

DIGITALIZACE A ZÁKLADY DIGITÁLNÍHO OBRAZU

Vyučující: Erik Staffa

V případě dotazů k úkolu pište na: staffa@mail.muni.cz

System je když...

Jde o obecný pojem, který vyjadřuje obvykle nějaké uspořádání prvků a vztahů mezi nimi

Příklady systémů:

Fylogenetická klasifikace živočichů

Model ekosystému

Blokové schéma mikroskopu

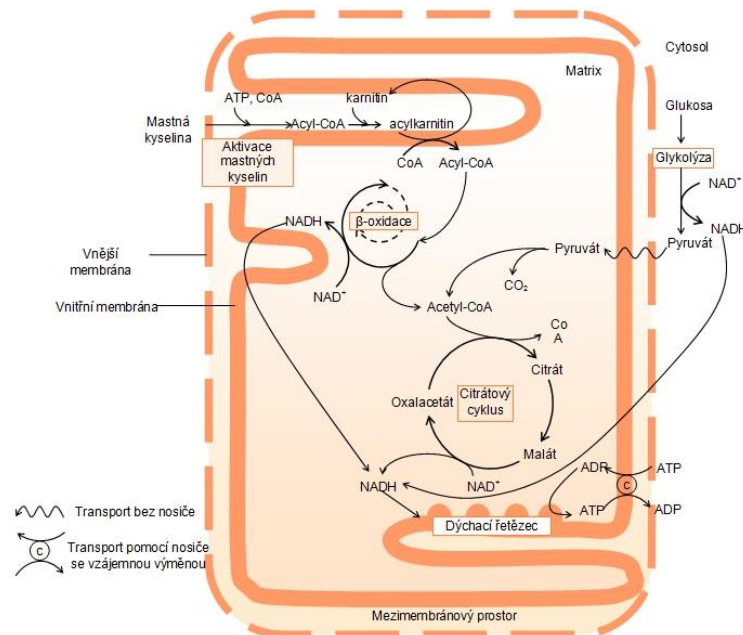
Metabolické dráhy

Jak z toho udělat definici?

System je když.... Pracujeme systematicky

Definice:

System je dvojice množin (P, V), kde P je množina prvků a V je množina vztahů mezi nimi.

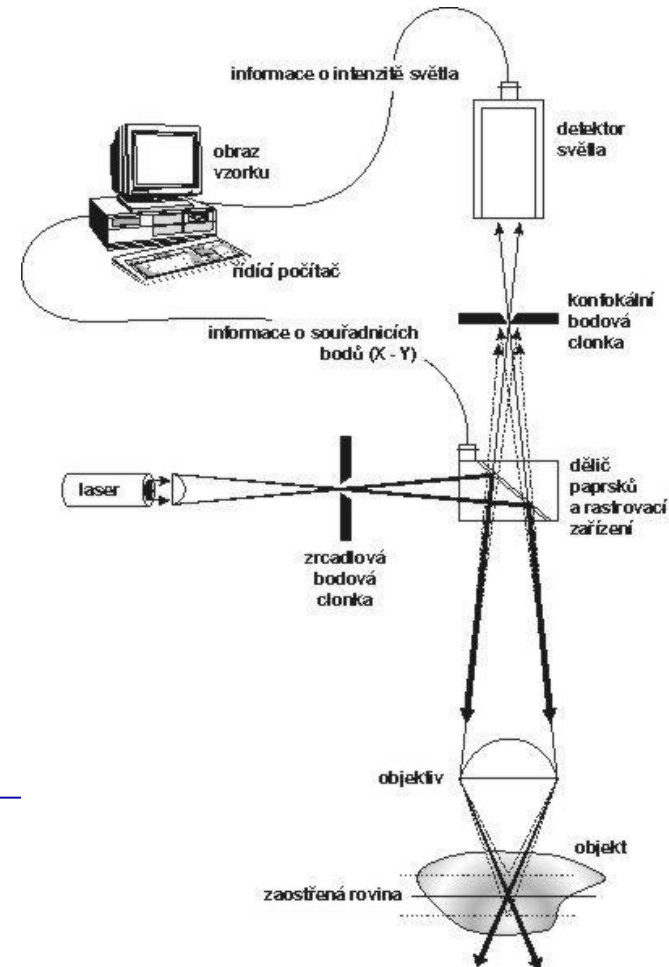


JAK SOUVISÍ SIGNÁLY A SYSTÉMY?

System je zdrojem signálu
Signál je průchodem systému modifikován
Modifikace záměrná: zpracování signálu, filtrace
Modifikace nežádoucí: poruchy, šum

Co je to šum?

Ve zpracovávání signálu může šum znamenat data bez významu, tedy data, která nejsou použita pro přenos signálu a jsou jen produkována jako nechtěný vedlejší produkt jiných aktivit.



biosignál

SIGNÁL

Je fyzikální děj nesoucí informaci o systému

Je žádoucí, aby nesl užitečnou informaci

Je to výstup systému

BIOSIGNÁL

Signál, které nese informaci o živém systému

A NARÁŽÍME NA

OTÁZKY

Co je informace?

Co je systém?

Co je živý systém?

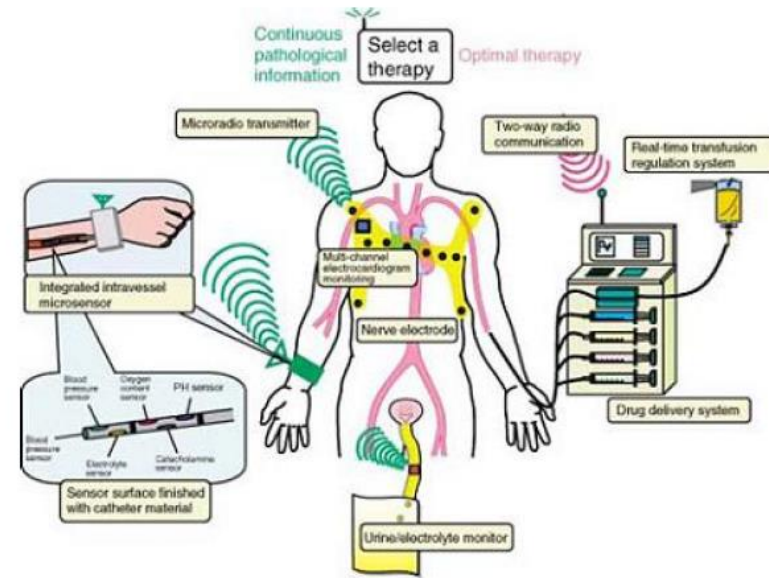
jednorozměrné
vektor
dvojměrný
trojměrný

bezčasové

střední tlak krve
teplota+tlak+BMI
RTG
CT, MRI

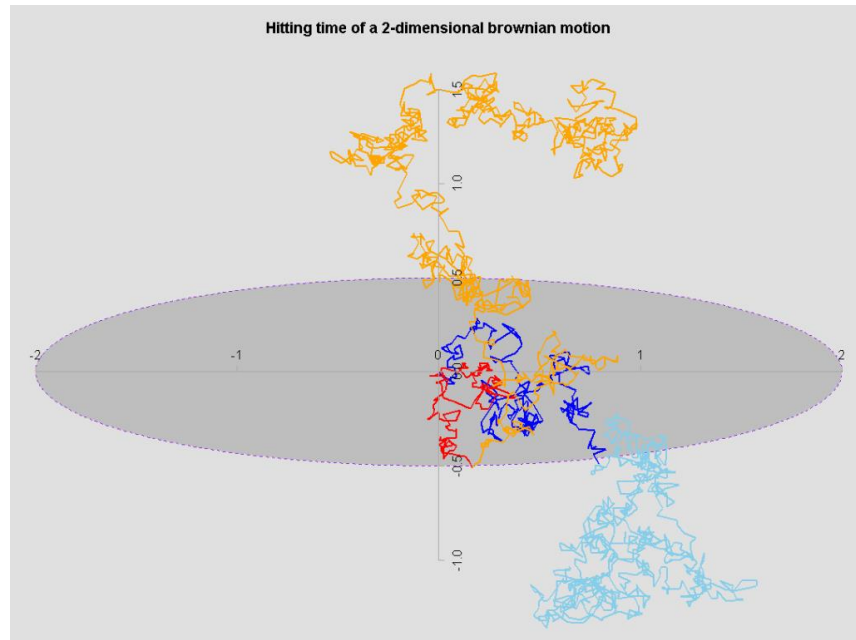
časové

teplotka, oxymetrie
EKG, EEG
sono, scinti
4D sono



Biosignál – stochastický signál

Reálná situace: náhody se nezbavíme – šum, případné onemocnění
Matematicky jde o náhodný proces
Jde popsat jen pravděpodobnostmi (např. Brownův pohyb)



