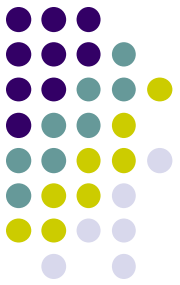


Scanner

- Slouží ke snímání **statických obrazů** – papír, diapozitiv
- Scanner obsahuje zdroj světla, který osvětluje snímanou předlohu
- Scanner obvykle nepoužívá Bayerovu masku, ale tři řady pixelů s filtry tří základních barev a jas a barvu jednotlivých výsledných pixelů vypočítává složitou interpolací
- **Základní parametry**
 - **Rozměr** snímané předlohy (dnes obvykle A4)
 - **Rozlišení** (běžně až 4800 DPI) DPI = dots per inch
 - **Barevná hloubka** (běžně 48 bitů, tj. 16 bitů na jeden barevný kanál)
 - **Denzita** – vyjadřuje schopnost snímat černou plochu s jemnou tmavou kresbou a zároveň zachycovat rozdílné intenzity jasu ve světlých plochách – v podstatě jde o dynamický rozsah
 - Možnost snímat **průhledné předlohy**, fólie, diapozitivy (dianástavec), film + odstranění prachu a škrábanců
 - **Softwarová výbava** – běžně OCR *Optical Character Recognition* (software pro rozpoznání znaků a převod snímku do textového formátu)

Scanner



- Ruční scanner
- První jednoduché ruční scannery se musely **posouvat plynule rukou** přes snímanou předlohu – měly nízké rozlišení a obraz trpěl různými typy deformací kvůli nerovnoměrné rychlosti posuvu, chvění ruky, různým úhlům scanneru v průběhu snímání



Scanner



- **Stolní scanner**
- Používá se **lineární snímač**, který se posunuje konstantní rychlostí podél pevně uchycené snímané předlohy
- Rozlišení v jednom směru je dáno rozlišením (hustotou pixelů) lineárního snímače
- Rozlišení v druhém směru je dáno přesností krokového motoru, který posunuje snímač

