (Rovnaké pravidlo platí pri trojrozmerných vektorových scénach.)

Opačný proces – tlačenie alebo výstup vektorového tvaru údajov – je tiež častý, dokonca jestvujú špeciálne tlačiarne slúžiace na tlač obrázkov vo vektorovom tvare. Nazývajú sa **súradnicové zapisovače** a využívajú na tlač viaceré vektorové grafické formáty, akým je aj špecifikácia **SVG** (Scalable Vector Graphics), ktorá je široko rozšírená i v prostredí internetu.

Počítačové animácie



V tejto kapitole sa dozviete, čo je to animácia, aký má význam, aké sú princípy jej fungovania (v súvislosti s ľudským vnímaním) a ako sa vytvárajú počítačom generované animácie. Stručne sa oboznámite aj s najpoužívanejšími formátmi (resp. technológiami) slúžiacimi na uchovávanie animácií v súvislosti s internetovým prostredím.

Animácia je spôsob tvorby, pri ktorom sú vytvárané obrazy zdanlivo pohybujúcich sa vecí, objektov, ľudí, zvierat... Aj keď je animácia jednoznačne zaradená medzi dynamické multimédiá, jej tvorba je spojená s vytváraním statických obrázkov (v oblasti výpočtovej techniky často generovaných počítačom), čiže celkový výsledok je vytváraný s pomocou média, ktoré je vo svojej podstate statické.

Slovo **animácia** pochádza z cudzieho slova – „oživenie“. Využíva sa najmä v animovanom filme. Predstavuje záznam na seba nadväzujúcich *sekvencií* obrázkov, pričom každý z nich je sám o sebe statický a vytvorený tak, aby sa dva susediace obrázky sa od seba odlišovali len minimálne. Pri rýchлом zobrazovaní takto vytvorených obrázkov postupne za sebou vzniká vďaka spôsobu vnímania obrazov človekom dojem plynulého pohybu. **Animovaná sekvencia** je v širšom zmysle synonymom pre *animáciu* a v užšom zmysle môže vymedzovať určitý úsek väčšieho celku, napríklad (animovaného) filmu.

Význam animácie

Animácia sa môže stať nástrojom *vzdelávania*, *oznamovania* informácie, prípadne môže byť jej cieľom *upútanie* pozornosti diváka. Osvedčila sa ako výborná pomôcka dopĺňajúca text pri vysvetľovaní podstaty procesov, funkcie zariadení či avizovaní nových technológií. Animované sekvencie sa stali významnou súčasťou reklám, interaktívnych multimediálnych softvérových produktov a používajú sa aj pri výrobe filmových trikov a efektov.

Princíp animácie

Základnou myšlienkou animácie je rozdelenie pohybu na jednotlivé fázy, ktoré sú ekvivalentné jednotlivým obrázkom. Pri premietaní týchto obrázkov s dostatočne vysokou **snímkovou frekvenciou** (24 a viac obrázkov za sekundu) vníma človek (za určitých okolností) pohyb ako plynulý. Porovnaj obrázok 43.



Obrázok 43 Princíp animácie – fázy animácie.

Na vnímanie plynulosti animácie (videonahrávky) má vplyv viacero faktorov. Ľudské schopnosti vnímania rýchleho striedania sa obrázkov za sekundu sú rôzne, v priemere je to 60 snímok za sekundu. Niektorí jedinci vnímajú menej než 24 až 18 snímok za sekundu (najmä v súvislosti s určitými ochoreniami alebo poruchami zrakového vnímania), iní trénovaní jedinci dokážu vnímať až 220 a viac snímok za sekundu. Citlivosť je závislá od tréningu (inak sú citliví piloti stíhačiek a inak ľudia, ktorí nie sú nútení používať svoje zmysly v takej vysokej miere v každodennom živote alebo v zamestnaní), vlôh a veku.

Z uvedeného nepriamo vyplýva, že na celkový dojem nemá vplyv výhradne snímková frekvencia. K tomu, aby osoba vnímala animáciu alebo prehrávanie videozáznamu plynulejšie, prispieva napríklad i pridanie efektu *rozmazania pohybu* (angl. *motion blur*). Preto ľudia vnímajú plynulejšie film s nižším počtom snímok za sekundu, ktorého jednotlivé obrázky však obsahujú objekty rozmazané pohybom v porovnaní s pohyblivým obrazom zloženým z vysokého počtu dokonale ostrých obrázkov, napríklad fotografovaných pri výrobe klasickej snímkovej animácie, ktorá je vytváraná snímaním scény s postavičkami (a objektmi) v jednotlivých fázach pohybu alebo generovaných počítačom pri hraní akčnej počítačovej hry z pohľadu hráča v hlavnej úlohe (angl. FPS – First Person Shooter).

Počítačová animácia

Termín **počítačová animácia** označuje počítačom vytváranú *ilúziu pohybu* alebo inej (napr. farebnej) *zmeny*, napríklad premietaním *sekvencie* vzájomne mierne odlišných (počítačom generovaných) *obrázkov*, *vizuálnou* alebo *geometrickou transformáciou* obrazu alebo *kombináciou* uvedených spôsobov. Animácie dokážu vhodne spestriť nehybné prostredie textu a statickej grafiky.

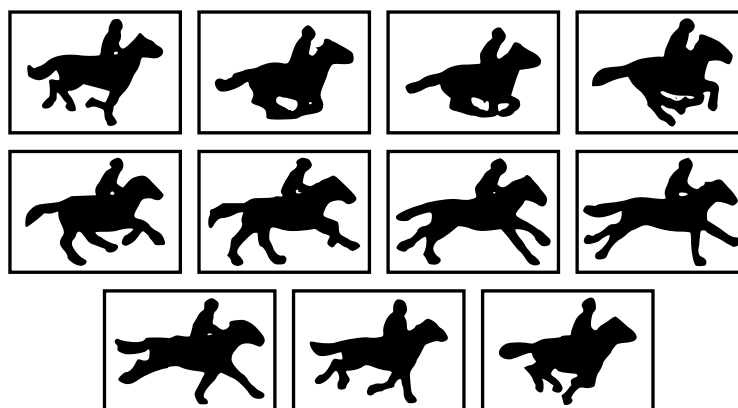
Ako bolo naznačené, pohyb je v prípade animácie (rovnako ako v prípade premietania videonahrávky) len ilúziou, ktorá využíva určité javy sprevádzajúce ľudské vnímanie zrakom. Všetko súvisí so schopnosťami ľudského oka, mozgu a tiež s ich vzájomnou komunikáciou. Rýchle striedanie obrázkov, ktoré sú vzájomne iba mierne odlišné, vytvára v mozgu ilúziu pohybu alebo inej zmeny. Všeobecne uznávaný limit je **snímková frekvencia** rovnajúca sa približne 24 obrázkom za sekundu. Po prekročení tejto hranice by mal človek vnímať zmeny (pohybu) ako plynulé, to však závisí aj od povahy premietaných snímok – čo bolo podrobnejšie vysvetlené v podkapitole Princíp animácie na strane 57.

Rôzne drobné animované obrázky kedysi s obľubou využívali tvorcovia webových stránok na spestrenie obsahu a upútanie pozornosti návštevníka. Príliš veľa animácií však skôr odpútavalo pozornosť návštevníka a to, čo bolo v začiatkoch webu vnímané ako milé, sa neskôr ukázalo byť skôr na ťarchu.

V porovnaní so začiatkami webovej animácie je dnes pri tvorbe webu obvyklé použitie skôr už len funkčnej animácie, ktorá je založená na technicky odlišných princípoch. Ide napríklad o animácie prechodov prvkov stránky medzi dvomi stavmi, čo môže byť rýchla a jednoduchá animácia presunu medzi obrázkami v galérii, animácia zmeny farby prvku (napríklad navigačného prvku pri prechode myšou ponad neho), animácia demonštrujúca určitý pohyb v schéme a podobne.

