

## 4.1. OSNOVE DIGITALIZACIJE SLIKE

### 4.1.1. Svetloba

je elektromagnetno valovanje, (1) katerega valovna dolžina je vidna očesu (vidna svetloba) oziroma (2) katerokoli valovanje fotonov. Označujemo ga z (a) **jakostjo** (amplitudo, svetlo/temno), (b) **frekvenco** (oz. valovno dolžino, barve) in (c) **polarizacijo** (kot nihanja, navadno komaj opazen). Povprečno človeško oko vidi v razponu med okoli 400 in 700 nm, pod tem razponom je t. i. infrardeča svetloba, nad njim ultravijolična. Svetloba potuje s hitrostjo malo pod 300.000 km/s.

Različne valovne dolžine zaznavamo kot barve – zaznavanje svetlobe oz. barv je kompleksen fiziološki proces prenosa impulzov v očesu, očesnem živcu in njihove obdelave v možganih. Svetloba na očesno ozadje pada skozi očesne strukture, ki jo ustrezno lomijo – roženica in očesna leča, ki goriščno razdaljo spreminja z debelitvijo in tanjšanjem. Očesno ozadje pokrivajo neenakomerno razporejeni receptorji za vid (čepki, paličice). Čepki so razporejeni v območju najostrejše slike in služijo zaznavanju barv (eni bolje zaznavajo modro-vijolično, drugi zeleno, tretji pa rdeče-rumeno), paličice so razpršene in služijo zaznavanju intenzivnosti svetlobe. Oboji se ob osvetlitvi vzdražijo na različne načine, skupni živčni impulz pa se preko vidnega živca prenese do centra za vid na zatilnem delu možganske skorje. Zgradba očesa je precej podobna zgradbi fotoaparata oziroma kamere, soroden je tudi način prenosa podatkov.

WP: <http://en.wikipedia.org/wiki/Light> in <http://en.wikipedia.org/wiki/Eye>

### 4.1.2. Fotografija

je mehanski, kemični ali digitalni proces izdelave (fiksacije) slik na nosilcu (filmska plošča, trak, disketa, trdi disk, spominska kartica) s pomočjo prevajanja svetlobe - navadno skozi takšno ali drugačno "kamero". Kamera deluje po principu "kamere obskure" – WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Camera\\_obscura](http://en.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura))

Spremenljivi parametri kamere:

- Leča (s fokusom)
- odprtina leče (apertura)
- goriščna razdalja in tip objektiv (teleobjektiv, makro, širokokotni, zoom, glej WP: telephoto, macro, wide angle, zoom)
- filtri ali zasloni med lečo in objektom, ali tudi za lečo
- zaslonka (hitrost zapiranja/odpiranja odprtine)
- občutljivost medija za svetlobo in barvo

Pomebne faze procesa izdelave fotografije so poleg samega posnetka tudi:

- **razvijanje** (samo pri analogni tehnologiji),
- **obdelava** (postprodukcija – analogno in digitalno) in

- **tiskanje** oz. druge oblike **prezentacije** – npr. projekcija)
- **hranjenje** (arhiviranje).

WP: <http://en.wikipedia.org/wiki/Photography> in <http://en.wikipedia.org/wiki/Foto>

#### 4.1.2.1 Digitalna fotografija

Digitalna fotografija je prinesla predvsem prednosti pri izdelavi in prenosu fotografij („do uporabnika“), ne pa toliko pri samem produkcijskem procesu („do posnetka“). Nemara najpomembnejša pa je preprostost in globina možnosti digitalne obdelave slik. Razvoj za trg se je začel 1981 s Sony-jevo „Mavico“ (ki pa še ni premogla lastnega zaslona, za prikaz slike je uporabljala TV). 1990 Kodak objavi „DCS 100“ - prvo digitalno kamero s funkcijami, kot jih poznamo danes. Kljub visoki ceni je profesionalnim uporabnikom omogočala pomembne prednosti digitalne fotografije: hitrost prenosa in preprostost hranjenja. Po letu 2000 je tehnologija (in raba!) digitalne fotografije pomembno sovpadla z mobilno telefonijo. Digitalne žepne, t. i. „trotlkamere“ so postale takorekoč standardna oprema posameznika na potovanju, z družino, na zabavi, v službi... Mnoge kamere združujejo možnost zapisa fotografij z možnostjo snemanja videa. Med letoma 2004 in 2006 so vodilni proizvajalci Kodak, Nikon in tudi Canon drug za drugim pričeli postopoma opuščati proizvodnjo analognih fotoaparátov.