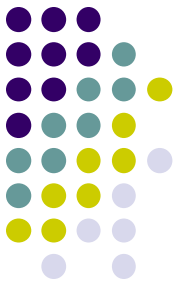


Scanner

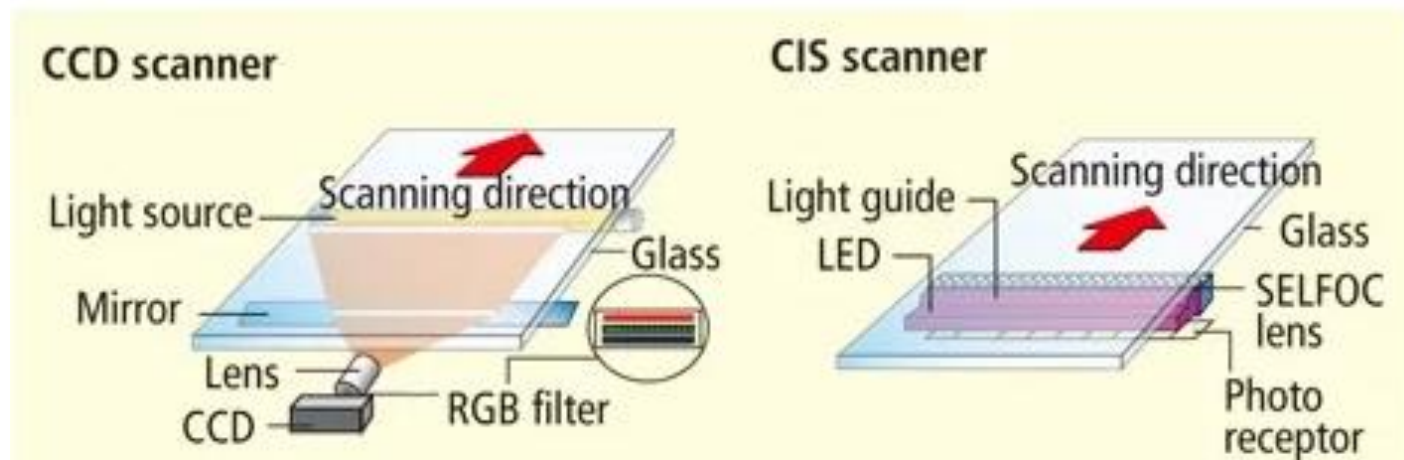


- **Stolní scanner**
- Předloha je osvětlena bílou zářivkou nebo řadou LED umístěnou na snímací hlavě, doplněnou o optický systém, který zajišťuje stejnoměrné osvětlení celé šířky dokumentu
- Hlava se pohybuje pod skleněnou deskou, na které je předloha (papír)
- Pomocí soustavy zrcadel je obraz odrážen do lineárního snímače s třemi řadami pixelů (každá pro jednu základní barvu)
- Snímá se vždy celá šířka strany najednou (pixely na stejném řádku) – tento řádek je nejprve sejmut řadou pixelů citlivých na červenou barvu, pak snímač posune o krok níž a pixely citlivé na červenou barvu snímají druhý řádek, zatímco první řádek, který již byl v červeném spektru nasnímán, je teď skenován řadou pixelů citlivou na zelenou barvu.
- V dalším kroku se snímací hlava posune opět o krok níž, první řádek zbývá nasnímat v modrém spektru, druhý je už naskenován v červeném a teď se naskenuje v zeleném spektru a třetí řádek se skenuje v červeném spektru
- Jiná dražší konstrukce snímací hlavy snímá řádek naráz ve všech třech základních barvách - rozklad světla odraženého od předlohy se provádí přes optický hranol, výsledné tři paprsky se vedou k třem samostatným lineárním CCD snímačům

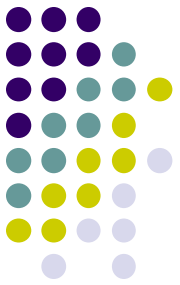
Scanner



- Dalším možným způsobem je použití hlavy typu CIS
- CIS (Contact Image Sensor) osvětluje snímanou stránku řadou LED
- Na snímací hlavě jsou buď tři řady LED, každá řada svítí jednou ze základních barev) nebo jedna řada bílých LED
- LED musí být co nejblíž předloze
- Vedle řady LED je řada pixelů snímače, který zachycuje odražené světlo
- Nefunguje moc dobře pokud je předloha plastická (v různých místech různě vzdálená od snímače) nebo průhledná
- Senzor je levný, menší, **neobsahuje složitou optiku a zrcadla**
- Scannery se senzorem typu CIS ale obvykle nejsou příliš kvalitní



ICE



- Image Correction and Enhancement
- iSRD - infrared Smart Removal of Defects (jiný název pro totéž)
- Technologie pro získání lepšího obrazu z **filmových předloh**
- Při skenování **průhledných předloh** se využívá kromě běžných tří barevných kanálů ještě infračervené prosvětlení (CCD snímač je citlivý na IR světlo), které umožní odhalit prach a povrchové vady předloh
- Technologie je použitelná pro barevný film
- Při použití černobílého filmu nastávají problémy (chemické složení zrn filmu a prach jsou od sebe špatně rozeznatelné)

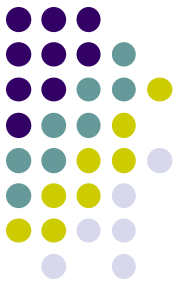
Scanner



- **Průchodové / archové scannery** - skenovaný objekt prochází přístrojem
- Papír projíždí scannerem (podobně jako tiskárnou) kolem pevného lineárního snímače
- Skenují se s ním například maturitní písemky k centrálnímu vyhodnocení
- Součástí je podavač listů papíru.
- Skenování je velmi rychlé, zvládne desítky stran za minutu – stolní skener by vyžadoval jejich postupné ruční vkládání „pod víko“ a zdoluhavé skenování každého samostatného listu
- <https://www.youtube.com/watch?v=-QAtN1HA-1Q>



Scanner



- **Ruční tužkové** – skenují jeden řádek textu postupným posuvem zleva doprava
- Běžně je v nich dnes integrovaná technologie rozpoznávání znaků, následně může být rozpoznaný text převáděn na hlasový výstup nebo překládán do jiného jazyka