Dvoj- a trojrozmerná počítačová animácia

Znenie uvedených termínov označujúcich dva druhy animácie naznačuje, aký je medzi nimi rozdiel. **Dvojrozmerná** (plošná) animácia sa od **trojrozmernej** (priestorovej) odlišuje *počtom rozmerov* (dimenzií), ktoré je nevyhnutné použiť pri výpočtových manipuláciách s prvkami animácie. V tejto súvislosti sú plošné animácie označované skratkou **2D** a priestorové skratkou **3D** (kde *D* v oboch prípadoch zastupuje slovo *dimenzia* – rozmer, angl. *dimension*). Plošné animácie sú často principiálne bližšie k **rastrovej** grafike a priestorové k vektorovej, ale nemusí to byť pravidlo.



Obrázok 44 Fázy dvojrozmernej (plošnej) animácie.

Klasickým a často používaným animovaným prvkom sú dnes už tradičné **2D animácie**. Sú založené na princípe vytvárania jednotlivých snímok animácie, ktoré sú neskôr spojené do súvislého zdanlivo plynulého obrazu. Najjednoduchšie animácie tvorí objekt, na ktorý je postupne aplikovaná *geometrická transformácia*, napríklad *posunutie* (jednoduché posúvanie textu po obrazovke monitora), *skosenie*, *zmena veľkosti*, *zrkadlenie*, *pootočenie* a podobne. Častejšie sa však pod *dvojrozmernou animáciou* rozumie súčasné zahrnutie skupiny iných zmien, napríklad *napodobnenie zložitejšieho priestorového pohybu* telesných častí animovanej postavičky – pozri klasickú animáciu cválajúceho koňa na obrázku 44, *zmena pohľadu na objekty* (napr. napodobnenie ich otáčania v priestore) a iné prvky, ktoré nie je možné dosiahnuť geometrickými transformáciami, ale skôr prekreslením celého plošného objektu z iného pohľadu.

3D animácie vznikajú použitím *matematického modelovania* trojrozmerného sveta zloženého z rôznych objektov, ktoré majú definované *množstvo* vizuálnych a prípadne aj *fyzikálnych* vlastností. Takto definovaný svet je potom možné oživiť pomocou rôznych softvérových nástrojov, napríklad s pomocou renderovacích (animačných alebo vizualizačných) softvérov používaných na

počítačové generovanie rôznych *scén, animácií, vizualizácií prechádzok cez interiéry* alebo *popri exteriéroch* budov a podobne. Počítačové 3D animácie dnes (t. j. v čase tvorby tejto učebnice – v roku 2015) vo výraznej miere používa celý zábavný priemysel. Podrobnosti o 3D grafike a 3D animácii sú uvedené v kapitole 3D počítačová grafika na strane 35 v druhej časti tejto učebnice.

Najpoužívanejšie formáty a technológie dvojrozmerných počítačových animácií v prostredí internetu

Viacere z položiek uvedených v nasledujúcom zozname sú predstavené v iných podkapitolách tejto učebnice. Spolu tvoria množinu možností dovoľujúcich vkladať animovaných, prípadne zároveň interaktívnych prvkov na webové stránky:

- Formát **GIF** – (porovnaj aj podkapitolu GIF (Graphics Interchange Format) na strane 36 v tejto časti učebnice) tento formát podporuje animácie a je v prostredí internetu dobre známy. Patrí medzi prvé formáty prinášajúce animáciu do prostredia internetu.
- Formáty **Adobe Flash** (SWF, FLA...) – sú súbory produkované softvérovým produktom *Adobe Flash* (porovnaj podkapitolu Adobe Flash na strane 60 v tejto časti učebnice) alebo kompatibilnými produktmi. Flash umožňuje vytváranie interaktívnych animácií.
- Využitie jazykov **JavaScript/JScript** – (porovnaj aj podkapitolu Skriptovacie jazyky JavaScript a JScript na strane 17 v tretej časti tejto učebnice) má podporu v moderných prehliadačoch, ale práca s nimi vyžaduje programátorské schopnosti, od ktorých závisí aj kvalita výslednej animácie.
- Možnosti kaskádových štýlov **CSS3** – špecifikácia umožňuje definíciu rôznych transformácií použitých na prvky webovej stránky, ktoré sú spúšťané určitými udalosťami (napríklad skrytie alebo zobrazenie prvku) a tiež animácií definovaných prostredníctvom kľúčových snímok.
- HTML značka **canvas** – je podporovaná modernými webovými prehliadačmi a poskytuje širokú paletu možností aj na vytváranie animácií (okrem iného). Vyžaduje znalosť jazykov JavaScript/JScript spomenutých vyššie, takže aj pri tomto spôsobe tvorby animácie je výsledok závislý od schopností programátora. Možnosti tejto značky rozširujú možnosti samostatného použitia jazykov JavaScript/JScript, ktoré je spomenuté vyššie.
- Skriptovanie špecifikácie **SVG** – (porovnaj aj podkapitolu SVG (Scalable Vector Graphics) na strane 54 v tejto časti učebnice) animácia a interaktivita je implementovaná buď prostredníctvom časových udalostí SMIL, alebo skriptovacieho jazyka JavaScript/JScript.

Adobe Flash

Slovné spojenie **Adobe Flash** (predtým Macromedia Flash a Shockwave Flash) alebo jednoducho Flash sa vzťahuje na *Adobe Flash Player* (prehrávač) aj na *multimediálny autorský nástroj* využívaný na tvorbu obsahu (ako sú webové aplikácie, hry a filmy) distribuovateľného na viacerých platformách (Microsoft Windows, macOS (predtým Mac OS X), Linux a Solaris; pre mobilné platformy prostredníctvom *Adobe AIR*).

Adobe Flash Player vyvinutý a distribuovaný spoločnosťou Adobe Systems (ktorá kúpila pôvodného tvorca a distribútora – Macromediu), je klientskou aplikáciou dostupnou vo väčšine najpoužívanejších webových prehliadačov. Podporuje zobrazovanie *vektorovej* aj *rastrovej* grafiky, prehrávanie *zvuku*, skriptovací jazyk nazvaný *ActionScript* a obojsmerné *údajové prúdy* (angl. *data streams*) *zvuku* a *videozáznamu*. Jej ekvivalent na mobilných zariadeniach je **Adobe AIR**.

Striktne povedané – Adobe Flash je integrované vývojové prostredie (**IDE**), kým Adobe Flash Player/AIR sú virtuálnymi strojmi využívanými na spustenie alebo analyzovanie súborov Flash. V hovorovej reči sa pojem „Flash“ môže vzťahovať na autorské prostredie, prehrávač alebo aplikačné súbory.

Od jeho uvedenia v roku 1996 sa technológia Flash stala veľmi populárnou. Autori pomocou nej na svoje stránky pridávajú *animácie*, *interaktívne prvky*, *videozáznamy* a podobne. Flash je podporovaný mnohými produktmi. Súbory Flash majú zvyčajne príponu *.swf* a môžu byť súčasťou webovej stránky alebo s pomocou samostatne spustiteľného prehrávača môžu byť spúšťané ako samostatná multimediálna aplikácia. Flash dokáže spracovať formáty a kontajnery AVI, MP3, GIF, PNG, JPEG JFIF a mnohé ďalšie.

Súčasťou technológie je aj kontajnerový súborový formát **Flash Video**. Je určený na prenos videozáznamov prostredníctvom internetu. Využíva *Adobe Flash Player počnúc verziou 6*. Môže byť uzavretý aj v súboroch *.swf*, ale vo všeobecnosti sa na distribúciu súborov Flash Videu používajú samostatné súbory s príponami *.flv* alebo *.f4v* (prvý bol vyvinutý ešte pôvodnou Macromediou).

Formát sa stal rýchlo používaným v mnohých známych službách poskytujúcich videonahrávky prostredníctvom internetu, napríklad YouTube, Hulu, Google Video, Yahoo! Video, metacafe, Reuters.com a iných spravodajských portáloch poskytujúcich videozáznamy. V čase písania tejto učebnice ho však postupne vytláča HTML5 Video.

Z technického hľadiska obsahuje súbor Flash Videu materiál *kódovaný* s pomocou *kodekov*, ktoré používajú *kompresné* metódy Sorenson Spark alebo VP6 video. Väčšina verejne dostupných prehrávačov Flash podporuje H.264 video a HE-AAC audio. Sú to *kodeky* chránené patentmi.