Biosignály

PASIVNÍ

Organismus není zdrojem energie

Organismus modifikuje vnější energii

Např. rtg, ultrazvuk, bioimpedance

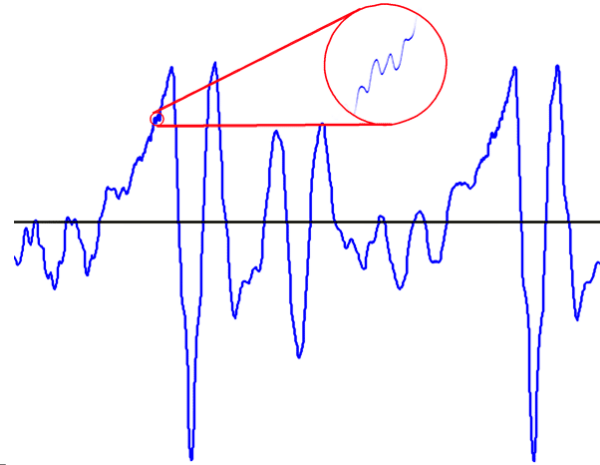
AKTIVNÍ

organismus je zdrojem energie

tuto energii registrujeme a zesilujeme

např. ekg, spirometrie, ergometrie

Digitalizace



Analogový signál / SPOJITÝ SIGNAL – lze si představit jako plynulý (např. průběh řeči na osciloskopu)

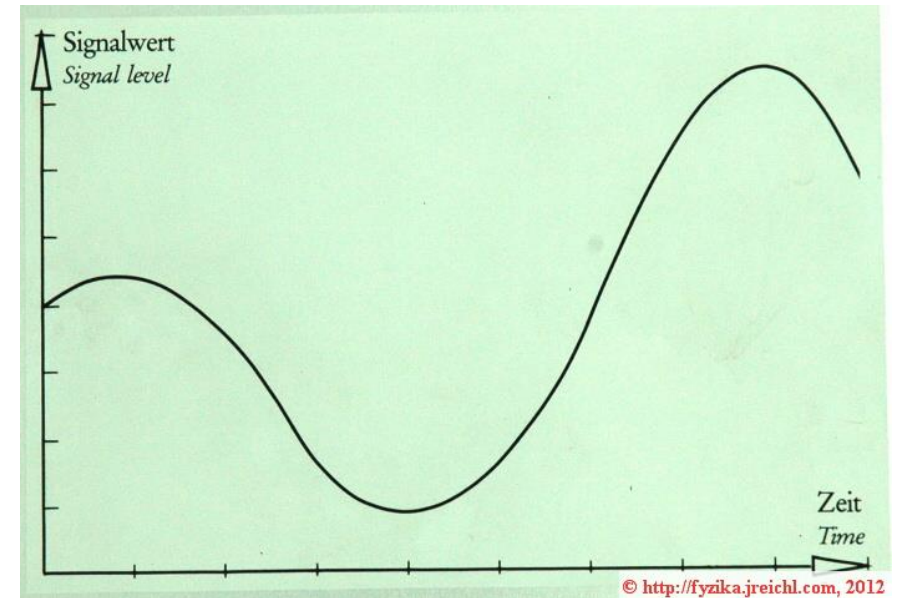
Pro digitalizaci signálu je nutné spojité signál rozdělit na definované úseky (diskrétní hodnoty, přidělit konečnou množinu prvků) →

získáváme diskrétní signál

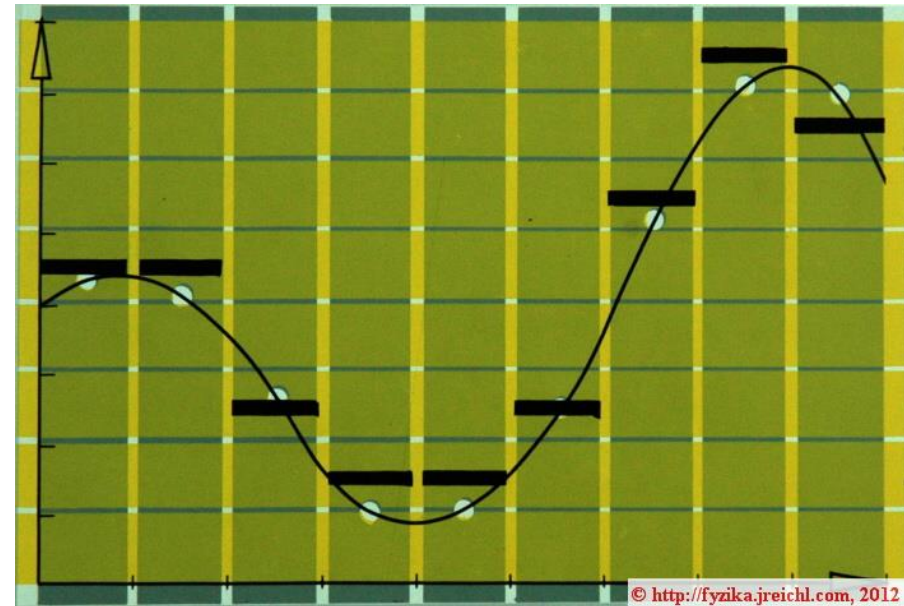
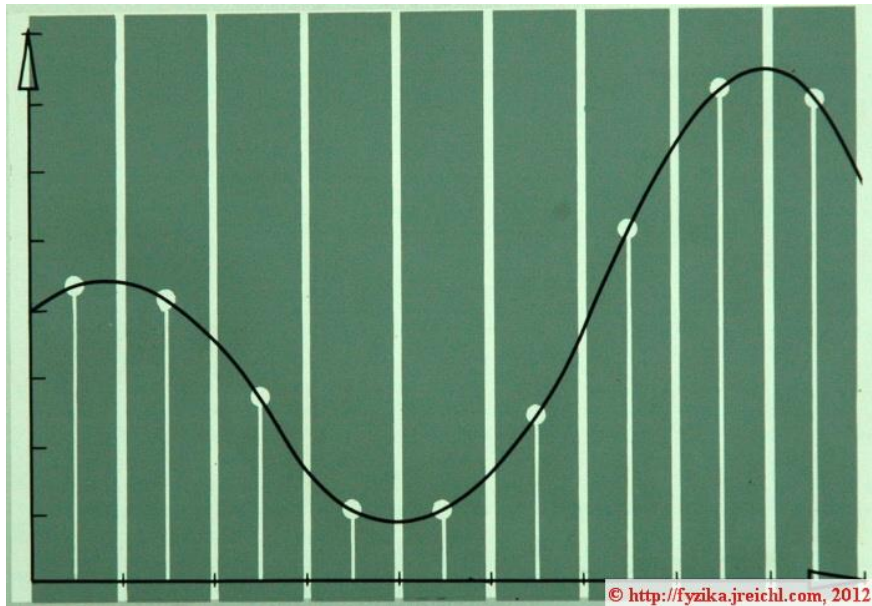
Digitalizace

Diskrétní signál - okamžitá hodnota se nemění spojitě s časem.

Vzorkovaný signál - hodnota se mění pouze v izolovaných okamžicích. Proces diskretizace v časové oblasti. Není spojitý v čase a vzniká vzorkováním analogového signálu – počet vzorků za sekundu udává vzorkovací kmitočet. Tzn. z biosignálu je třeba vybrat jen vzorky.



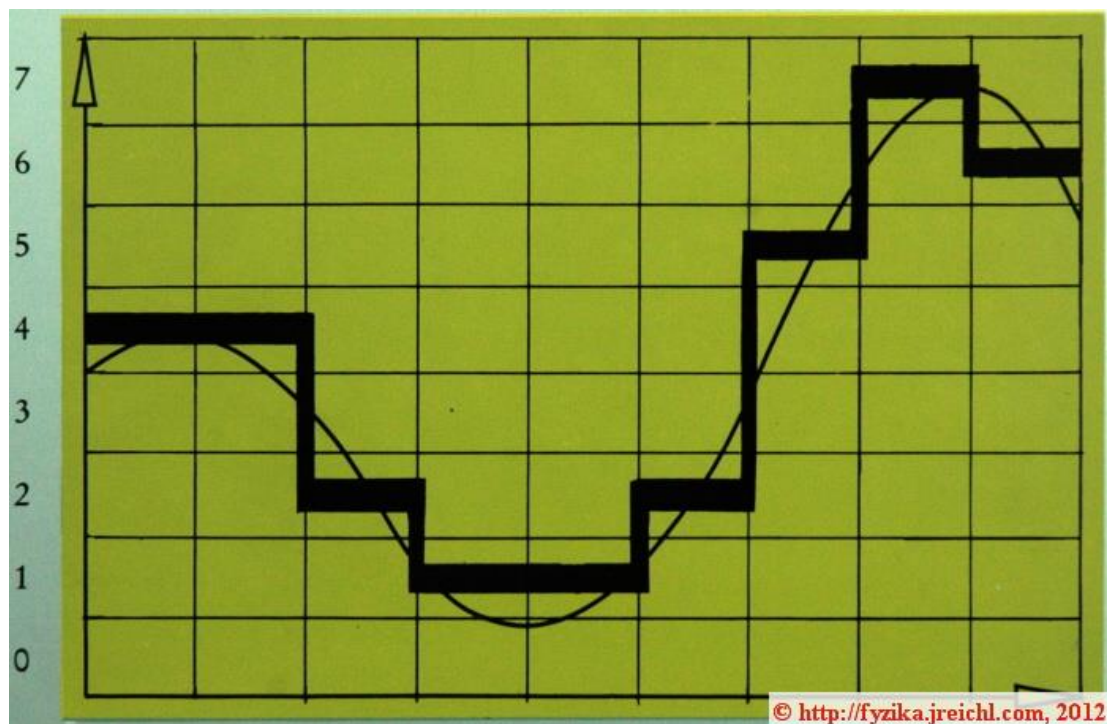
Kvantovaný signál - v libovolném okamžiku nabývá pouze konečného počtu hodnot a ke změně hodnoty signálu může dojít v libovolném čase. Proces diskretizace oboru hodnot signálu. Pro převod A/D převodník.



