

ZDO

Zpracování Digitalizovaného obrazu

Počítačové vidění

Hlavními důvody jsou :

- Opakovatelnost – počítač řeší stejný problém vždy stejně, nahrazení opakující se práce (kontrola jakosti)
- Odolnost techniky – práce v nebezpečných prostředích (průzkum vesmíru)
- Nižší náklady – cena lidské práce X cena techniky
- Vyšší přesnost – lidské oko je nedokonalé (sledování mikroskopických změn, měření součástí)

Co je počítačové vidění a proč se s jím vlastně zabývat :

Jestliže se zamyslíme nad tím, jak člověk může získat informaci, pak je to jen skrze jeho smysly. Podle toho, jak informaci vnímáme, ji můžeme rozdělit na několik druhů (zvuková, obrazová , chuťová, čichová). Obrazová informace je pro člověka velice důležitá. Asi 80% znalostí získáme díky zraku. To jsou dostatečné důvody proč se touto oblastí zabývat. Abychom mohli naučit počítač získat informaci z obrázků, měli bychom nejprve porozumět tomu, jak tuto informaci získává člověk. Tato cesta se může zdát nejpřirozenější, ale bohužel ne vždy je nejjednodušší. Doposud se nepodařilo zjistit, jak člověk obrazovou informaci zpracovává, a to díky složitosti mozku. Až porozumíme, jak funguje mozek pak porozumíme tomu, jak člověk vidí. (velká přizpůsobivost mozku- otočený svět)

Řešené problémy

- Rozpoznávání textu
| psaného, tištěného [text.gif](#)
- Dálkový průzkum země [letsnimek.gif](#)
 - Sledování změn v terénu
 - Předpověď počasí
 - Mapování
- Biomedicínské aplikace [medicin.gif](#)
 - Analyza preparátů
- Sledování dopravního provozu
 - Hustota dopravy
 - Rozpoznávání SPZ
- Identifikace lidí
 - Otisky prstů
 - Rozpoznávání tváří
- Pohyb robota
 - Rozpoznávání překážek
 - Navádění

Co je počítačové vidění :

Počítačovým viděním rozumíme schopnost porozumění scéně z obrazu. Jedná se tedy o získání informací o objektu z jeho digitálního obrazu (poznat, jestli na fotografii je Karel nebo Leontýn). Počítačové vidění vyvinulo metody zpracování digitalizovaného obrazu (image processing), jejichž postupy jsou aplikovatelné i v jiných vědních oborech.

Historie zpracování dig. obrazu

Historie zpracování dig. obrazu započala v 70. letech minulého století. Vývoj image processingu je úzce spojen s vývojem výpočetní techniky. Čím dokonalejší byly počítače, tím složitější operace mohly provádět. Již na začátku vývoje vznikly teorie zpracování obrazu, avšak prostředky pro jejich realizaci se nedostávaly. V historii zpracování obrazu nejsou nějaké zlomové okamžiky. Vývoj byl postupný.

Proč se počítačovým viděním zabývat :

Víme, že počítač provádí mnohonásobně větší počet operací za vteřinu než člověk. Mozek člověka pracuje mnohonásobně pomaleji. Počítač se snaží řešit problémy napodobováním chování člověka. Člověku se stačí jen podívat a ví, jestli vidí psa nebo kočku. Jestliže tuto metodu uplatníme ve zpracování dig. Obrazu, pak brzo zjistíme, že ani sebelepší počítač nedokáže to, co člověk. Je to způsobeno obrovským množstvím dat, která se musí zpracovat. Teď by se mohlo zdát, že využití počítače pro zpracování obrazu je zbytečné. Problémy s pomalostí se však obcházejí různými zjednodušeními a specializací na daný problém. Využití počítačů je někdy nezbytné.

Základní schéma zpracování obrazu

- Získání obrazu
 - Snímání, uložení do počítače
- Předzpracování
 - Neznalost scény
- Vyšší úroveň zpracování
 - Znalost scény

Základní schéma zpracování obrazu

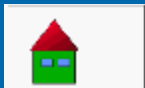
Snímání a uložení obrazu



Předzpracování obrazu



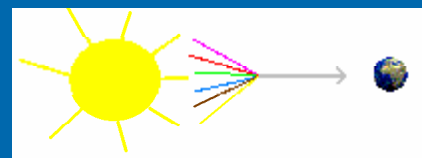
Vybrání objektů



Popis objektů



Porozumění obrazu



Bílé světlo vzniká smísením barev



Bílé světlo obsahuje všechny barvy : duha

Směry ZDO

- o Rozpoznávání – poznávání objektů v obraze
- o Segmentace a popis – rozdělení obrazu na objekty a pozadí
- o 3D rekonstrukce obrazu – získání prostorového modelu objektu
- o Restaurace obrazu
- o Obohacení obrazu
- o Počítačová grafika
- o DTP desktop publishing
- o Přenos dat
- o Archivace dat