Otázky a úlohy na zopakovanie



Čo je to počítačová animácia?

Na čo je použiteľná (počítačová) animácia, aký je jej význam? / V akých oblastiach je používaná počítačová animácia?

Na akom princípe funguje (počítačová) animácia?

Aké sú rozdiely medzi dvoj- a trojrozmernou počítačovou animáciou?

Ktoré formáty alebo technológie dvojrozmernej počítačovej animácie používané v prostredí internetu poznáte?

Čo je to Adobe Flash? Aké rôzne formáty využíva Flash a čo je to Flash Video?

Zhrnutie



Táto kapitola sa zaoberala významom, princípmi a používaním *animácií* v prostredí webu. Mali ste možnosť dozvedieť sa informácie o *najpoužívanejších formátoch* alebo *technológiách*, o rozdieloch medzi dvojrozmernou a *trojrozmernou* animáciou a o technológii *Adobe Flash*.

Animáciou nazývame takú techniku zobrazovania, ktorá vyvoláva dojem pohybu alebo zmeny. Dôležitým faktorom pri vnímaní plynulosti animácie je *počet snímok za sekundu*, ale nie je to jediný smerodajný faktor, ktorý s touto problematikou súvisí. Sú tu aj ďalšie skutočnosti ako prítomnosť *efektu rozmazania pohybom* v jednotlivých obrázkoch animácie a rôzne *individuálne faktory* ako tréning a vek. **Počítačová animácia** je animácia, ktorá bola vytvorená s pomocou počítača alebo príbuzných digitálnych technológií. Využíva sa v oblastiach *vzdelávania, reklamy, dizajnu* a podobne.

Terminologický slovník

alfa kanál (angl. alpha channel) – kanál obsahujúci informácie o ďalších (doplňujúcich) vlastnostiach bodov obrazu, najčastejšie o ich priehľadnosti (základné informácie hovoria o farebnosti bodov)

amplitúda (angl. amplitude) – je miera zmeny (najväčšia odchýlka) určitej periodicky sa meniacej veličiny meraná počas jednej periódy; porovnaj termíny frekvencia, spektrum, vlnová dĺžka a kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

analogový (angl. analog, analogue) – spojitý, opak diskrétného (nespojitého); spojitým alebo analogovým signálom je každý taký signál, v ktorom nie je možné rozlíšiť jednotkové (skokové) zmeny, pretože sú príliš jemné (plynulé) – sú za hranicami merateľných možností (analogový signál zachytený nekonečne kvalitným prístrojom a uchovaný na dokonale kvalitnom médiu, resp. prenášaný prostredníctvom média umožňujúceho nekonečnú mieru kvality prenosu, by dokonale verne zachytával realitu), porovnaj termín číslicový, digitálny

aplet (angl. applet) – je jednoduchá aplikácia, ktorá je spúšťaná v prostredí iného softvérového nástroja; nedokáže fungovať samostatne; porovnaj podkapitolu Aplety (strana 20 v tretej časti učebnice)

artefakty (kompresné a., digitálne a.; angl. artifacts – compression a., digital a.) – termín používaný na označenie „rušenia“ v obraze, ktoré vzniklo v dôsledku použitej technológie, prípadne hardvérovej či softvérovej poruchy; napríklad pri vysokom stupni kompresie pri kompresnej metóde JPEG vznikajú artefakty, ktoré sú za určitých okolností viditeľné aj voľným okom

bajt (angl. byte; po slovensky niekedy slabika) – jednotka informácie používaná v oblasti informačných a komunikačných technológií; jeden bajt (v súčasnosti, t. j. v rokoch 2015 až 2017) obsahuje osem bitov; v minulosti mohol mať bajt aj iný počet bitov (v závislosti od počítačovej platformy), preto vznikol termín oktet, ktorý zaručoval jednoznačnosť

bezstratová kompresia (angl. lossless compression) – taký druh kompresie, pri ktorej nedochádza k žiadnej strate vstupných údajov; zo skomprimovaných údajov je možné spätne (dekompresiou) získať úplnú pôvodnú množinu vstupných údajov

bit (angl. bit ako skratka z **binary digit** – číslica dvojkovej sústavy) – základná jednotka informácie umožňujúca uloženie iba dvoch stavov (v oblasti informačných a komunikačných technológií je to najčastejšie nula a jednotka, prípadne pravda a nepravda); porovnaj termíny bajt, oktet

bitová mapa, bitmapa (angl. bitmap) – je množina obrazových elementov (bodov, pixelov) usporiadaných do pravidelnej mriežky (matice), ktorá sa nazýva aj raster

bitová rýchlosť (angl. bitrate, bit rate) – termín používaný pri vyjadrení objemu údajov (bitov) prenesených údajovým kanálom, resp. použitých pri prehrávaní za jednotku času; termín sa používa nielen v súvislosti s multimediami, ale aj pri sieťovej komunikácii; základná jednotka je bit/s ($\text{bit} \cdot \text{s}^{-1}$); porovnaj termíny prenosová rýchlosť, údajový tok

bitstream (angl. bit stream, bitstream) – je prúd bitov, ktorý je chápaný ako sekvencia (časový sled) bitov (často s neznámou/vopred neurčenou dĺžkou); porovnaj termíny stream

číslícový, digitálny (angl. digital) – vyjadrený v číslicovej podobe, najčastejšie prostredníctvom jednotiek a núl, ktoré môžu po zoskupení do celkov vyjadrovať viac úrovní/hodnôt signálu (kvánt); digitálny signál úzko súvisí s diskretným signálom; porovnaj termíny digitalizácia

datagram (angl. datagram) – je samostatná, nezávislá správa posielaná prostredníctvom počítačovej siete, pričom jej doručenie ani čas doručenia nie sú zaručené a obsah nie je určený; tento termín sa častejšie používa v súvislosti s nespoľahlivým doručovaním správ – na rozdiel od termínu paket (no niekedy sú tieto termíny používané zámene)

dekompresia (angl. decompression) – je spätný proces kompresie, čiže získavanie pôvodnej (alebo pri stratovej kompresii aspoň veľmi podobnej) množiny údajov zo skomprimovaných údajov (slangovo „rozbalovanie“)

digitalizácia (angl. digitizing, digitization) – vo všeobecnosti je to konverzia analógovej informácie do digitálneho tvaru (do zápisu pomocou čísiel – vo výpočtovej technike 1 a 0); priradenie musí byť jednoznačné, aby bolo možné každú informáciu z digitálnej podoby jednoznačne transformovať späť do analógového tvaru; porovnaj termíny primárna a sekundárna digitalizácia a kapitolu Digitalizácia (strana 10 v prvej časti učebnice)

dichromatický (angl. dichromatic) – dvojfarebný, zložený z dvoch farieb alebo predstavujúci dve farby; porovnaj termín monochromatický a kapitolu Digitalizácia rastrového obrazu (strana 32 v prvej časti učebnice)

diskretný (angl. discrete) – nespojitý, opak analógového (spojitého); diskretný signál je každý taký signál, ktorý vyjadruje informácie v nespojitej (skokovej) podobe, to znamená, že pri jeho spracovaní sú brané do úvahy len určité dohodnuté úrovne signálu; diskretný signál úzko súvisí s digitálnym signálom

dithering – pozri rozptyl, farebný rozptyl (doslovný preklad by bol „nerozhodnosť“, „roztrasenosť“ alebo „neistota“)

doména, doménové meno (angl. domain, domain name) – v súvislosti s internetom označuje termín doména základnú adresnú jednotku v tvare reťazca (textu), ktorá je registrovaná na určitú autoritu alebo inú jednotku; často je laicky chápaná ako „pomenovanie servera“, avšak v skutočnosti nemusí ísť o konkrétny server, väčšinou ani nejde; doménové meno sa používa napríklad vtedy, keď používateľ zadá webovú adresu do prehliadača, doménové meno je aj súčasťou adresy elektronickej pošty a podobne; domény sú rozdelené na niekoľko adresných úrovní, príklad trojúrovňovej domény je: elearning.truni.sk – sk tvorí prvú adresnú úroveň, truni tvorí druhú úroveň (prvé dve úrovne sa vždy píšú spolu; teda napríklad: truni.sk – práve táto časť domény sa