V praxi se obvykle obě metody kombinují.

digitální signál - je vzorkovaný a následně kvantovaný. Tvořen vzorky, které mohou nabývat pouze omezeného počtu hodnot- posloupnost celých čísel. Při převodu A na D signál → ztráta informace

Řešení → Zvyšováním vzorkovacího kmitočtu a počtu úrovní kvantizace.

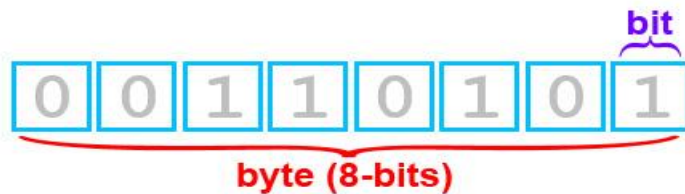


7:	1	1	1
6:	1	1	0
5:	1	0	1
4:	1	0	0
3:	0	1	1
2:	0	1	0
1:	0	0	1
0:	0	0	0

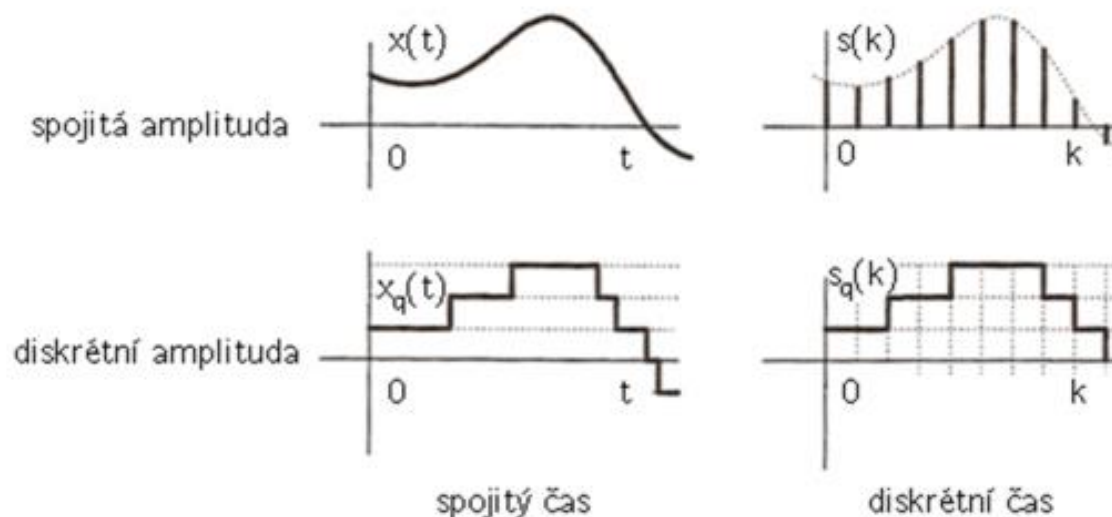
© <http://fyzika.jreichl.com>, 2012

bit a byte

- **Bit** - binary digit (bit = drobek) je základní a nejmenší jednotkou informace, základní jednotka kapacity paměti (v čase 56 kbit/s)
- 1 bit = informace získaná odpovědí na jednu otázku typu ano/ne. Tyto odpovědi můžeme označit binárními číslicemi 0 a 1.
- Skupina 8 bitů se nazývá **Byte** („bajt“) - tzn. osmiciferné binární číslo. Jeden bajt je obvykle nejmenší objem dat, se kterým dokáže počítač (resp. procesor) přímo pracovat



- ▶ Spojitý vs. diskrétní signál:
 - spojitost v čase vs. spojitost v amplitudě

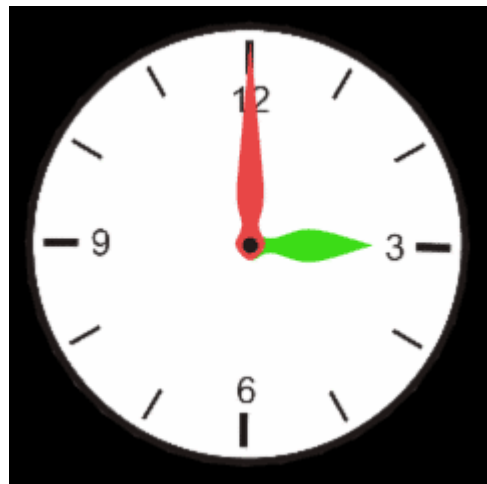


- ▶ Signál spojitý v čase i amplitudě: $x(t)$... spojitý signál
- ▶ Signál spojitý v čase a diskrétní v amplitudě: $x_q(t)$... kvantovaný signál
- ▶ Signál diskrétní v čase a spojitý v amplitudě: $s(k)$... vzorkovaný signál
- ▶ Signál diskrétní v čase i amplitudě: $s_q(k)$... diskrétní signál

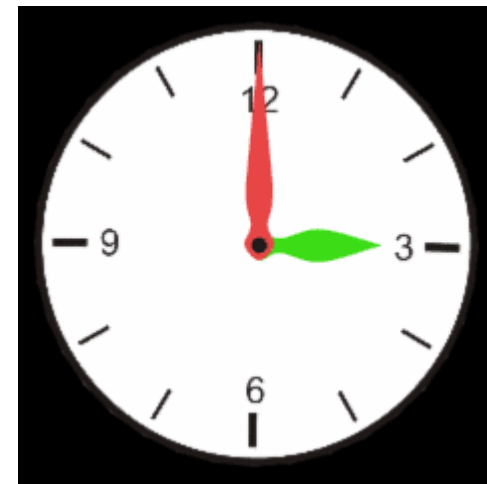
POŽADAVKY

Shanon-Kotelnikovův teorém - Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného, signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byla vzorkovací frekvence vyšší než dvojnásobek nejvyšší harmonické složky vzorkovaného signálu. (př. CD 44,1 kHz X lidské ucho 20 kHz).

Aliasing – při vzorkování dochází k překrývání frekvenčních spekter



Nyquistova
limita
 $f_{vz} \geq 2f_{max}$



MOARÉ – PROBLÉM PŘI DIGITÁLNÍ FOTOGRAFII



Digitální obraz

digitální obraz chápeme jako obrazovou informaci, která je převedená do číslíkové podoby

výhody digitálního obrazu:

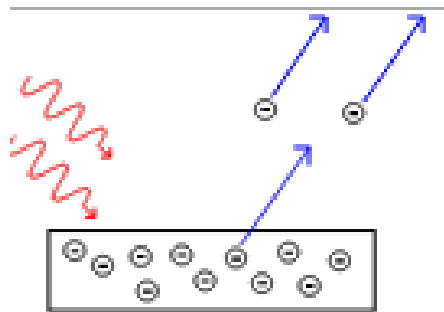
úprava obrazových dat bez vlivu na data originální
oproti úpravám analogových obrazů umožňuje
digitální obraz nepoměrně vyšší možnosti
pro úpravy slouží v dnešní době celá řada
softwarů

rozlišujeme dva typy obrazů:

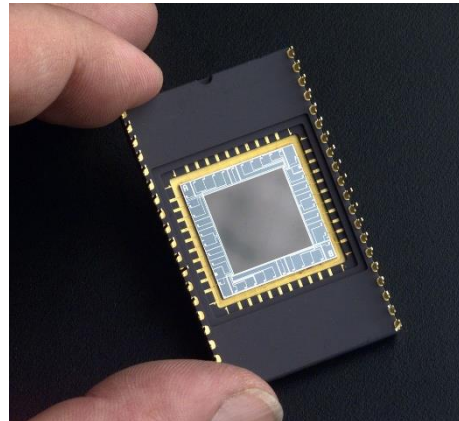
vektorový
rastrový

Digitalizace obrazu CCD

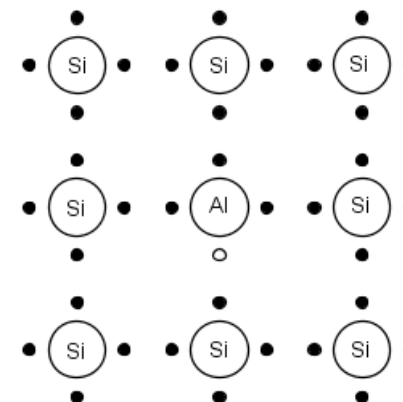
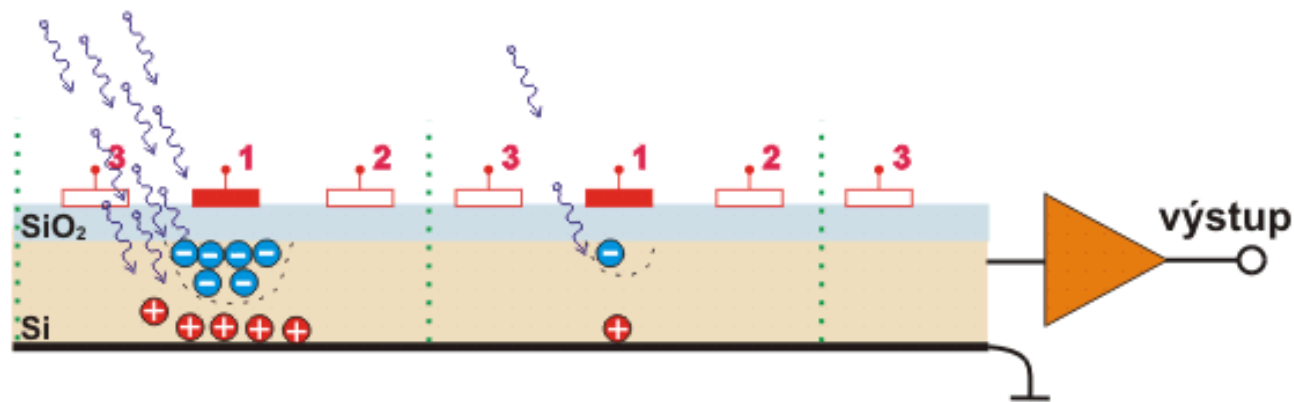
Charge-coupled device, Willard Boyle a George E. Smith v roce 1969, 2009 NC
Fotoelektrický jev – „fotoefekt“, elektrony jsou uvolňovány z látky v důsledku absorpce elektromagnetického záření látkou. Foton při nárazu do atomu, excituje elektron

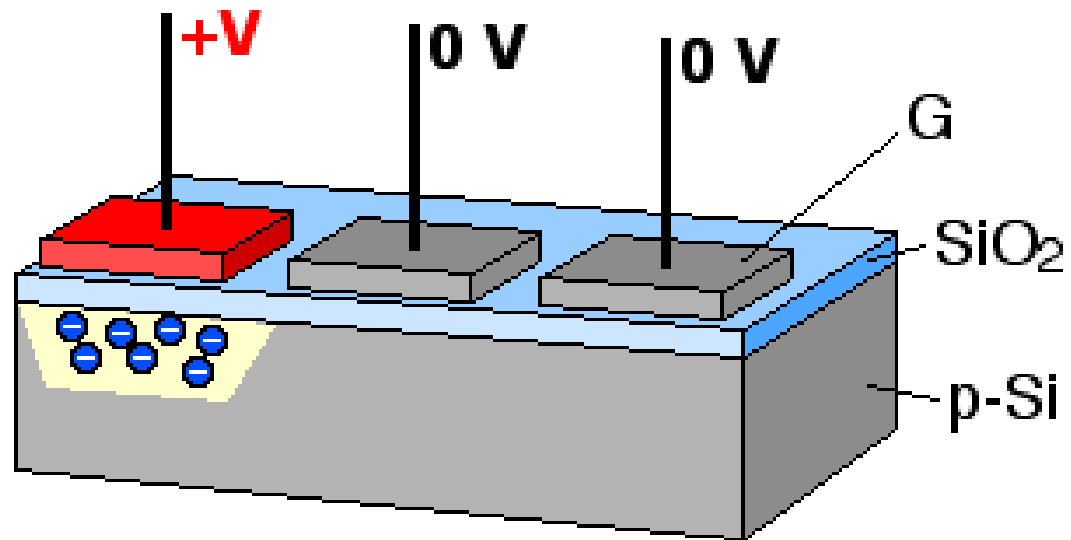


http://www.kenrockwell.com/canon/6d/D3S_9073-0600.jpg



Polovodiče – volné elektrony vedou proud
CCD - elektroda je od polovodiče izolována vrstvou
oxidu křemičitého – izolant. Elektrony nemohou být
odvedeny.

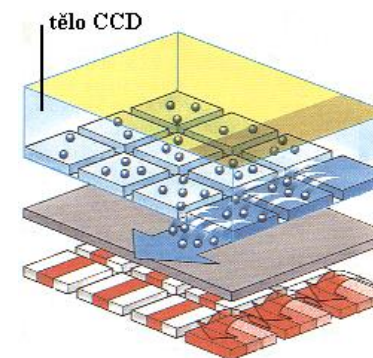
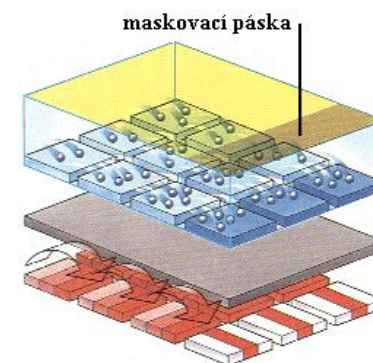
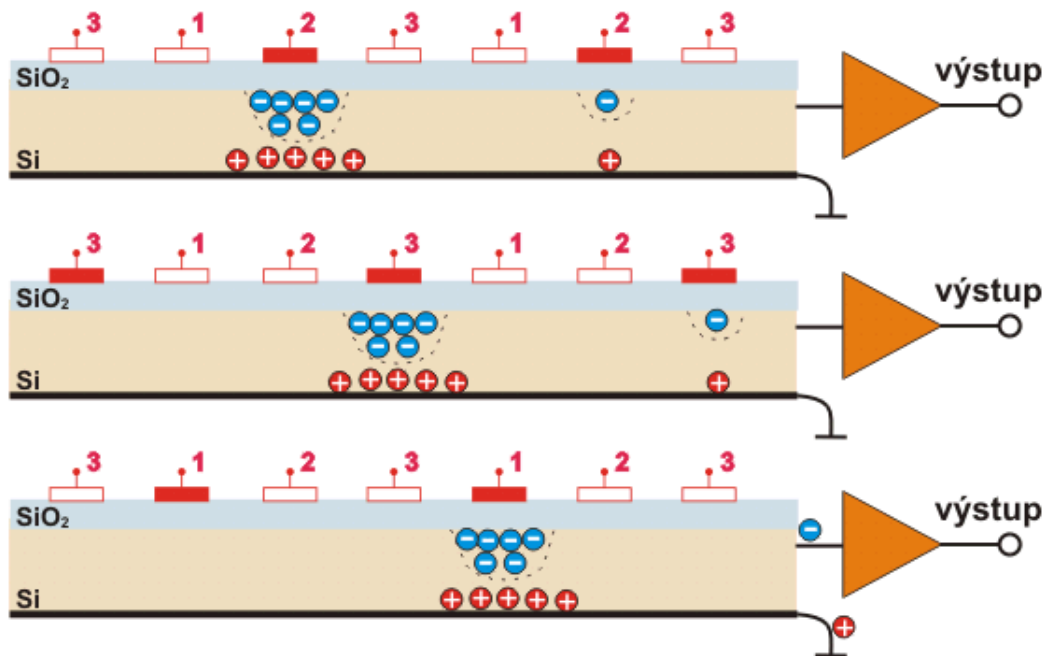




Výstup:



Snímání obrazu [editovat | editovat zdroj]



Pořízení obrazu – základy fotografie

Je-li světla příliš mnoho:

Snímek bude světlý, bude obsahovat „vypálená místa“ (bílé plochy bez barvy – okna focená z místnosti)

Je-li světla příliš málo:

Snímek bude tmavý, nezřetelný, bude obsahovat černé plochy

**Správné dávkování světla
zajišťuje kombinace clony a času**

CLONA OBJEKTIVU

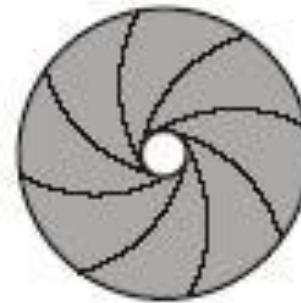
Clona udává poměr zachyceného světla k propuštěnému světlu ke snímáči

Také udává (převráceně) velikost otvoru, kterým objektiv propouští světlo na snímáč

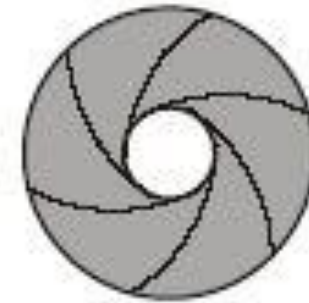
Označuje se písmenkem f

Např.: f8 (přesněji 1:8) znamená, že ke snímáči projde 1/8 světla, které zachytí objektiv, f2 objektiv propustí polovinu světla

Žádný objektiv není schopen propustit 100% světla, profesionální fotoaparát f1,2, běžné levné f8



Clona f16



Clona f8



Clona f4



Clona f2.8

Čas expozice

Tato doba musí být tak dlouhá, aby na snímač dopadlo „přiměřené“ množství světla

Běžný čas je 1/100 vteřiny

Většina lidí udrží v ruce bez rozmazání čas 1/60 vteřiny, profesionál 1/30 vt.