Z naglim razvojem programskih orodij za obdelavo slik in njihovim stalnim poenostavljanjem (možnosti podrobnega spreminjanja vsebine digitalnega posnetka) se pojavljajo nove dileme. Nekateri profesionalni fotografi na primer zavračajo digitalno izrezovanje slike („crop“), redkeje se branijo tudi bavne in svetlobne korekcije. Tudi digitalna montaža (kombinacije vsebine več fotografij na eni) je smatrana kot neetična, nestrokovna – razen če ni odkrito namenska, eksplicitno razkrita (tematizirana) ali nujna. Na nekaterih sodiščih digitalna fotografija a priori ne velja kot dokazno gradivo.

#### 4.1.2.2. Digitalno vs. Analogno/Filmsko

Digitalni in analogni format zajema slike izkazujeta vsak svoje prednosti in slabosti:

**Kakovost** - Resolucija večine analognih posnetkov je še zmeraj višja kot digitalnih, čeprav današnji digitalni standardi (preko 10 megapikslov) funkcionalno že dosegajo kakovosti večine analognih posnetkov. Naprednejše tehnologije omogočajo tudi že do 50 MP ločljivosti, kar na področju fotografije že prekaša zmogljivosti analognih zapisov. Pri gibljivi sliki so že pri 10 MP zmogljivosti digitalnih enakovredne analognim filmskim tehnologijam. WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_resolution](http://en.wikipedia.org/wiki/Image_resolution)

**Udobje rokovanja in fleksibilnost** – tukaj prepričljivo vodijo digitalne tehnologije. Predvsem je njihova prednost odsotnost velike količine zavrženih fotografij oz. neuspešnih posnetkov, ki jih lahko sproti brišemo na podlagi predogleda. Tudi možnost preproste obdelave slika na (domačem) računalniku je pomembna prednost. Edina izguba v primerjavi z analogno je nemara na emocionalni ravni – pričakovanje izdelanega posnetka, (ne)gotovost kakovosti, (ne)spominjaje posnetega trenutka itd.

Nekatere pravice pridržane. Vsebinska avtorsko zaščitená po licenci Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>), ki dovoljuje nekomercialno kopiranje, razširjanje, izvedbo in nadgradnjo ter spreminjanje dela pod pogojem navedbe prvotnega avtorja. V primeru nadgradnje ali spremembe vsebine oziroma oblike je razširjanje dovoljeno le pod enakimi licenčnimi pogoji, ki jih je potrebno navesti. Vsakega od licenčnih pogojev je mogoče spremeniti z dokazljivo privolitvijo avtorja - pETERPurg, 2006.

**Obstočnost** - Preosvetljeni ali podoosvetljeni celuloidni film (posebej črno-beli) še zmeraj vsebuje podatke o oblikah in barvah, ki jih je možno z obdelavo fotografije prikazati na končnem izdelku. Preosvetljeni digitalni posnetek pa te informacije izgubi. Če na digitalni senzor padejo prašni delci, je kakovost fotografij zelo težko popraviti, pri analogni tehnologiji pa z zamenjavo filma sproti odstranimo prašne delce. Redna nega in pazljivost pri rokovanju sta seveda nujni pri obeh.

**Arhiviranje** - Ob pravilnem hranjenju filmski medij ohrani sliko do 100 let, ob posebni obdelavi (zlato, platina) tudi več sto let. Digitalni formati imajo na tem področju tri težave: fizična stabilnost nosilca, berljivost nosilca in berljivost datotečnega formata, ki jih je ob hitrem razvoju tehnologij težko zagotavljati na dolgi rok.

**Zanesljivost** - Na filmu dobimo obstojne, nespremenljive podobe "realne" slike (svetlobne informacije) pred objektivom. Z obdelavo lahko spreminjamo le svetlost, barvnost itd., vsebine oziroma oblike podob pa načeloma ne (izjema je retuširanje). Ko je taka slika razvita, je obstojna oz. nespremenljiva. Tudi samo arhiviranje je varnejše, saj prenos analognih fotografij na daljavo in njihovo razmoževanje ni tako preprosto kot pri digitalni fotografiji. Digitalno sliko je mogoče spreminjati („manipulirati“) v vseh fazah njenega obstoja, mehanizmi zaščite (npr. kodni ključki itd.) so razmeroma nezanesljivi.