často vyskytuje v adresách elektronickej pošty) a elearning tvorí tretiu adresnú úroveň (môže ich byť aj viac); porovnaj tiež podkapitolu Prehľad základných internetových protokolov a služieb (strana 20 v tretej časti učebnice)

dynamický rozsah (angl. dynamic range) – rozdiel medzi najnižšou a najvyššou použiteľnou hodnotou (napr. amplitúd alebo intenzít) zaznamenávaného alebo prenášaného signálu (napríklad zvuku alebo svetla); býva obvykle v logaritmickom meraní

endianita (angl. endianness) – je technický termín označujúci poradie bajtov (niekedy aj bitov) v pamäti počítača; súvisí s údajovými formátmi, údajovými typmi programovacích jazykov, prenosmi údajov prostredníctvom počítačových sietí aj s architektúrou procesorov; príklad endianity: dvojbajtový údaj je možné uložiť tak, aby prvý bajt označoval hornú sériu (osmicu) bitov alebo spodnú sériu bitov a v závislosti od toho môže byť číslica jeden kódovaná v dvoch bajtoch v pamäti počítača buď ako 00000000000001 (pätnásť núl a na konci jednotka) – big-endian, alebo ako 0000000100000000 (dohromady šesťnásť bitov, pričom jednotka je na deviatej pozícii sprava) – little-endian; z pohľadu binárnej reprezentácie je logickejšie usporiadať prostredníctvom big-endianu, ale little-endian má tú výhodu, že začiatok (menšia časť) väčšieho (dlhšieho) údajového typu môže byť priamo reprezentovaná ako menší (kratší) údajový typ, napríklad prvý bajt dvojbajtového údajového typu `unsigned word` v jazykoch C/C++ môže byť priamo použitý ako jednobajtový údajový typ `unsigned byte`

farebná hĺbka (angl. color depth) – maximálny možný počet farieb použiteľných v obraze, pričom obmedzenie môže byť hardvérové (napr. farebná hĺbka monitora), technologické (napr. použitý formát uloženia obrazu), prípadne iné...

farebný model (angl. color model) – spôsob opisu farieb; ide o predpis, podľa ktorého sú farby obrazu vyjadrované v číselnej podobe, často s ohľadom na určité špecifiká (napríklad použitú technológiu); porovnaj termíny farebný priestor a gamut

farebný priestor (angl. color space) – priradenie konkrétnych mapovacích funkcií k farebnému modelu; farebný model určuje spôsob vyjadrenia farieb a teoreticky dovoľuje použiť nekonečné množstvo farieb; pri digitalizácii obrazu je potrebné optimálne vybrať konkrétnu množinu použiteľných farieb; porovnaj termín gamut

frekvencia (angl. frequency) – vyjadruje počet výskytov určitej opakujúcej sa udalosti zistených v priebehu stanoveného časového úseku (najčastejšie počet opakovaní za sekundu, prípadne minútu); porovnaj termíny amplitúda, perióda, spektrum, vlnová dĺžka a kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

gamut (angl. gamut) – množstvo farieb konkrétneho farebného priestoru; porovnaj termín farebný model

gradient (angl. gradient) – tento termín má rovnaké znenie v slovenskom aj anglickom jazyku, v doslovnom preklade „sklon“ alebo „spád“; v matematike je to zovšeobecnenie sklonu funkcie, vektor prvých derivácií atď.; v počítačovej grafike ide väčšinou o (farebný) prechod, tieňovanie a pod.

harmonická analýza (angl. harmonic analysis) – rozloženie periodického signálu na rad harmonických zložiek (frekvencií); porovnaj aj kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

chunk – tento termín je doslovne prevzatý z anglického jazyka; doslovný preklad je „porcia“, „kus“, prípadne „klát“, „poleno“; chunk je časť multimediálneho súboru (napr. video- alebo zvukového súboru) uloženého s použitím určitého údajového formátu; každý chunk obvykle pozostáva z hlavičky a údajovej časti

IDE – Integrated Development Environment (Kit) – integrované vývojové prostredie – vývojové prostredie, ktoré je súčasťou dodávanej technológie

interlacing – pozri prekladanie, režim prekladania

interleaving – pozri prekladanie, režim prekladania

kodek (angl. codec) – je poslovenčenou skratkou originálnych významov slov kóder/dekóder (angl. coder/decoder niekedy compresor/decompressor); ide ľubovoľnú technológiu schopnú komprimovať a dekomprimovať údaje (prípadne iba kódovať a dekódovať ich, čo je rozdiel, pretože primárnym cieľom kódovania nie je zmenšenie objemu údajov, ktoré sa často vníma ako súčasť používania kodekov); kodeky sú najčastejšie spájané s údajovými tokmi spájajúcimi sa s časovo závislými veličinami (konkrétne súvisiacimi so zvukom a videozáznamom) a môžu byť implementované softvérovo, hardvérovo, prípadne obidvomi spôsobmi (t. j. ich kombináciou)

kódovanie, dekódovanie (angl. coding) – je proces priradovania znakov alebo symbolov z množiny vzorov znakom alebo symbolom z množiny obrazov podľa určitého (väčšinou verejne známeho) predpisu (algoritmu); kódovanie je transformácia informácie s účelom zlepšenia možností jej uloženia alebo prenosu, prípadne interpretácie; *dekódovanie* je opačný proces; dobre známe kódy sú: morzeovka, ASCII kód, Unicode (kódovanie môže byť aj veľmi zložitý proces vyžadujúci použitie komplexných kódovacích algoritmov); porovnaj termíny kodek, paleta, šifrovanie, dešifrovanie a kapitolu Kódovanie textu (strana 26 v tretej časti učebnice)

kompresia (angl. compression) – zmenšenie objemu údajov (slangovo „balenie“ alebo „zbalovanie“) pomocou kompresného algoritmu; cieľom je zmenšiť množstvo prenášaných (ukladaných) údajov na minimum pri prijateľnej časovej náročnosti; kompresia môže byť stratová alebo bezstratová; opačný proces sa nazýva dekompresia (na to, aby boli skomprimované údaje použiteľné, musia byť najskôr dekomprimované, slangovo „rozbalené“)

kvantovanie (angl. quantization) – je proces prevodu vzorky (kvanta) analógového (spojitého) signálu na digitálne (diskrétné, číslicové, nespojité) hodnoty; na názornejšiu predstavu je tento proces možné prirovnať k zaokrúhľovaniu reálnych čísel na celé – princíp je v niečom podobný, ale toto prirovnanie nie je úplne presné; porovnaj termín vzorkovanie a kapitolu Vzorkovanie a kvantovanie (strana 15 v prvej časti učebnice)

monochromatický (angl. monochromatic) – jednofarebný, majúci jedinú chromatickú (farebnú) zložku, napríklad obraz vyjadrený úrovňami jasů svetelného žiarenia jedinej vlnovej dĺžky (resp.

frekvencie) – obraz pozostávajúci z monofrekvenčného žiarenia; porovnaj termín dichromatický a kapitolu Digitalizácia rastrového obrazu (strana 32 v prvej časti učebnice)

oktet (angl. octet) – vo všeobecnosti osmica – v oblasti informačných a komunikačných technológií skupina ôsmich bitov; tento termín sa v súčasnosti (v rokoch 2015 – 2017) používa najmä v kontexte sieťovej komunikácie, inak je väčšinou na označenie ôsmich bitov používaný termín bajt; v minulosti bol tento termín zárukou jednoznačnosti označenia ôsmich bitov, pretože bajt mohol mať aj inú veľkosť

paket (angl. packet) – je údajový segment posielaný z jedného počítača alebo zariadenia do druhého prostredníctvom počítačovej siete; paket obsahuje informácie o zdroji, celi, veľkosti a type a ďalšie údaje, ktoré pomáhajú pri jeho doručení; tento termín sa častejšie používa v súvislosti so spoľahlivým doručovaním správ – na rozdiel od termínu datagram (no niekedy sú tieto termíny používané zámene)