Pod 1/10 vt. Již nikdo nerozmazaný obrázek neudrží – **stativ** – sportovní záběry, zvířata v pohybu potřebují 1/250 vt.

Nastavení: znamená správné určení clony a správného času (většinou umí nastavit automatika zařízení)



Hloubka ostrosti

- Čím větší clona, tím je větší hloubka ostrosti
- **Malá hloubka ostrosti** – popředí ostré, vzdálenější předměty jsou rozmazané
- **Velká hloubka ostrosti** – popředí i pozadí je ostré, celý snímek je rovnoměrně ostrý



Základní úprava obrazu

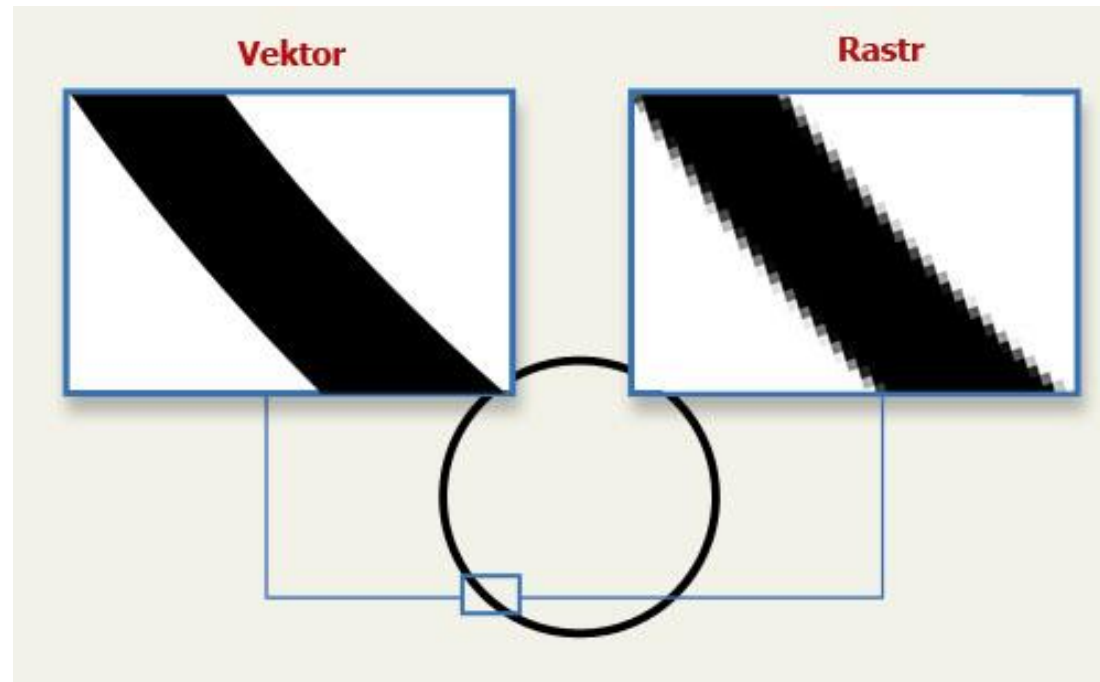
Doplňkové úpravy (většinou nejsou nutné pro hodnocení)

Digitální zpracování obrazu za účelem zlepšení jeho kvality

Vyhřazení (redukce šumu), detekce rozhraní – možnost nastavení vhodných parametrů pro optimální zobrazení
EXIF data

Vektorový a rastrový obraz

- Vektorový obraz je tvořen pomocí geometrických objektů (tj. body, přímky, křivky, polygony)
- Rastrový obraz je popsán pomocí jednotlivých bodů – pixelů (pixel – je elementární část obrazu z angl. picture element)



Datové formáty obrazu

Obrázek je pospán pomocí jednotlivých barevných bodů (pixelů) uspořádaných do (pravoúhlé) mřížky

Každý bod má definovanou přesnou polohu a hodnotu (např. barvu)

Kvalitu záznamu určuje zejména rozlišení (plošná hustota obrazových bodů) a barevná hloubka (počet hodnot, kterých může každý obrazový bod nabývat).

S rastrovou grafikou pracují monitory, skenery, tiskárny, fotoaparáty atd.

Obrazový formát

Typy obrazových formátů

Který použít? BMP, GIF, JPEG, PNG a TIFF, RAW

Výběr formátu zvolit dle zamýšleného použití obrázku (pro web, pro tisk, fotografie)

BMP

BMP (Bitmap) je výchozím grafickým formátem ve Windows. BMP může znázornit jednobarevnou kresbu, šedou škálu nebo True Color. Formát BMP by neměl být používán pro webové stránky a pro archivaci obrázků by měl být použit pouze plnobarevný mód. Soubory BMP jsou obvykle velmi velké. Pro archivaci obrázků se dává přednost formátu TIFF. Obrázky jsou ukládány po jednotlivých pixelech.

Počet bitů pro každý pixel udává množství barevných odstínů:

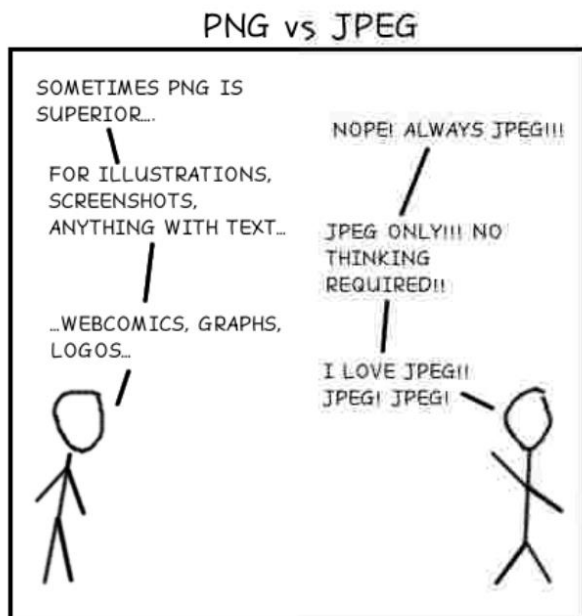
1 bit= 2 barvy

8 bitů= 256 barev

24 bitů= 16,7 milionů barev atd.

Jpeg

JPEG (Joint Photographic Experts Group) je grafický formát, který zkomprimuje až 16 miliónů barev (True Color) v obrázku na relativně malý soubor. Ačkoli JPEG může dosáhnout mnohem větší komprese než jiné metody, obrázky mohou utrpět znatelnou ztrátu kvality. JPEG je na internetu preferovaný formát pro barevné fotografie



Formát ztrátové komprese datové informace, kterou lidské oko nevnímá, nebo vnímá jen velmi slabě. Volitelná míra komprese určuje výslednou velikost datového souboru
Vhodný pro fotografii, nevhodný pro ukládání grafických prvků
Výhodou je velká rozšířenost formátu. Práci s tímto formátem umožňuje velká řada editorů a aplikací

gif

GIF (Graphics Interchange Format) je běžným grafickým formátem pro kresby na internetu, který mají plnobarevné velké plochy nebo transparentní pozadí nebo které jsou animovány. GIF obsahuje informace komprimované do relativně malého formátu souboru. To proto, že obrázky GIF jsou omezeny na 256 barev (8 bitů). Černobílé fotografie a fotografie, které mají paletu méně než 256 barev, mohou však být ve formátu GIF uloženy bez problémů. (JPEG má v současné době přednost před GIF jako formát pro obrázky s více než 256 barvami.) Formát vhodný pro internetovou grafiku (loga, tlačítka, nápisy,...) Nevhodný pro fotografii

TIFF

TIFF (Tagged Image File Format) je formát pro ukládání rastrové grafiky, který obsahuje vysokou úroveň informací o každém bitu nebo pixelu. Obrázky TIFF mohou mít několik variant: jednobarevné, 8-bitové nebo 24-bitové. Formát TIFF navíc podporuje průhlednost. Tento formát byl vyvinut pro publikační aplikace pro Macintosh a PC/Windows, jako jsou Adobe PageMaker a QuarkExpress. Vaše obrázky uložte jako TIFF, pokud je zamýšlíte publikovat v tištěné formě. TIFF je také upřednostňován jako formát pro archivační účely; vytváří však velmi velké soubory. Formát TIFF podporuje několik kompresních metod, včetně JPEG, ale při archivování se vyhněte ztrátové kompresní metodě JPEG.

PNG

PNG (Portable Network Graphic) dobrá volba pro archivování obrázků, protože využívá bezztrátovou kompresní metodu a podporuje až 48-bitovou True Color. Ve 24-bitových obrázcích True Color podporuje PNG průhlednost a uvažuje se o něm, jako o případné náhradě patentovaného formátu GIF, který je vlastněn společností CompuServe. Důležitou výhodou formátu PNG je, že obrázky obsahují informaci o gamma korekci, která pomáhá obrázkům udržet stejný jas na různých monitorech a tiskárnách. Pokud vaše obrázky vypadají dobře na obrazovce, ale jsou vytištěny příliš tmavě, zkuste použít formát PNG.