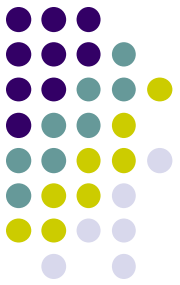
Scanner



- **Bubnové skenery** - na skenovaný objekt je nanesen speciální olej, který během skenování vyprchá a který umožní objektu přesně přilnout k bubnu.
- Buben se otáčí, od skenované předlohy se odráží světlo, které je zachycováno
- Pro sejmutí obrázku postačí jedna fotodioda, která snímá jeden bod
- Nejprve se přečte jeden „sloupec“ (tj. jedna otáčka bubnu), pak se fotodioda posune o jeden sloupec vedle, až je postupně sejmut celý povrch bubnu
- Je to jedna z nejstarších technologií a dnes nejsou běžné
- Nevýhodou je velmi vysoká cena, výhodou je velmi vysoké rozlišení a dynamický rozsah
- Skener je vhodný pro velkoformátové skenování například uměleckých děl
- Z diapozitivu dokáže naskenovat snímek tak, že půjde zvětšit na formát A2



OCR



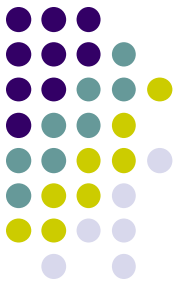
- Optické **rozpoznávání znaků** (OCR = Optical Character Recognition) úzce souvisí s používáním scannerů
- Jedná se spíš o softwarovou záležitost než o HW technologii
- metoda se v naskenovaném obrázku pokouší rozpoznat znaky, účelem je převést obrázek do formy textového dokumentu, který půjde dále upravovat jako text
- OCR pracuje nejen s možnými tvary znaků, ale používá také databázi nepoužívanějších slov jazyka.
- Pro OCR systémy se často používají různé alternativní metody programování (neuronové sítě, expertní systémy, fuzzy logika apod.).
- Strojové rozpoznávání obrazu může mít i další varianty
- ICR (Intelligent Character Recognition) - rozpoznání ručně psaného textu
- BCR (Bar Code Reading) převod čárového kódu na číslice a písmena
- OMR (Optical Mark Reading) - digitální zpracování formulářů, např. rozpoznání zaškrtnutých odpovědí v maturitním didaktickém testu

Čárový kód



- Je tvořen černobílými vytištěnými pruhy (v některých novějších verzích kódu mozaikou bodů) definované šířky, umožňující přečtení pomocí technických prostředků
- V současné době je definováno přibližně 200 různých standardů čárových kódů
- Každý čárový kód je tvořen sekvencí čar a mezer s definovanou šířkou
- Nositelem informace je nejenom tištěná čára, ale i mezera mezi jednotlivými dílčími čarami.
- Krajní skupiny čar mají specifický význam – slouží jako synchronizační pro čtecí zařízení, které podle nich generuje signál Start/Stop (rozpoznáme začátek a konec kódu a porovnáváme a bereme jejich rozestup jako jakési „měřítko“)
- Nejpoužívanější typem je kód **EAN-13** (používá se pro označování zboží v maloobchodě)
- Čárami je zakódováno 13 dekadických číslic
- Z kódu EAN-13 lze zjistit zemi původu (2-3 číslice), výrobce (4 číslice) a kód výrobku (5 číslic) a poslední číslice funguje jako zabezpečení





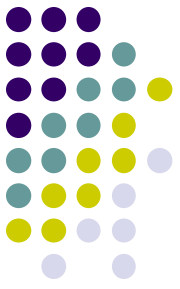
Snímač čárového kódu

- Nejjednodušší čtečky pro čárový kód obsahují **monochromatický lineární CCD snímač**
- Není nutné, aby byla linie snímání zcela kolmá k čárám kódu – poměr mezi tloušťkami čar a mezer zůstává stejný.



Signál se snímače může být rozpoznán a vyhodnocen přímo ve čtečce – ta pak může číst pouze čárové kódy, pro které je určena.