PCM – skratka pre pulse-code modulation – pulzná kódová modulácia – modulácia série impulzov; porovnaj aj kapitolu Digitalizácia zvuku (strana 9 v druhej časti učebnice)

paleta (angl. palette) – v počítačovej grafike je výber množiny farieb (vytvorenie zoznamu kódov farieb) z celého gamutu s účelom úspory úložného priestoru pri procese vyjadrovania grafickej informácie

perióda (angl. period) – je dĺžka trvania jedného opakovania sa periodickej udalosti; porovnaj termíny amplitúda, frekvencia, spektrum, vlnová dĺžka a kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

pixel – výraz označujúci obrazový prvok (picture/pix element, pričom pix je staršie skrátene slovo označujúce obrázok – picture), ktorý je najmenšou časťou obrazu; používa sa aj označenie obrazový bod a aj keď je tento termín nepresný (terminologicky), v tejto učebnici sa používa z dôvodu lepšej názornosti

primárna digitalizácia (angl. direct digitization, direct digital processing, direct digital imaging a podobne) – získanie digitálnej informácie priamym zberom – digitálnym snímacím zariadením (ako sú digitálna kamera, fotoaparát či diktafón...)

prekladanie, režim prekladania (angl. interlacing alebo pri obrázkoch aj interleaving) – označuje metódu, ktorá sa môže vzťahovať na videozáznam alebo obrázky; pri obrázkoch ide o spôsob uloženia (alebo prenosu či zobrazenia) obrazu po častiach, z ktorých každá jednotlivito obsahuje len každú n-tú časť obrazu; pri videozázname ide o súčasné uloženie dvoch samostatne nasnímaných políčok (angl. fields) do jednej snímky videozáznamu (angl. video frame); porovnaj aj podkapitoly Prekladanie (interlacing) na strane 34 v prvej časti učebnice a Prekladany (interlaced) a progresívny (progressive) režim na strane 24 v druhej časti učebnice

prenosová rýchlosť (angl. baud rate, data signaling rate, signaling rate, transfer rate, transfer speed) – vyjadruje objem informácií, ktoré je technicky možné preniesť prostredníctvom určitého informačného/údajového kanála za jednotku času; porovnaj termíny bitová rýchlosť, údajový tok

raster, rastrový (angl. raster) – je mriežková (maticová) údajová štruktúra reprezentujúca pravouhlú sieť bodov (pixelov); rastrový znamená súvisiaci s rastrom; tieto termíny úzko súvisia s termínmi bitová mapa, bitmapa

rozlíšenie (obrazu, obrázka, tlače atď.) (angl. resolution – display r., image r., printing r. atď.) – počet bodov (pixelov) obrazu na výšku a na šírku, ktorý môže byť prepočítaný na jednotku dĺžky (kedy hovoríme aj o *hustote bodov* – angl. pixel density, pričom termín *rozlíšenie* sa často nejednoznačne používa aj na označenie *hustoty bodov*); rozlíšenie je spravidla udávané v tvare horizontálny počet bodov × vertikálny počet bodov (horizontálne × vertikálne rozlíšenie); prepočítané jednotky môžu byť napríklad body na palec (zobrazovacie jednotky: PPI – pixels per inch; tlačiarne: DPI – dots per inch), body na centimeter (PPCM – pixels per centimeter), riadky na palec (LPI – lines per inch), dvojice riadkov na milimeter (LP/mm – line pairs per millimeter) a podobne; poznámka: prepočítané jednotky sa môžu vyskytovať aj v zápisoch s malými písmenami (dpi, lp/mm...)

rozptyl, farebný rozptyl (angl. dithering) – je spôsob úpravy obrazu rozptýlením bodov tak, aby zostala čo najvernejšie zachovaná pôvodná vizuálna informácia; používa sa pri obrazoch s nízkou farebnou hĺbkou – body obrazu s nižším počtom farieb sú rozptýlené tak, aby vznikol dojem vyššej farebnosti (vyššieho počtu odtieňov)

samplovanie (angl. sampling) – vzorkovanie – pozri poznámku v kapitole Digitalizácia zvuku (strana 9 v druhej časti učebnice)

sekundárna digitalizácia (angl. indirect digitization, indirect digital processing, indirect digital imaging a podobne) – získanie digitálnej informácie digitalizovaním – premenou analógového signálu (snímky, mapy, záznamu) určitým zariadením, napríklad skenerom...

signál (angl. signal) – vyjadrenie informácie merateľnou časovo závislou fyzikálnou veličinou; porovnaj termíny analógový, číslicový, digitálny, digitalizácia, diskretný, vzorkovanie a kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

snímková frekvencia (obrazová frekvencia; angl. frame rate) – určuje počet snímkov (obrázkov) uložených, prenášaných alebo zobrazovaných za jednu sekundu; úzko s ňou súvisí anglická skratka **fps** – frames per second – počet obrázkov za sekundu; porovnaj termíny frekvencia, vzorkovacia frekvencia

spektrum (angl. spectrum) – je rozsah hodnôt alebo škála určitej veličiny; porovnaj termíny amplitúda, frekvencia, perióda, vlnová dĺžka a kapitolu Signál a vlnenie na strane 12 v prvej časti učebnice

stratová kompresia (angl. lossy compression) – taký druh kompresie, pri ktorej dochádza k (priateľnej) strate vstupných údajov; napríklad pri zvuku sú zanedbané nepočuteľné frekvencie alebo pri obraze sú odstránené isté ľudským okom nepozorovateľné prvky a podobne

šifrovanie, dešifrovanie (angl. ciphering, encryption; deciphering, decryption) – *šifrovanie* je transformácia informácie podľa tajného kľúča s účelom jej utajenia; bez znalosti kľúča nie je

možné informáciu interpretovať; opačný proces sa nazýva *dešifrovanie*; porovnaj termín kódovanie

údajový prúd – častejšie stream

údajový tok (angl. data (transfer) rate) – vyjadruje objem informácií prenášaných za jednotku času; niekedy môže tento termín označovať aj *tok informácií* – údajovú sekvenciu bez priamej súvislosti s rýchlosťou; porovnaj termíny bitová rýchlosť, prenosová rýchlosť

stream – údajový prúd (súvisí aj s údajovým tokom) – je plynulý prúd (tok) údajov; použitie tohto spôsobu prenosu údajov vyžaduje, aby každá časť (prinajmenšom časť v rámci dvoch kľúčových snímkov) prúdu údajov bola samostatne spracovateľná, aby sa mohol používateľ k sledovaniu prúdu kedykoľvek pripojiť; porovnaj termín bitstream

tag – značka – tento termín je anglický, napriek tomu je v niektorej literatúre stále používaný na označenie elementov HTML dokumentu

textový dokument (angl. text document) – je súbor ukladajúci textové informácie spolu s ďalšími údajmi v binárnej, prípadne inej rozšírenej podobe, napríklad dokument Wordu (porovnaj s textovým súborom)

textový súbor (angl. text file) – je taký súbor, ktorý obsahuje len znaky ASCII, prípadne rozšírenej ASCII (o národnostné kódovania), prípadne je kódovaný v UTF-8, UTF-16, UCS-2, UCS-4...; porovnaj termíny textový dokument a kódovanie

textúra (angl. texture) – vo viacerých oblastiach má tento termín podobný význam – vnútorné usporiadanie a jeho opis prostredníctvom vnemov (vizuálnych, taktilných alebo iných); v počítačovej grafike ide najčastejšie o spôsob určenia vlastností povrchu, často je textúra realizovaná formou bitovej mapy alebo niekoľkých vrstiev bitových máp, ktoré slúžia ako masky pre rôzne vlastnosti povrchu; textúry môžu byť aj animované; poznámka: slovo textúra (angl. textura, nie texture) môže označovať aj typ gotického písma (lomené písmo, ktoré vzhľadom pripomína štruktúru tkaniny)