Formát PNG získává na webu rychle popularitu a je kompatibilní s většinou současných verzí webových prohlížečů. Protože soubory PNG jsou bezztrátové, nedochází při kompresi obrázku ke zhoršení kvality. Formát PNG vytváří větší soubory než jeho protějšky JPEG nebo GIF. Velikost obrazu – rozlišení. Vhodný pro fotografii a pro archivaci

Vektorová grafika

Obrázek je složen z vektorů – základních geometrických útvarů (body, křivky, přímky, mnohoúhelníky)

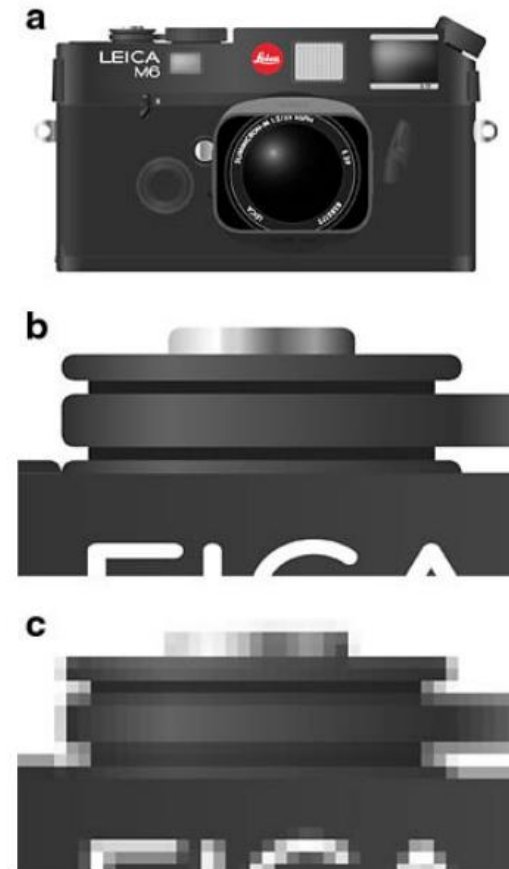
Uzavřené křivky mohou mít různou barevnou výplň
Slouží k tvorbě ilustrací, diagramů a počítačových animací

Zpracování: CorelDraw, Inkspace, Zoner Callisto,

Výhody: při zvětšování a zmenšování obrázku nedochází ke ztrátě kvality; s každým objektem možno pracovat odděleně, paměťová náročnost je menší než u rastrové grafiky

Nevýhody: složitější pořízení obrázku

Formáty: EPS, PDF, CDR, SVG, ZMF



pdf



Vyvinut společností Adobe

Slouží pro ukládání nezávisle na hardwaru a softwaru, kde byl pořízen. Vždy stejné!

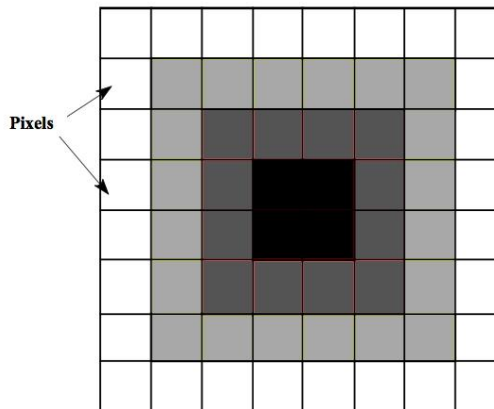
Může obsahovat text i grafiku

Pro vytváření je třeba mít vhodný software

Základní charakteristika obrazu

Jas pixelu poskytuje informaci o svítivosti plošky reálného obrazu. Černá barva (nulová svítivost) je obvykle prezentována v paměti číslem 0, úplně bílá pak nejvyšším použitelným číslem.

Nejvyšší použitelná hodnota jasu určuje schopnost dane reprezentace obrazu rozlišit různé úrovně jasu = **hloubka obrazu** (počet bitů char. Jas jednoho pixelu)



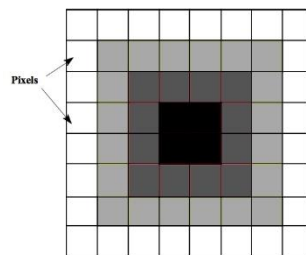
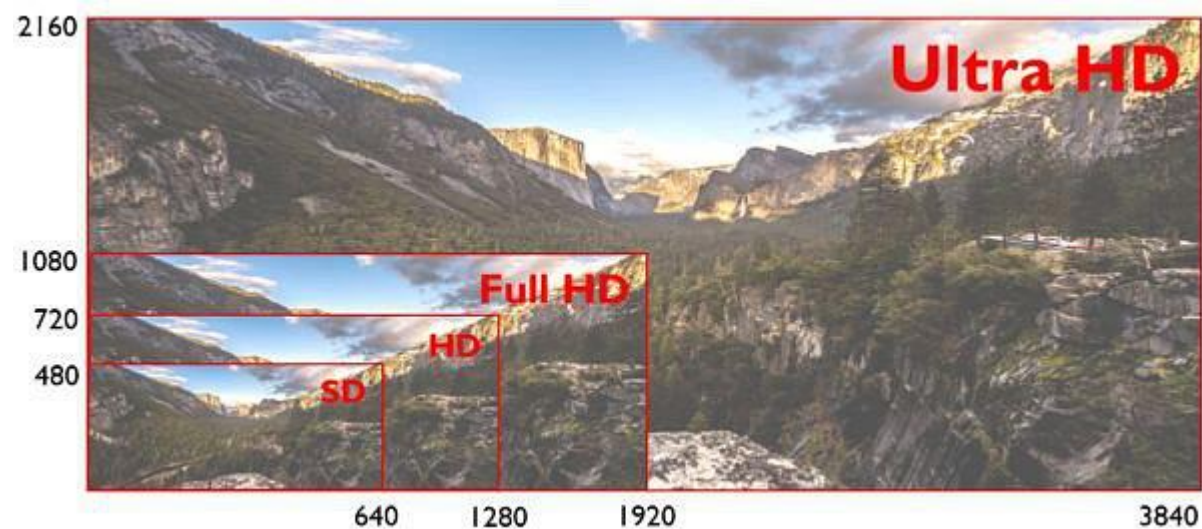
bitová hloubka	maximální jas	komentář
1	2 (2^1)	jen černá a bílá
2	4 (2^2)	
4	16 (2^4)	
8	256 (2^8)	běžně používané
24	16 777 216 (2^{24})	tzv. True Color

rozlišení

Obraz určuje matice, jejíž prvky jsou hodnoty jasu jednotlivých pixelů.

Rozlišení je šířka a výška obrazu vyjádřená v počtu pixelů (640x480)

Rozlišení není fyzický rozměr! Vlastní informaci o fyzickém rozměru nese údaj o velikosti jednoho pixelu (**DPI – dots per inch**), odpovídá šířce jednoho palce (2.54cm)



Standard	Rozlišení	DAR	Počet pixelů
Ultra-high-definition television (4k)	3840 × 2160	1,78:1 (16:9)	8 294 400
Full Aperture 4K	4096 × 3112	1,32:1	12 746 752
Academy 4K	3656 × 2664	1,37:1	9 739 584
Digital cinema 4K	4096 × 1714	2,39:1	7 020 544
Digital cinema 4K	3996 × 2160	1,85:1	8 631 360

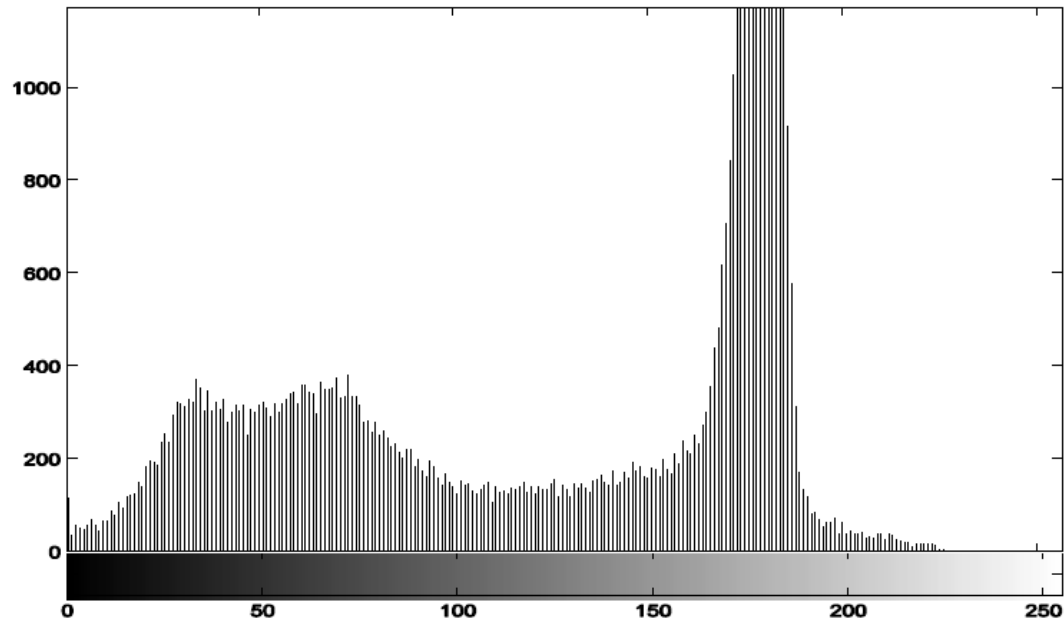
Kontrast a dynamický rozsah

Kontrast obrazu je spojen s fyziologií vidění. Definuje rozdíl nebo podíl mezi nejsvětlejším a nejtmavším oblastí v obrazu, Podíl nejvyššího a nejnižšího jasu, jaké je schopen daný formát rozlišit (nejvyšší dosažitelný kontrast obrazu) je **dynamický rozsah**