#### 4.1.2.3 Digitalni fotoaparati in kamere

Digitalni fotoaparat je elektronska naprava, ki se uporablja za elektronski zajem in shranjevanje slik. Sodobni digitalni fotoaparati so večfunkcijski - poleg zajema slike omogočajo tudi druga opravila, npr. snemanje zvoka in videa. Poznamo več vrst:

**Video kamere**, ki jih razdelimo na

- Profesionalne: za uporabo v TV in filmski produkciji;
- Kamkorderje uporabljajo amaterji, navadno imajo fiksiran ali ločljiv mikrofoni in LCD;
- Integrirane kamere - zgolj kot funkcija digitalnega fotoaparata ali mobilnika;
- Spletne kamere (webcam) - digitalna kamera priključena na računalnik za video klepet, konference in drugo.

**Fotoaparati** - Namen je zajem slike v digitalnem formatu. Uporabljajo bodisi senzorski čip tipa CCD (charge-coupled device) ali CMOS (complementary metal-oxide semiconductor). Ti čipi delujejo na principu fototranzistorjev, ki ob stiku s svetlobo sprožijo električni impulz in tako svetlobne impulze spreminjajo v električne. Razdelimo jih na:

- Kompaktni digitalni fotoaparati - Enostavni za uporabo, imajo majhen zoom in navadno slike shranjujejo le v JPEG formatu. Primerni za vsakdanjo uporabo in nezahtevno fotografiranje pokrajine.
- "Prosumer" fotoaparati - *prosumer = professional + consumer*  
Za razliko od digitalnih zrcalno refleksnih fotoaparotov (spodaj) nimajo odstranljivega objektiva (čeprav jim lahko dodamo širokokotni objektiv ali teleobjektiv). Navadno lahko snemajo video in zvok ter slike shranjujejo v JPEG in RAW (neposredni zapis nekomprimiranih podatkov s senzorja) formatu. So

Nekatere pravice pridržane. Vsebinska avtorsko zaščitenost po licenci Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>), ki dovoljuje nekomercialno kopiranje, razširjanje, izvedbo in nadgradnjo ter spreminjanje dela pod pogojem navedbe prvotnega avtorja. V primeru nadgradnje ali spremembe vsebine oziroma oblike je razširjanje dovoljeno le pod enakimi licenčnimi pogoji, ki jih je potrebno navesti. Vsakega od licenčnih pogojev je mogoče spremeniti z dokazljivo privolitvijo avtorja - pETERPurg, 2006.

počasnejši kot pravi digitalni zrcalno refleksi fotoaparati, vendar vseeno dosežejo dokaj dobro kvaliteto slike, primerljivo z nižje ali srednje kvalitetnimi zrcalno refleksnimi fotoaparati.

- Digitalni zrcalno refleksi (DSLR = digital single lens reflex) fotoaparati izkazujejo visoko kakovost slike in zmogljivost obdelave, hitrost posnetka in preciznost nastavitvev. Skozi iskalo vidimo natanko tisto sliko, ki jo bomo tudi posneli.

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/SLR\\_camera](http://en.wikipedia.org/wiki/SLR_camera) in <http://en.wikipedia.org/wiki/DSLR>

#### 4.1.2.3.1. Lastnosti fotoaparotov

##### Svetlobne pike (piksli)

Ločljivost fotoaparata je določena s senzorjem – to je navadno CCD čip (Charged Coupled Device), ki svetlobo pretvori v digitalno informacijo. Svetlobno vrednost prikaže kot piksele (majhni kvadratni senzori na CCD elementu, ki tvorijo sliko). Vsak kvadrataček lahko shrani eno digitalno vrednost. Večje število pikslov pa pomeni boljšo ločljivost (resolucijo).

Fotoaparate po zmogljivosti navadno razlikujemo v megapikslih (1 milijon svetlobnih pik = 1 megapiksel, MP).

CCD čip ima 4 barvne senzore – po enega za rdečo in modro ter dva za zeleno barvo. Tudi paličice v očesu so najboljčutljivejše na zeleno barvo (ki je tudi je nasredi barvnega spektra, in prevladuje v naravi), najmanj pa na rdečo – zato rdeče predmete v temi vidimo slabše od drugih. Celuloidni granulati je na barvnem fotografskem filmu razporejen enakomerno, tako lahko odslikava enakomerno razporejene svetlobne točke (najmanj tri naplastitve emulzije z barvno občutljivimi kristali), torej podobno kot piksli na digitalni fotografiji. Več - WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled\\_device](http://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device)

##### Povezava

Neposredno z računalnikom za prenos podatkov:

- PC serial port (le še redko)
- USB - najbolj uporabljan
- FireWire
- brezžični: Bluetooth ali IEEE 802.11 (Wi-Fi)

Možen je tudi posreden prenos v računalnik preko spominskih kartic oz. raznih nosilcev. "PictBridge" standard omogoča neposredno pošiljanje slik s kamere na tiskalnik.