URL – Uniform Resource Locator (jednotný lokalizátor zdroja) – je štandardizovaná adresa zdroja (súboru, dokumentu, obrázka...) v sieti internet; zahŕňa v sebe protokol, ktorý má slúžiť na prenos, doménové meno servera, kde má byť zdroj hľadaný, cestu k zdroju, prípadne ďalšie informácie (napríklad port, používateľ a pod.); nemusí ísť len o zdroj v zmysle konkrétneho súboru, ale napríklad aj o adresu elektronickej pošty

valér (angl. value) – vo výtvarnom umení ide o určenie hodnoty tónu, odstupňovanie odtieňov jednej farby napríklad primiešaním čiernej alebo bielej; niekedy sa termín používa len v súvislosti s primiešavaním bielej farby; iný význam tohto slova je určenie hodnoty (napr. estetickej) konkrétneho umeleckého diela (napríklad básnický alebo zvukový valér)

vlnová dĺžka (angl. wavelength) – je vzdialenosť medzi dvomi bodmi vlnenia kmitajúcimi v rovnakej fáze; porovnaj termíny amplitúda, frekvencia, perióda, spektrum a kapitolu Signál a vlnenie (strana 12 v prvej časti učebnice)

vzorka (angl. sample) – kvantum signálu; porovnaj termíny vzorkovanie, kvantovanie alebo kapitolu Digitalizácia zvuku (strana 9 v druhej časti učebnice)

vzorkovacia frekvencia (angl. sampling frequency, sampling rate) – frekvencia určujúca časový interval, v ktorom sa vzorkovanie uskutočňuje

vzorkovanie (angl. sampling) – odoberanie *vzoriek* (kvánt) signálu v pravidelných časových intervaloch; porovnaj termíny kvantovanie, signál a vzorkovacia frekvencia a kapitolu Vzorkovanie a kvantovanie (strana 15 v prvej časti učebnice)

W3C – World Wide Web Consortium – konzorcium pre web – konzorcium produkujúce slobodné (voľne dostupné) štandardy, resp. „odporúčania“ (ako ich sami často nazývajú, angl. recommendations – pozri <http://www.w3.org/>)

wrapper – tento termín je doslovne prevzatý z anglického jazyka; doslovný preklad je „obal“ (obálka); wrapper môže tvoriť údajový alebo funkčný obal formátov alebo spojovací článok dvoch procesov alebo prostredí; môže to byť napríklad uzavretie multimediálnych údajov v štandarde slúžiacom na ich opis, prípadne skrytie, obal tvoriaci programátorské rozhranie sprostredkujúce komunikáciu dvoch prostredí alebo symbol či skupina symbolov slúžiaca na ohraničenie časti textu s účelom jeho výraznejšieho významového oddelenia od zvyšku textu; príklad: WAVE a AVI sú wrappery, to znamená, že v ich prípade v podstate nejde o samostatný audiovizuálny formát, ale o „puzdro“, do ktorého je možné vložiť videonahrávky a zvukové stopy rôzneho formátu...

XML – eXtensible Markup Language – rozšíriteľný značkovací (angl. markup) jazyk – bol vyvinutý a štandardizovaný konzorciom W3C ako pokračovanie jazyka SGML a HTML; porovnaj aj kapitolu Jazyky HTML, XML a XHTML (strana 12 v tretej časti učebnice)

značka, značkovací (angl. tag, markup) – značka (angl. tag) je termín slúžiaci na označenie najjednoduchšieho prvku syntaxe značkovacích (angl. markup) jazykov HTML, XML, XHTML a podobných; porovnaj aj kapitolu Jazyky HTML, XML a XHTML (strana 12 v tretej časti učebnice)

Zoznam použitej a odporúčanej literatúry

Adobe – *Flash Player*. Adobe Systems Incorporated, 2015. Dostupné na internete: <http://www.adobe.com/software/flash/about/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Adobe Developers Association: *TIFF 6.0 Specification*. Mountain View, CA : Adobe Systems Incorporated, 1992. Dostupné na internete: <http://partners.adobe.com/public/developer/en/tiff/TIFF6.pdf>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Adobe *Flash runtimes*. Adobe Systems Incorporated, 2015. Dostupné na internete: <https://www.adobe.com/products/flashruntimes.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Battilana, Michael C.: *The GIF Controversy: A Software Developer's Perspective*. 2004. Dostupné na internete: <http://cloanto.com/users/mcb/19950127gifflzw.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Beal, Vangie: *What is Bit Map?* Webopedia. Foster City, CA, U.S.A. : QuinStreet, Inc. Dostupné na internete: http://www.webopedia.com/TERM/B/bit_map.html. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Blázsovits, Gábor: *DIP – Digital Image Processing. Interaktívna učebnica spracovania obrazu. Kapitola 3 Transformácia obrazu*. Bratislava : Katedra aplikovanej informatiky Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, 2003 – 2006. ISBN 80-89186-08-4. Dostupné na internete: <http://dip.sccg.sk/transf/transf.htm>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Blázsovits, Gábor: *DIP – Digital Image Processing. Interaktívna učebnica spracovania obrazu. Kapitola 1 Úvod*. Bratislava : Katedra aplikovanej informatiky Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, 2003 – 2006. ISBN 80-89186-08-4. Dostupné na internete: <http://dip.sccg.sk/uvod/uvod.htm>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Blázsovits, Gábor: *Interaktívna učebnica spracovania obrazu*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2006. ISBN 80-89186-08-4. Dostupné na internete: <http://dip.sccg.sk/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Bourke, Paul: *Colour spaces*. 1994 – 2005. Dostupné na internete: http://paulbourke.net/texture_colour/colourspace/. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Brand, Dustin D.: *Human Eye Frames Per Second – How many frames per second can our wonderful eyes see?* AMO.NET – America's Multimedia Online, 2001. Dostupné na internete: <http://amo.net/nt/02-21-01fps.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Bunks, Carey: *Grokking the GIMP. Kapitola 5.2 The HSV Colorspace*. New Riders Publishing, 2000. ISBN 0-7357-0924-6. Dostupné na internete: <http://ie.technion.ac.il/CC/Gimp/node51.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Buranský, Marek: *Vlastnosti svetla, jeho vnímanie ľudským a vtáčím okom*. 2011. Dostupné na internete: <http://www.gouldianfinches.eu/sk/genetika/genetika-a-mutacie-u-amadin-gouldovej/farby-a-ich-vnimanie/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

Color picker and converter (RGB HSL HSB/HSV CMYK HEX LAB). Colorizer.org. Dostupné na internete: <http://colorizer.org/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Color theory. ColoRotate. Dostupné na internete: <http://learn.colorotate.org/color-models/#.VsXnb7ThBhF>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Convert from HSV to RGB Color Space. MATLAB & Simulink. Dostupné na internete: <http://www.mathworks.com/help/images/convert-from-hsv-to-rgb-color-space.html?requestedDomain=www.mathworks.com>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

CSS3 Animations. W3Schools. Dostupné na internete: http://www.w3schools.com/css/css3_animations.asp. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Čadík, Martin: *HA – Harmonická Analýza*. Pardubice : SPŠE Pardubice, 1992 – 1996. Dostupné na internete: <http://cadik.posvete.cz/school/spse/ha.html>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Červeň, Ivan – Žigo, Pavol: Vzťah termínov recipročný – reciproký. In *Kultúra slova*. Ročník 47, 2013, číslo 4. Jazykovedný ústav Ľ. Štúra Slovenskej akadémie vied v Bratislave a Vydavateľstvo Matice slovenskej v Martine. Tlačiareň BEN&M. S. 202 – 206. ISSN 0023-5202. Dostupné na internete: <http://www.juls.savba.sk/ediela/ks/2013/4/ks2013-4.pdf>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Doruľa, Ján – Kačala, Ján – Marsinová, Marta – Masár, Ivan – Michalus, Štefan – Peciar, Štefan – Pisárčiková, Mária – Považaj, Matej – Slivková, Viera – Smiešková, Elena – Tibenská, Eva – Urbančok, Milan: *Krátky slovník slovenského jazyka*. Red. Ján Kačala – Mária Pisárčiková – Matej Považaj. 4. doplnené a upravené vydanie. Bratislava : Veda, 2003. 985 s. ISBN 80-224-0750-X. Heslo: **šedá**, dostupné na internete: <http://slovník.juls.savba.sk/?w=%C5%A1ed%C3%BD&s=exact&d=kssj4&ie=utf-8&oe=utf-8>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Duce, David (editor): *Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)*. W3C Recommendation 10 November 2003. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/TR/PNG/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