Histogram obrazu

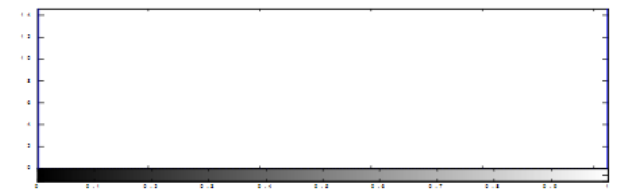
- Histogram je grafické zobrazení velikosti plochy (četnosti) jednotlivých stupňů jasu od bílé (R,G,B=255) po černou (R,G,B=0).
- Na vodorovné ose je 256 bodů (0-255), které odpovídají počtu odstínů od černé vlevo po bílou vpravo.
- Na svislé ose je znázorněn počet pixelů příslušného jasu v obrázku. Výška sloupců v histogramu znázorňuje, jakou plochu v obrázku jednotlivé odstíny zabírají.



Dva rozdílné obrázky:

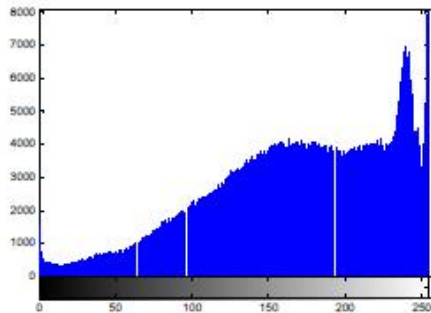


Se stejným histogramem (bimodálním v tomto případě):

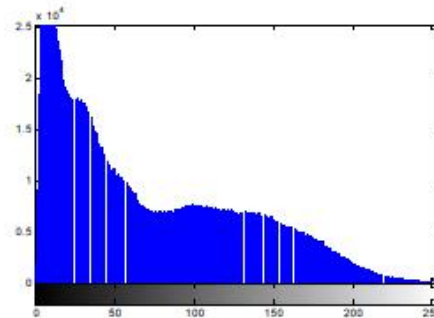


Použití histogramu

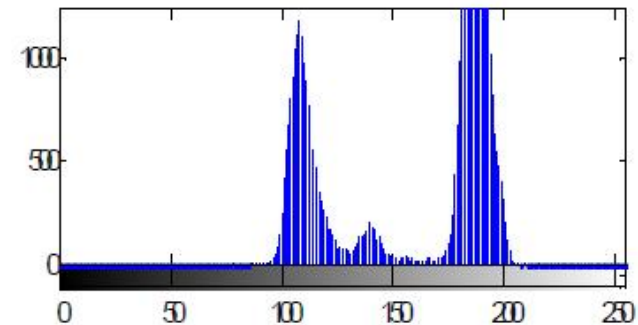
Histogram poskytuje základní informaci o úrovni jasu v obrázku



Příliš světlý
(přeexponovaný)
– pravá část



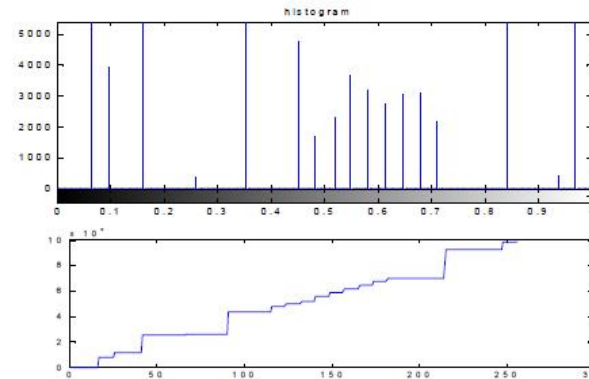
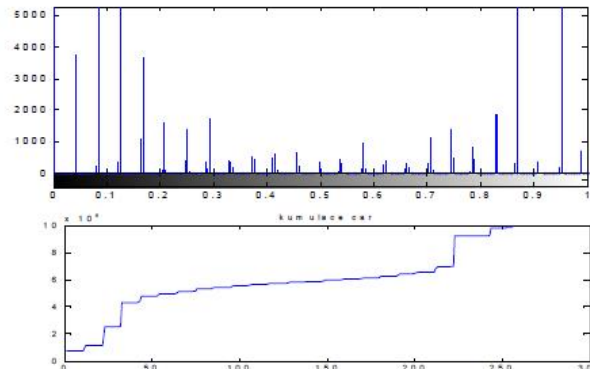
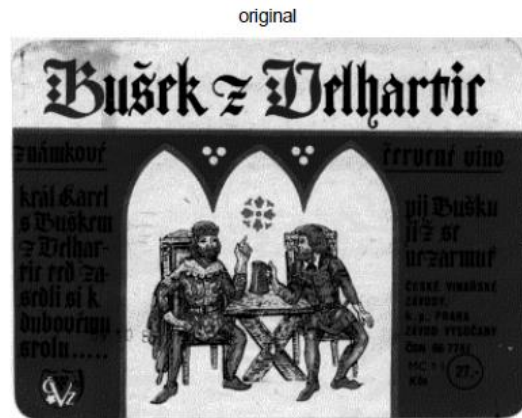
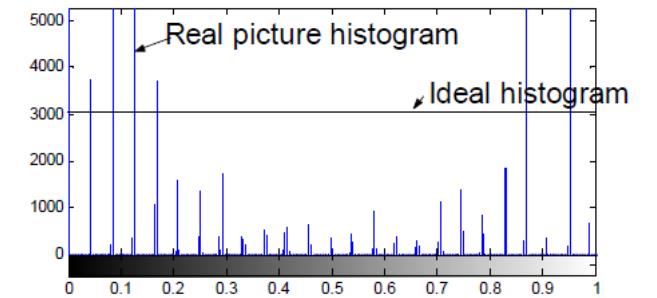
Příliš tmavý
(podexponovaný)
– levá část



Nízká úroveň
kontrastu – pouze
střední část

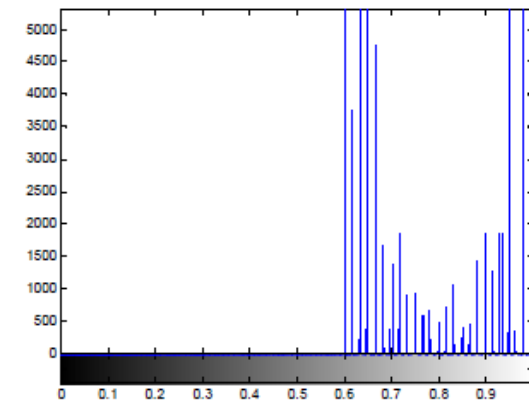
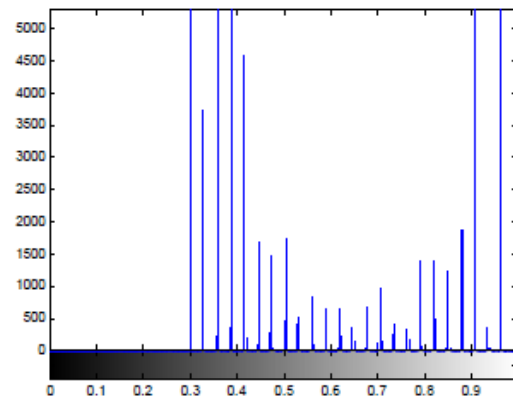
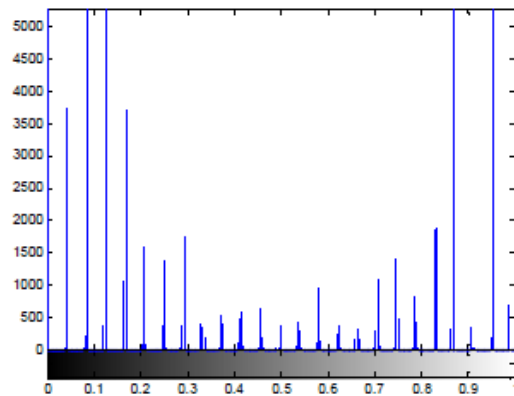
Uprava histogramu (ekvalizace)