**Integracija** - Digitalni fotoaparati so lahko vključeni v druge naprave (mobilni telefoni, dlančniki, prenosni računalniki).

##### Shranjevanje

Zastareli digitalni shranjevalni mediji:

Nekatere pravice pridržane. Vsebinska avtorsko zaščiten po licenci Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>), ki dovoljuje nekomercialno kopiranje, razširjanje, izvedbo in nadgradnjo ter spreminjanje dela pod pogojem navedbe prvotnega avtorja. V primeru nadgradnje ali spremembe vsebine oziroma oblike je razširjanje dovoljeno le pod enakimi licenčnimi pogoji, ki jih je potrebno navesti. Vsakega od licenčnih pogojev je mogoče spremeniti z dokazljivo privolitvijo avtorja - pETERPurg, 2006.

- Onboard flash memory
- 3.5" floppy disk
- Video Floppy (50 mm × 50 mm)
- PCMCIA trdi diski
- Mini CD (185 MB), kasneje DVD
- Thermal printer (neposredni toplotni tisk)

#### Spominske kartice:

- CompactFlash cards/Microdrives (profesionalna raba)
- Memory Stick (Sony – proprietarni format!)
- SD/MMC ("flash" tehnologija, zamenjuje CompactFlash, razvoj 2>4>8>16... GB
- Mini SD (mali format, npr. pri mobilnikih)
- MicroSD Card (še manjši...)
- XD-Picture Card (Fuji in Olympus, zelo majhen)
- SmartMedia (zastarel, kasneje "xD card")

**Baterije** - Zelo pomembno tehnološko razvojno področje zaradi naraščajočih zahtev po majhnosti/lahkosti in zmogljivosti (zmeraj večji zasloni!). Lahko so standardne (npr. tip AAA) ali prilagojene določenemu tipu kamere.

#### **Formati**

Najpogostejša formata za zapis slik sta JPEG (Joint Photography Experts Group) in TIFF (Tagged Image File Format). Nekateri fotoaparati podpirajo tudi RAW format - v obliki neobdelanega niza pikslov neposredno s senzorja. Prednost je večja fleksibilnost pri kasnejši obdelavi brez izgube kvalitete slike. Večina RAW formatov je lastninskih, proprietarnih (npr. DNG format podjetja Adobe systems).

Formati za digitalni video so AVI, DV, MPEG, MOV, WMV, tudi ASF (praktično enak WMV-ju). Novejši format je MP4, ki je tudi MOV datoteka, vendar uporablja nove algoritme zgoščevanja. Drugi formati so še: Design Rule for Camera Format (DCF), Digital Print Order Format (DPOF), Exchangeable Image File Format (EXIF). WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_compression](http://en.wikipedia.org/wiki/Image_compression)

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_camera](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_camera)

#### **4.1.3. Rasterska vs. vektorska grafika**

##### **4.1.3.1. Rasterska ali bitna slika**

Rasterska ali bitna slika je podatkovna datoteka ali struktura, ki predstavlja pravokotno

Nekatere pravice pridržane. Vsebinska avtorsko zaščiten po licenci Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>), ki dovoljuje nekomercialno kopiranje, razširjanje, izvedbo in nadgradnjo ter spreminjanje dela pod pogojem navedbe prvotnega avtorja. V primeru nadgradnje ali spremembe vsebine oziroma oblike je razširjanje dovoljeno le pod enakimi licenčnimi pogoji, ki jih je potrebno navesti. Vsakega od licenčnih pogojev je mogoče spremeniti z dokazljivo privolitvijo avtorja - pETERPurg, 2006.

mrežo pikslov ali barvnih točk na računalniškem ekranu, papirju ali drugem prikazovalniku slike. Barva vsake slikovne pike je posamično določena. Slike v barvnem prostoru RGB navadno sestavljajo barvni piksli, ki so določeni s po tremi bajti (kot ločenimi podatki za rdečo, zeleno in modro). Črno bele slike potrebujejo samo 1 bajt za zapis posameznega piksla.

Rasterske slike ne moremo povečevati ("skalirati") na večje formate brez izgube vidne kakovosti (vektorske pa so namenjene prav temu). Primernejše so za fotografije, torej slike s "foto-realistično" slikovno vsebino (vektorske slike pa so primernejše za oblikovanje besedil, skic in drugih grafičnih elementov). Monitorji ločijo med 72 in 130 DPI ("pik na inčo"), nekateri zmogljivejši tiskalniki pa tudi do 2400.