File Format for Animation – File Formats. Dostupné na internete: <http://fileformatforanimation.weebly.com/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Ftáčnik, Milan: *Systém digitálneho spracovania obrazu*. Bratislava : Katedra aplikovanej informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, 2006. Dostupné na internete: <http://www.sccg.sk/~ftacnik/IP-2.pdf>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Fyzika. Optika. Elektromagnetická teória svetla. Kapitola 1.6 Intenzita svetla. Praha : Katedry fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze. Dostupné na internete: http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/optika/1_6. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Goldmanová, Anna – User:Echo – User:Quido Meruňka – User:Zofka777: *Arts Lexikon*. Heslo: Valér. 2014. Dostupné na internete: <http://artslexikon.cz/index.php/Val%C3%A9r>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Graphics Interchange Format, Version 89a, Cover Sheet for the GIF89a Specification. Columbus, Ohio : CompuServe Incorporated, 1990. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif89a.txt>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

- Graphics Interchange Format*. CompuServe Incorporated, 1987. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Hamilton, Eric: *JPEG File Interchange Format, Version 1.02*. C-Cube Microsystems, 1992. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/Graphics/JPEG/jfif3.pdf>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- How many frames per second can the human eye see?* Dostupné na internete: http://www.100fps.com/how_many_frames_can_humans_see.htm. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- HTML5 Canvas*. W3Schools. Dostupné na internete: http://www.w3schools.com/html/html5_canvas.asp. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Huba, Mikuláš – Žáková, Katarína – Bisták, Pavol: *WWW a vzdelávanie*. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2003. 141 s. ISBN 80-227-1999-4.
- Humes, Larry E. – Busey, Thomas A. – Craig, James C. – Kewley-Port, Diane: The effects of age on sensory thresholds and temporal gap detection in hearing, vision, and touch. In *Atten Percept Psychophys*, 2009. 71(4): 860–871. DOI: 10.3758/APP.71.4.860.
- Independent JPEG Group*. Dostupné na internete: <http://www.iijg.org/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Jenkins, Doug: *Catmull-Rom Spline*. Newton Excel Bach, not (just) an Excel Blog, 2010, 2012. Dostupné na internete: <https://newtonexcelbach.wordpress.com/tag/catmull-rom-spline/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Kindersley, Peter: *Multimédia – podrobný průvodce. (The Complete Guide to Multimedia.)* Praha : Albatros, 1997. ISBN 80-00-00528-X.
- Kohút, Michal: *Množina a jej určenie, konečná a nekonečná množina*. Košice : Gymnázium Opatovská 7, 2011. Dostupné na internete: https://gymopatke.edupage.org/files/03_-_Mnoziny_a_operacie_s_nimi.pdf. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Kolektív autorov: *Grafické primitíva*. Katedra počítačov a informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, 2010. Dostupné na internete: <http://pg.kpi.feit.tuke.sk/?q=node/69>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Kolektív autorov: *Transformácie v PG*. Katedra počítačov a informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, 2010. Dostupné na internete: <http://pg.kpi.feit.tuke.sk/?q=node/6>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Koubek, Václav – Lepil, Oldřich: *Fyzika pre 3. ročník gymnázií. Kapitola 5.2 Kinematika kmitavého pohybu*. 6. vydanie. Bratislava : Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2003. ISBN 80-10-00189-9. Dostupné na internete: http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/UT_html/G3/kap5/5-2.htm. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Kubinec, Pavol: *Ako vnímame farby?* 2007. Dostupné na internete: <http://www.1sg.sk/~pkubinec/ako%20vnimame%20farby.pdf>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Kulesa, Craig: *What is Spectroscopy?* Tucson, Arizona : University of Arizona, 1997. Dostupné na internete: http://loke.as.arizona.edu/~ckulesa/camp/spectroscopy_intro.html. Naposledy prístupné: 1. december 2015.

- Lane, Tom: *JPEG image compression FAQ, part 1/2*. Independent JPEG Group, 1999. Dostupné na internete: <http://www.faqs.org/faqs/jpeg-faq/part1/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Laurinc, Viliam: *e-Fyzika – Základný bakalársky kurz pre technické univerzity. Kapitola 6.1.9 Rozklad kmitov, harmonická analýza*. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, cca 2002. Dostupné na internete: http://kf-lin.elf.stuba.sk/~ballo/STU_online/Fyzika%20I/VI%20kapitola/kmity-vlly1-9.htm. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Lilley, Chris: *JPEG JFIF*. W3C, 1996 – 2003. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/Graphics/JPEG/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Moravec, Stanislav: *Harmonická analýza*. Plzeň : VOŠ a SPŠE Plzeň. Dostupné na internete: <http://slaboproud.sweb.cz/elt2/stranky1/elt048.htm>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Navrátil, Pavel: *Počítačová grafika a multimédia*. Computer Media, 2007. 112 s. ISBN 80-86686-77-9.
- Nožka, Marek: *Harmonická analýza*. Olomouc : VOŠ a SPŠE Olomouc. Dostupné na internete: <http://hroch.spseol.cz/~nozka/elektro/harmonicka-analyza/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Orgoň, Miloš: *Tézy na skúšku*. (Tézy sú so stručným vypracovaním. Pravdepodobne pre predmet telekomunikačná technika.) Bratislava : Katedra telekomunikácií, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2004. Dostupné na internete: http://www.ktl.elf.stuba.sk/~orgon/TEZY_skuska.pdf. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Overview of JPEG*. Joint Photographic Experts Group. Dostupné na internete: <http://jpeg.org/jpeg/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Palásthy, Juraj: *Multimédia I*. Orange o škole, 2011. Dostupné na internete: http://www.oskole.sk/?id_cat=1008&clanok=17577. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Peltier, Jon: *Discussion to: Excel Interpolation Formulas*. Peltier Technical Services, Inc., 2011. Dostupné na internete: <http://peltiertech.com/excel-interpolation-formulas/>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Pravda, Ján: Geografická informácia v terminológii geoinformatiky. In *Geografický časopis*, č. 53, 3/2001. Bratislava : SAV, 2001. S. 217 – 230. ISSN 1335-1257. Dostupné na internete: <https://www.sav.sk/journals/uploads/04021114Pravda.pdf>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Ravindranath, Balaji H – User:lhem: *How does excel plot smooth curves?* Microsoft Community, 2011. Dostupné na internete: http://answers.microsoft.com/en-us/office/forum/office_2007-excel/how-does-excel-plot-smooth-curves/c751e8ff-9f99-4ac7-a74a-fba41ac80300?auth=1. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Rouse, Margaret: *What is bit map? – Definition from WhatIs.com*. 2005. Dostupné na internete: <http://whatis.techtarget.com/definition/bit-map>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Rouse, Margaret: *What is plotter?* WhatIs.com, TechTarget. 2010. Dostupné na internete: <http://whatis.techtarget.com/definition/plotter>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.
- Saddik, Abdulmoteleb El: *Interactive Multimedia Learning – Shared Reusable Visualization-based Modules*. Berlin Heidelberg (Germany) : Springer-Verlag, 2001. ISBN 3-540-41930-6.
- Skalka, Ján – Klimeš, Cyril – Lovászová, Gabriela – Švec, Peter: *Informatika na maturity a prijímacie skúšky*. Nitra : Enigma, 2007. 60 s. ISBN 978-80-89132-50-8.