Tak, aby byl co nejvíce plochý

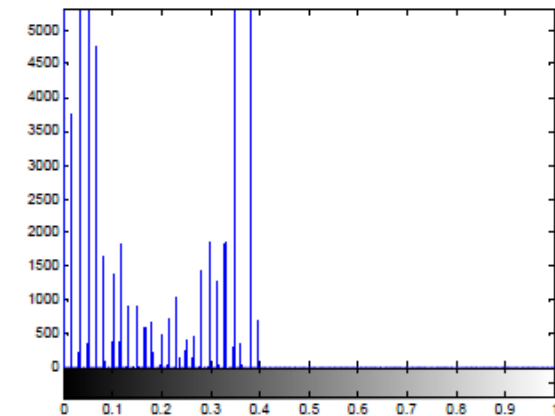
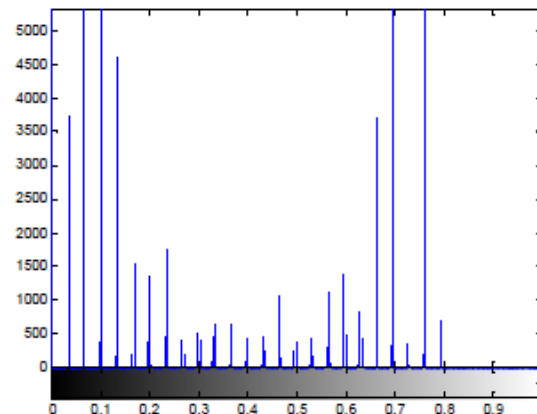
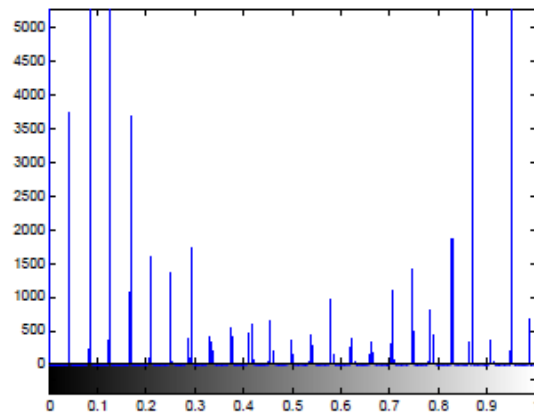


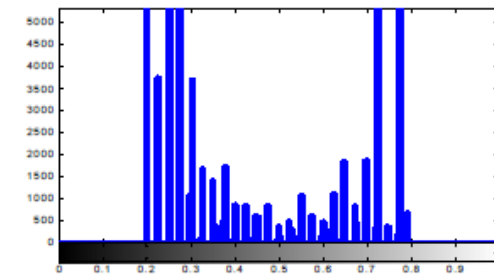
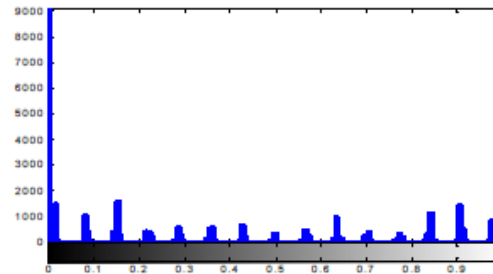
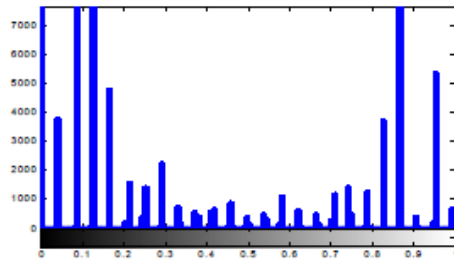
Posun histogramu

Zvyšování jasové úrovně obrázku posouvá



POSUN HISTOGRAMU





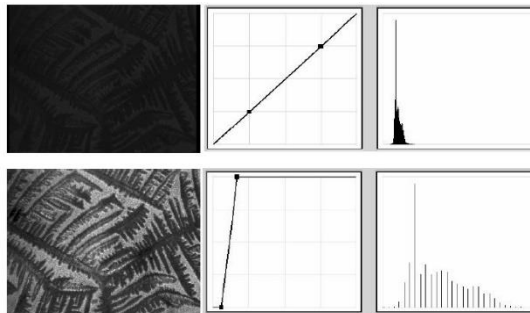
Pozor na ztrátu obrazové informace ve velmi jasných a tmavých úrovních barev při operacích s histogramem

Zvýraznění obrazu

- Obraz se vylepšuje pro další interpretaci (upraví se jeho vzhled a zvýší se vizuální odlišení mezi jednotlivými prvky obrazu, čímž se zvětší množství informace, které lze vizuálně interpretovat).
- Úpravy je vhodné provádět pouze na monitoru a nezasahovat do zdrojových dat.
- Základní skupiny digitálního zvýraznění obrazového záznamu:
 - Bodové (radiometrické) zvýraznění
 - Prostorové zvýraznění (filtrace)
 - Spektrální zvýraznění

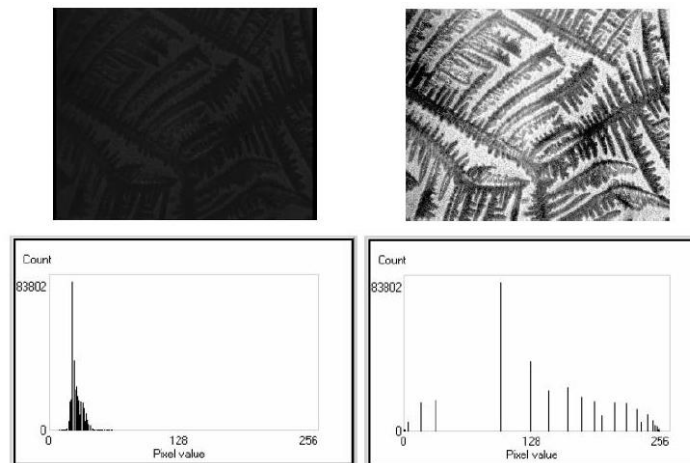
Zvýraznění kontrastu

- úprava histogramu:
- Lineárním roztahením v celém využitém rozsahu, nebo v některé jeho části

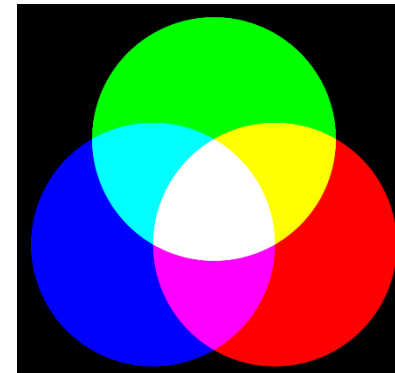


- Vyrovnání histogramu – čtenějším hodnotám se přisoudí větší prostor

- Zvýraznění části histogramu



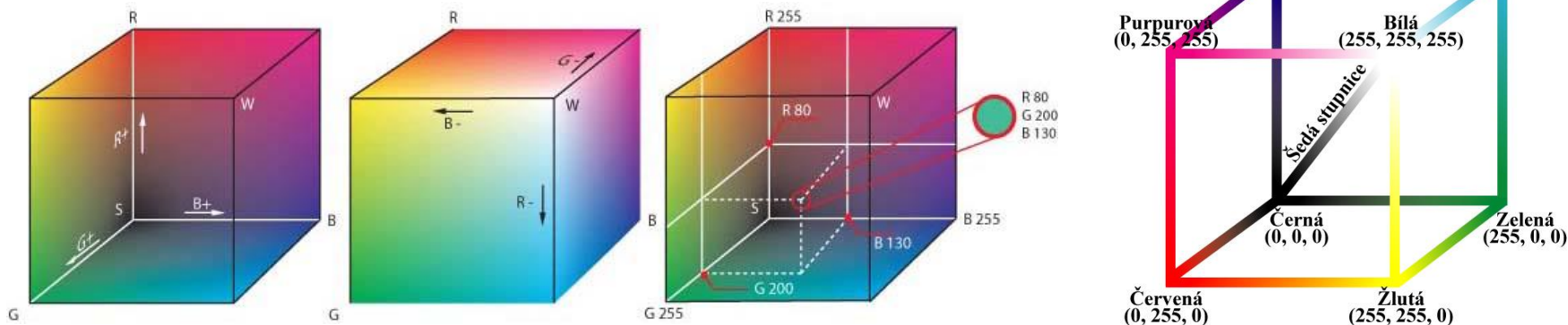
Barevný model



Informace o barvě pixelu je prezentována jako bod barevného prostoru (obvykle trojrozměrný až čtyřrozměrný)





Barevné vlastnosti prezentuje trojice nebo čtveřice čísel


























RGB model – barvu pixelu prezentuje odpovídající jas červené, zelené a modré barvy (RGB), výsledná barva je dána adicí všech tří barev



Barevná hloubka	Počet bitů komponenty			
počet bitů	R	G	B	A
8bit ¹	3	3	2	-
16bit ²	5	6	5	-
18bit ³	6	6	6	-
24bit	8	8	8	-
32bit	8	8	8	8

0	0	1	2	3
0	1	2	3	2
1	2	3	2	1
2	3	2	1	0
3	2	1	0	0

0 =	
1 =	
2 =	
3 =	

Barevný model

CMYK model – výsledná barva je dána rozdílem složky azurové, fialové a žluté (CMY). Používá se při tisku a pro úsporu barvy ještě informace o černé složce (K)