Nebo se signál posílá k dalšímu zpracování počítači, čtečka sama mu nerozumí a je univerzální



Skenery čárových kódů

- **Laserové snímače** využívají technologie čtení jedním nebo více paprsky emitovanými laserovými diodami a jsou schopné číst čárové kódy i z větších vzdáleností, přičemž snímají jedním nebo několika lineárními snímači odražený paprsek. Při snímání čárového kódu pohybuje obsluha čteným kódem před snímačem bez nutnosti orientovat čárový kód vůči snímači (pokladna v supermarketu)
- **Digitální snímač** pracuje podobně jako fotoaparát, obsahuje i optiku (objektiv), kód se vyfotí a obrázek je poté integrovaným dekodérem dekodován
- Jako skener tohoto typu lze dnes použít v podstatě jakýkoliv mobilní hw s integrovaným fotoaparátem (např. mobilní telefon, tablet)
- Lze skenovat i na dálku (fix fokus objektiv promítá na snímač ostrý obraz ze vzdálenosti 5 – 100 cm)

Příkládací CCD snímač - kontaktní čtečka čárových kódů.

- Tyto snímače mají ve snímací hlavě zabudovánu řadu senzorů, podobných jako např. ve stolních CIS skenerech. Sensory vytvářejí obraz čárového kódu, který se posléze digitalizuje na signály převáděné do počítače.
- Výhodou je velmi nízká cena (není tu drahá optika, zrcadla, laser apod.)
- Nevýhody:
 - Nutnost kontaktního snímání nebo snímání z velmi malé vzdálenosti
 - Omezení šířky snímaného kódu dané šířkou snímací hlavy

QR kód



- Zkratka vychází z anglického „Quick Response“ - rychlá odezva
- QR kód dokáže zakódovat mnohem větší množství dat, než klasický EAN čárový kód
- Využívá velké množství technik předcházejících chybám čtení
- přestává být čitelným až po odstranění či znečištění velké části kódu
- Rozpoznávání kódu nevádí otáčení kódu ani inverze barev
- Kódy jsou definovány ve 40 velikostních verzích (od 1 do 40). Kód verze v je tvořen čtvercovou mřížkou bodů rozměru $17 + 4v$
- Nejjednodušší „verze 1“ má rozměry 21 x 21 bodů
- Nejsložitější „verze 40“ má rozměry 177 x 177 bodů
- Kód se skládá z několika informačních vrstev, které slouží různým účelům a používají různé kódovací algoritmy.
- Neexistuje žádná „čtečka QR kódů“ – vždy jde v podstatě o vyfotografování kódu a jeho zpracování následně řeší k tomu určený software

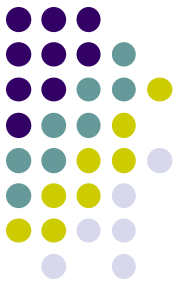


3D scanner

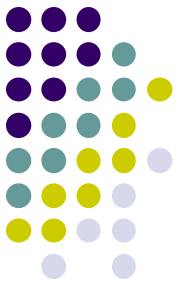


- Slouží k získání obrazových i prostorových dat 3D scény – snímá se nejen barva povrchu objektů, ale i jeho tvar
- V současnosti nejčastěji používány v průmyslu na kontrolu kvality výrobků
- Stále častěji je také používají tvůrci her pro nasnímání objektů do 3D scén
- **Kontaktní 3D scanner** zkoumá snímaný objekt dotykovou sondou (zaobleným hrotem) – pracuje dobře na hladkém povrchu s konvexním tvarem (nemá rád dutiny, rýhy, škvíry v povrchu)
- Nejstarší typ
- Skenování kontaktním scannerem může snímaný objekt poškodit (nepoužitelné tedy např. pro snímání uměleckých předmětů)
- Skenování je pomalé, maximálně „je ošaháno“ 100 bodů za sekundu
- **Bezkontaktní laserový 3D scanner** osvětluje snímaný předmět krátkými impulsy laseru.
- Laserový paprsek se od předmětu odráží a vrací zpět do detektoru.
- Velmi přesným změřením doby odrazu a návratu paprsku lze určit vzdálenost snímaného bodu.
- Čas je třeba měřit s přesností na pikosekundy (světlo urazí 1 mm za 3,3 pikosekundy)
- Tento systém lze použít i na velkou vzdálenost
- Rychlost snímání je velmi vysoká – až 500 000 bodů za sekundu
- Dnes se používá nejen v průmyslu, ale například i k naskenování místa letecké nehody (zaznamenaná přesnou polohu trosek v širokém okolí a to se může rychle vyklidit)