- Sokolowsky, Peter – Šedivá, Zuzana: *Multimédia: súčasnosť budúcnosti*. Praha : Grada, 1994. 204 s. ISBN 80-7169-081-3.
- Sovič, Dušan: *Kompresný štandard JPEG*. Dostupné na internete: <http://pakuj.brek.sk/jpeg/jpeg.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Staniček, Petr: *Paletton – The Color Scheme Designer*. 2002 – 2014. Dostupné na internete: <http://paletton.com/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Švábenský, Valdemar: *Nauč sa matiku – množiny*. NaucSaMatiku.com, 2015. Dostupné na internete: <http://www.naucsamatiku.com/materialy/assets/mnoziny-ucebnica.pdf>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí*. Heslo: geometrické primitivum (slovník uvádza slovenský ekvivalent – geometrické primitívum). VÚGTK. Dostupné na internete: https://www.vugtk.cz/slovník/1081_geometricke-primitivum. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Thomas Boutell (editor): *PNG (Portable Network Graphics) Specification, Version 1.0, W3C Recommendation 01-October-1996*. Massachusetts Institute of Technology, 1996. Dostupné na internete: <https://www.w3.org/TR/REC-png-961001>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- TIFF File Format FAQ*. AWare Systems. Dostupné na internete: <http://www.awaresystems.be/imagining/tiff/faq.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- TIFF, Revision 6.0*. Digital Preservation. Dostupné na internete: <http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/fdd000022.shtml>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Twigg, Christopher: Catmull-Rom splines. In *Computer*. 41(6). 2003. S. 4 – 6. Dostupné na internete: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/Web/People/462/projects/asn2/asn2/catmullRom.pdf>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- User:Alinium – User:Virtuosi Media – User:Yi Jiang atd.: *What formats supporting animation are suitable for the web?* Graphic Design Stack Exchange, 2011. Dostupné na internete: <http://graphicdesign.stackexchange.com/questions/90/what-formats-supporting-animation-are-suitable-for-the-web>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- What Is the HSV (Hue, Saturation, Value) Color Model?* 2014. Dostupné na internete: <http://desktoppub.about.com/od/glossary/g/HSV.htm>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Why There Are No GIF Files on GNU Web Pages*. GNU Project – Free Software Foundation, 2015. Dostupné na internete: <http://www.gnu.org/philosophy/gif.html>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Zaplatílek, Karel: *Základy elektrotechniky. Harmonická Fourierova analýza signálů – spektra periodických signálů*. Brno : Katedra elektrotechniky, Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany. Dostupné na internete: <http://user.unob.cz/zaplatilek/ZEL/Tema19.htm>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Žatkovič, Alexander: *Harmonická analýza*. Košice : SPŠ elektrotechnická. Dostupné na internete: <http://alzat.spseke.sk/harmanalyza/harmanalyza.htm>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.
- Žoldošová, Kristína: *Prírodovedné a sociálne štúdie v predškolskom vzdelávaní. Téma: svetelná energia a farba*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2007. Dostupné na internete:

<http://pdf.truni.sk/download?ksp/materialy/zoldosova-temaSvetlo.pdf>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

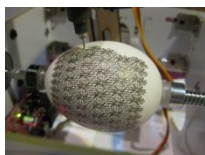
Žoldošová, Kristína: *Prírodovedné a sociálne štúdie v predškolskom vzdelávaní. Téma: zvuková energia, zvuk*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2007. Dostupné na internete: <http://pdf.truni.sk/download?ksp/materialy/zoldosova-temaZvuk.pdf>. Naposledy prístupené: 1. december 2015.

Zoznam použitých obrázkov s ich ukážkami

Všetky obrázky v tejto učebnici sú buď vlastné vyrobené obrázky, alebo obrázky zložené z jedného alebo viacerých obrázkov uvedených v nasledujúcom zozname. Všetky sú uvoľnené pod licenciami **Creative Commons Compatible Licenses** (dostupných na <https://creativecommons.org/compatiblelicenses/>).



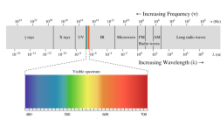
Brian Boucheron: *RoboPortraits*. Flickr – Photo Sharing! 2011. Dostupné na internete: https://www.flickr.com/photos/bert_m_b/5936945495/. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



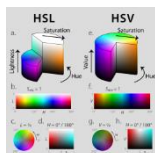
Oskay, Windell: *Eggbot @ Cal Expo – 20*. Flickr – Photo Sharing! 2010. Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/oskay/4819662293/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



Oskay, Windell: *HP Plotter reporting for duty!* Flickr – Photo Sharing! 2007. Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/oskay/400591106/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



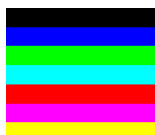
Ronan, Philip – User:Gringer: *File:EM spectrum.svg*. 2007. Dostupné na internete: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_spectrum.svg. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



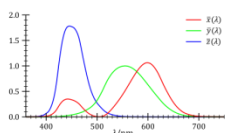
Rus, Jacob: *File:Hsl-hsv models.svg*. 2010. Dostupné na internete: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hsl-hsv_models.svg. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



Somma, Ryan: *Calcomp drum plotter (1966)!* Flickr – Photo Sharing! Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/oskay/400591106/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:10binary: *8 color palette*. 2010. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/99829/8-color-palette>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:Acidx: *File:CIE 1931 XYZ Color Matching Functions.svg*. 2009. Dostupné na internete: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE_1931_XYZ_Color_Matching_Functions.svg. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:Andy: *Audio File Icon*. 2009. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/25460/audio-file-icon>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:averpix: *Generic Gaming Desktop*. 2011. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/128605/generic-gaming-desktop>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:cyberscooty: *Palette and paintbrushes*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/214962/palette-and-paintbrushes>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:GDJ: *1984 Typography 2*. 2016. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/239979/1984-typography-2>. Naposledy prístupné: 1. február 2016.



User:GDJ: *Abode Of Serenity*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/225212/abode-of-serenity>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:GDJ: *Credence Of The Eternal*. 2016. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/236775/credence-of-the-eternal>. Naposledy prístupné: 1. február 2016.



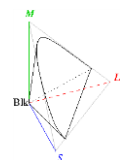
User:GDJ: *Green Hills And Blue Sky Landscape*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/221086/green-hills-and-blue-sky-landscape>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:GDJ: *Interstellar Light Ray*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/229175/interstellar-light-ray>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



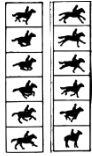
User:Gringer: *File:Linear visible spectrum.svg*. 2008. Dostupné na internete: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear_visible_spectrum.svg. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:Hankwang: *File:Gamut full.png*. 2004. Dostupné na internete: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gamut_full.png. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:hsayin32: *Movie icon*. 2013. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/174286/movie-icon>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:j4p4n: *Horse Animation Frames*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/216875/horse-animation-frames>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:jhnri4: *Video*. 2010. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/84157/video>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:krzysiu: *Color wheel – 48 colors (16xH, 3xL)*. 2016. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/238708/color-wheel-48-colors-16xh-3xl>. Naposledy prístupné: 1. február 2016.



User:maxim2: *Tango-cmyk*. 2009. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/27214/tangocmyk>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:maxim2: *Tango-rgb*. 2009. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/27210/tangorgb>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:Onsemeliot: *Corn plant*. 2013. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/180172/corn-plant>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:qubodup: *Sound Wave*. 2014. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/195965/sound-wave>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



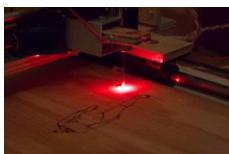
User:shokunin: *Walk cycle boy*. 2009. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/28756/walk-cycle-boy>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:smalyshev: *Wikidata Statement*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/224336/wikidata-statement>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:svofski: *Motōri the Plotter*. Flickr – Photo Sharing! 2009. Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/svofski/3660353717/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:svofski: *Woodburning the Pionner plaque*. Flickr – Photo Sharing! 2009. Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/svofski/3725234624/>. Naposledy prístupné: 1. december 2015.



User:yamachem: *Spinning-coin-css-animation*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/225032/spinningcoinanimation>. Naposledy pristúpené: 1. december 2015.



User:yamachem: *Spinning-coin-spritesheet*. 2015. Dostupné na internete: <https://openclipart.org/detail/225027/spinningcoinspritesheet>. Naposledy pristúpené: 1. december 2015.

© 2015, Katedra matematiky a informatiky,
Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto učebnice
nesmie byť v akejkoľvek forme publikovaná ani
kopírovaná bez písomného súhlasu vydavateľa.

ISBN 978-80-8082-941-4



9 788080 829414