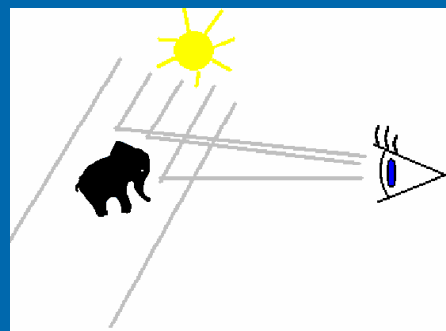
Proč věci vidíme

Jak to, že vidíme barevně, když ze slunce k nám přichází jen bílé světlo. Je to způsobeno vlastností materiálu, ze kterého jsou předměty kolem nás. Vlastností každého materiálu je, že určité složky bílého světla pohlcuje a určité odráží. To znamená, že jestliže na takový povrch dopadne sluneční světlo, tak část se pohltí a část se od předmětu odrazí. Tu část, kterou materiál pohltí, vidět nemůžeme. To, co vidíme je část, která se od materiálu odrazí. Odražené světlo dopadne do našeho oka a my řekneme, že vidíme slona.

Zpracování obrazu-získání obrazu

Získání obrazu je základní částí celého cyklu zpracování obrazu. Získání obrazu rozhoduje o celém dalším zpracování obrazu. Jestliže získáme špatný obraz, pak se nám s ním bude obtížně pracovat.

- o získání obrazu (videokamera, fotoaparát)
- o přenos obrazu do počítače
- o uložení obrazu v počítači



Světlo, které se odrazí od předmětu vnímáme jako že vidíme daný předmět.

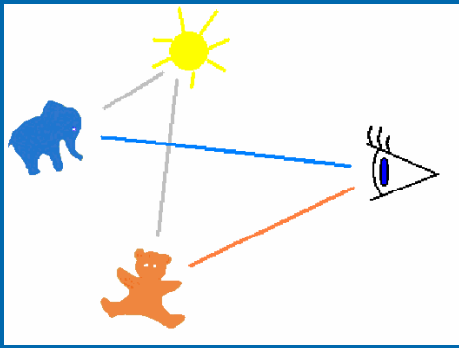
Jak člověk vidí

Jestliže před tím, než se seznámíme s funkcí snímacích zařízení musíme si objasnit, co vlastně tyto snímají (vidí).

Co způsobuje vidění. To, co vidíme je světlo odražené od předmětů. Ze slunce dopadá na zemi sluneční záření, tzv. bílé světlo. Toto světlo se skládá z několika složek, přičemž každá složka reprezentuje jinou barvu. Důkazem nám může být duha. Duha vznikne tak, že dešťové kapky od sebe oddělí jednotlivé složky bílého světla a my je vidíme vedle sebe jako jednotlivé barvy.

Proč vidíme barevně

Když jsme si vysvětlili proč věci vidíme, musíme si říct, proč vidíme barevně. Představme si, že máme dvě věci z různých materiálů. Slon je z materiálu, který pohlcuje všechny složky světla kromě modré (tu odráží), medvěd je z materiálu, který odráží jen oranžovou složku světla (ostatní pohlcuje). Jestliže na slona dopadne světlo, pak se do našeho oka odrazí jen modrá barva a my vidíme slona jako modrého, od medvěda se odrazí jenom oranžová složka, a proto se nám medvěd zdá oranžový.



Barva předmětu závisí na tom, jakou barvu předmět odráží. Ze všech barev potom vidíme jen odraženou.

Jaká barva vznikne

Výsledná barva tedy vznikne smícháním určitého množství červené, modré a zelené. Pro namíchání žluté potřebujeme jeden díl červené, jeden díl zelené a žádnou modrou. Trojice čípků v lidském oku dokáže určit, z jakých dílů RGB se namíchá barva, která čípky osvětila. Trojice čípků tedy pošle mozku po očním nervu, jakou barvu zaregistrovaly, a mozek si už z těchto tří složek namíchá původní barvu. (moc čípků = velká hlava). To, jak mozek určí původní barvu, není u všech lidí stejné. Různí lidé mohou vnímat barvy různě. (drogy)

Jak funguje lidské oko

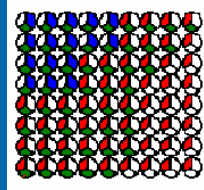
Již víme, jak to že vidíme předměty a jejich barvy, ale nevíme jak s tímto naloží naše oko. Hlavní roli ve vidění hraje oko a mozek. Nejprve si řekneme, jak vypadá lidské oko.

Oko se skládá z čočky a sítnice. Sítnice je zakončení očního nervu, kterým je oko spojeno s mozkem. Sítnice se skládá z trojic čípků. Čípek je buňka citlivá na světlo. Každý čípek v trojici je citlivý buď na modrou, červenou nebo zelenou barvu.

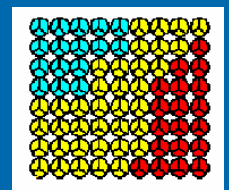
Buňka reaguje podle toho, kolik světla na ní dopadlo. Čím více světla (větší intenzita) tím větší reakce.

Informace pro mozek

Jak vlastně vypadá obraz z očního nervu než ho zpracuje mozek. Mozek vidí červené, zelené a modré body vedle sebe.