3D scanner



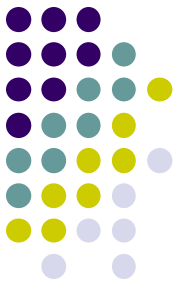
- Bezkontaktní laserový scanner
- Dříve byla tato zařízení velmi drahá, ale dnes již existují cenově dostupné typy s malými rozměry
- <https://www.youtube.com/watch?v=NxCfYkPYBI>
- https://www.youtube.com/watch?v=cUI6HD_d89k
- <https://www.youtube.com/watch?v=RVgyylQydg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xw98jzLPnrQ>



3D scanner

- **Triangulační laserový scanner** osvětluje snímáný objekt nepřerušovaným paprskem a postupně po něm přejíždí – na objekt se promítá „červená tečka“
- Celý objekt je snímán z poněkud jiného úhlu než je úhel paprsku kamerou, která vidí obraz objektu a hledá na něm „červenou tečku“
- Poloha červené tečky a rychlost a směr jejího pohybu bude záviset na tvaru a vzdálenosti předmětu
- Řešení je levnější a nevyžaduje vysoce přesné měření času jako u předchozí metody, ale zpracování získaných dat o pohybu červené tečky vyžaduje složité matematické metody
- https://www.youtube.com/watch?v=86_ZMUdhrN4
- **Scanner s projekcí vzoru** – Na snímáný objekt je promítnut vzor (např. mozaika bodů nebo šachovnice). Objekt je vyfotografován (obvykle je pořízeno více fotografií z několika úhlů) a podle deformace vzoru lze vypočítat jeho přibližný tvar. Rozlišení je nízké, ale metoda je jednoduchá a proveditelná s běžně dostupnými prostředky (stačí digitální fotoaparát a software)
- Aby se vyloučil vliv barev a osvětlení lze použít projekci obrazu v IR spektru
- <https://www.youtube.com/watch?v=p33qxdEwVc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=0P4zTtDLJv8>

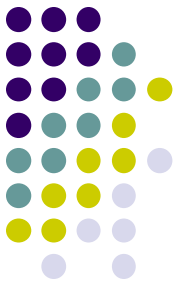
3D scanner



- **Pasivní scanner** se objektu **nedotýká** ani ho nijak **neosvětluje**
- **Pasivní stereoskopický scanner** – v podstatě dva fotoaparáty, které snímají objekt ze dvou různých míst pod různým úhlem
- Srovnáním dvou fotografií lze nalézt stejná místa a z rozdílu jejich polohy v pořízených snímcích pak lze vypočítat jejich vzdálenost
- Metoda je tedy založena na podobném principu jako 3D filmy

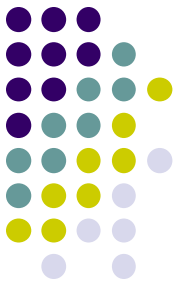
- **Fotogrammetrie** – Vyfotografování objektu jedním fotoaparátem postupně z mnoha různých úhlů a následné „spojení“ získaných informací do 3D-modelu softwarem, který se snaží odhadnout pozici kamer
- Nevyžaduje žádný speciální hardware, stačí běžný fotoaparát a i potřebný software se dnes již dá sehnat zdarma (např. open-source Meshroom)
- <https://www.youtube.com/watch?v=ye-C-OOFsX8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=1D0EhSi-vvc>

3D scanner



- **Fotometrický scanner** – objekt se umístí do temné místnosti a postupně se osvětluje pod různým úhlem (zdola, shora, zleva, zprava, zepředu), přitom se pořídí několik fotografií, na kterých je vždy podle směru osvětlení část objektu světlejší a jiná tmavší a vystouplé části vrhají na stíny
- Porovnáním několika vzniklých snímků a úhlů osvětlení, při kterém vznikly lze vypočítat poměrně přesně tvar objektu
- Dnes se prakticky nepoužívá
- **Siluetový scanner** – objekt se umístí naproti zdroji světla a postupně se otáčí okolo osy, přitom se pořídí několik fotografií.
- Na snímcích se objekt jeví jako zcela černý, pozadí je bílé
- Rotovat je třeba postupně kolem více (např. ozubené kolo rotované při snímání pouze kolem osy otáčení by skrylo své zuby)
- <https://www.youtube.com/watch?v=9hAadMszs5k>
- https://www.youtube.com/watch?v=3DQxKoAx_nw

3D scanner



- Ukázka různých metod
- https://www.youtube.com/watch?v=dGJ_XD-fCsl