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bitmap\\_graphics](http://en.wikipedia.org/wiki/Bitmap_graphics)

#### 4.1.3.2. Vektorska slika

Vektorska grafika (ki ji pravimo tudi geometrično modeliranje ali objektno orientirana grafika) pomeni uporabo preprostih geometričnih oblik kot so točke, premice, krivulje in liki, ki temeljijo na matematičnih enačbah, za predstavitev slik v računalniški grafiki.

Vektorizacija pomaga odstraniti nepotrebne podrobnosti s fotografije, kar je zlasti uporabno pri grafikah, diagramih ali skicah. Vektorizacija je tudi pomembna za zmanjševanje velikosti datotek, pri čemer podoba lahko ohrani zadosti natančen estetski izgled in celo nek minum "fotorealizema". S pomočjo vektorske grafike dobimo zelo čiste in jasne tiskovine, ne glede na to koliko povečamo sliko (npr. logotip na vizitki ali na jumbo plakatu). Osnovne **vektorske operacije** so: Vrtenje, premikanje, zrcaljenje, raztegovanje, transformacije in združevanje likov, pa tudi bolj kompleksne operacije pri zaprtih objektih (unija, razlika, presek - WP: union, difference, intersection)

Izraz vektorska grafika danes uporabljamo zlasti v povezavi z 2D računalniško grafiko, pa tudi s tekstom, multimedijo in 3D renderingom. Praktično vse sodobno 3D renderiranje temelji na tehniki 2D vektorske grafike. Pri 3D računalniški grafiki je najpogostejši vektoriziran prikaz površin, ki so lahko v osnovi poligonalne mreže ali pa kompleksnejše gladke in zaobljene površine, te dobimo s pomočjo raznih algoritmov.

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vector\\_graphics](http://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics)

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rendering\\_%28computer\\_graphics%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Rendering_%28computer_graphics%29)

#### 4.1.4. Digitalna obdelava slike

je proces spreminjanja digitalne slike, bodisi vektorske bodisi rasterske. Oglejte si primere in različne osnovne postopke na WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_editing](http://en.wikipedia.org/wiki/Image_editing)

#### 4.1.5. Video

je tehnologija elektronskega zajemanja, snemanja, obdelovanja, shranjevanja, prenašanja

Nekatere pravice pridržane. Vsebinska avtorsko zaščiten po licenci Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>), ki dovoljuje nekomercialno kopiranje, razširjanje, izvedbo in nadgradnjo ter spreminjanje dela pod pogojem navedbe prvotnega avtorja. V primeru nadgradnje ali spremembe vsebine oziroma oblike je razširjanje dovoljeno le pod enakimi licenčnimi pogoji, ki jih je potrebno navesti. Vsakega od licenčnih pogojev je mogoče spremeniti z dokazljivo privolitvijo avtorja - pETERPurg, 2006.

*in rekonstruiranja zaporedja (mirujočih) slik, ki ob zaporednem predvajanju predstavljajo gibajočo sliko.* Sprva so ga razvili za TV sisteme, kasneje je postal pomemben dejavnik razvoja „domačega kina“ in orodje umetnosti (”video umetnost”). Postaja tudi vse pomembnejši tudi v filmografiji in kinematografiji. Osnovna formata analognaga videa sta VHS in Betamax (standarda NTSC in PAL), digitalnega videa pa DV, DVD in MPEG-4, MPEG 2, QuickTime, AVI itd. (kompresijski standardi). Najnovejši format digitalnega videa je visokoločljivostni HDV (DTV – digitalna televizija).

WP: <http://en.wikipedia.org/wiki/Video> in [http://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_art](http://en.wikipedia.org/wiki/Video_art)

Formati:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Vhs>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Betamax>

<http://en.wikipedia.org/wiki/PAL>

<http://en.wikipedia.org/wiki/NTSC>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_compression](http://en.wikipedia.org/wiki/Video_compression)

<http://en.wikipedia.org/wiki/DVD>

<http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>

<http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-2>

<http://en.wikipedia.org/wiki/DV>

<http://en.wikipedia.org/wiki/HDV>

#### **4.1.5.1. Digitalni video**

ne smemo zamenjati s kompresijskim formatom DV („digital video“). Pogosto se signal zapisuje na magnetni trak (prej VHS, zdaj DV kasete), vse bolj se uveljavljajo tudi digitalni nosilci (DVD-RW, celo HD).

WP: [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_video](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_video)