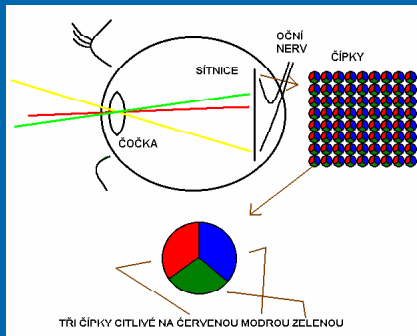


Informace ze sítnice



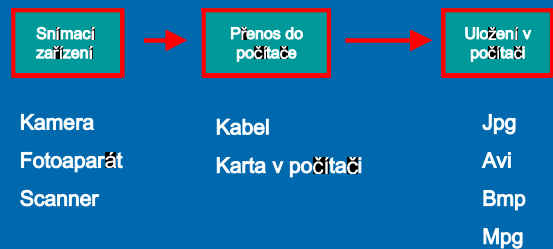
Po smíchání barev

Ve skutečnosti bychom měli vidět jednotlivé body tak, jak je to na obrázku a mezi nimi nic. Čípky jsou však velice malé a proto se nám zdá, že vidíme celek. Tuto iluzi ještě dotváří samotný mozek.



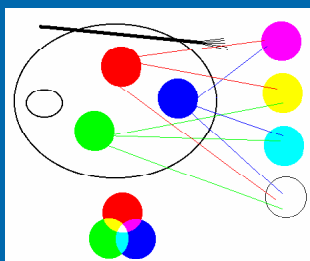
Snímací schéma

Snímací zařízení, přenos do počítače, uložení v počítači



RGB

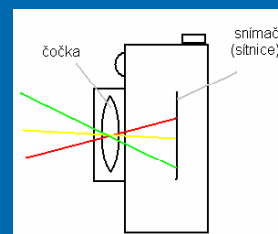
Oko ale musí vnímat všechny barvy a nejen červenou, modrou a zelenou. Oko využívá toho, že pomocí tří základních barev můžeme dostat jakoukoliv jinou barvu. Jakákoliv barva lze získat smícháním červené (R), zelené (G) a modré (B)



1 Snímací zařízení

Snímací zařízení je přístroj, který dokáže zachytit světelnou informaci přicházející z okolí (umí vidět). Princip snímacího zařízení si vysvětlíme na digitálním fotoaparátu. Princip všech ostatních zařízení je podobný.

Fotoaparát můžeme přirovnat k lidskému oku. K snímání obrazu musí mít stejné části jako oko. Obsahuje tedy čočku a jakousi obdobu sítnice (snímací čip).



Snímač (ccd)

Snímač funguje úplně stejně jako sítnice v lidském oku. Místo čípků zde máme materiál, který je citlivý na světlo. Jestliže tento materiál osvítlíme, pak na něm můžeme změřit, kolik světla na něj dopadlo. Snímač nám poskytuje hodnoty 0-255. Hodnota 0 znamená žádné světlo a 255 maximální osvětlení. Snímače jsou opět tři, pro každou barvu jeden (RGB).



Video kamera a ostatní snímače

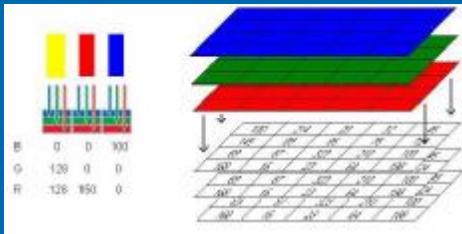
Ukázali jsme si, jak pracuje digitální fotoaparát. Všechna ostatní snímací zařízení pracují na stejném principu. Vždy je obraz sejmut pomocí světlo citlivého prvku a uložen do tří tabulek (R, G, B). Video kamera je vlastně fotoaparát, který snímá obrázky velmi rychle za sebou. Video není nic jiného než sekvence obrázků promítaných rychle za sebou. Naše oko je tak nedokonalé, že stačí, abychom mu promítli 25 obrázků za sekundu a již to budeme vnímat jako spojitý pohyb.

Další snímací zařízení :

- Scanner
- Rentgen
- Laserový snímač

Reprezentace obrazu

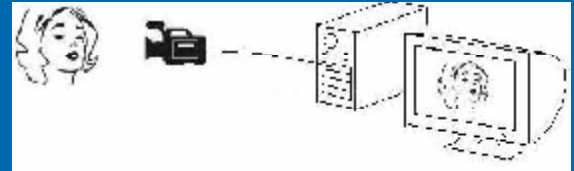
Jestliže je snímač osvětlen, vytvoří se nám ve fotoaparátu reprezentace tohoto obrazu. Obraz bude reprezentován třemi tabulkami čísel, kde každé číslo udává, jak hodně byl příslušný bod osvětlen. Z těchto tří hodnot můžeme vypočítat jakou skutečnou barvu mají jednotlivé body. Obraz je tedy reprezentován třemi tabulkami, které nám dávají informaci o barvě každého bodu.



2 Přenos obrazu ze snímacího zařízení do počítače

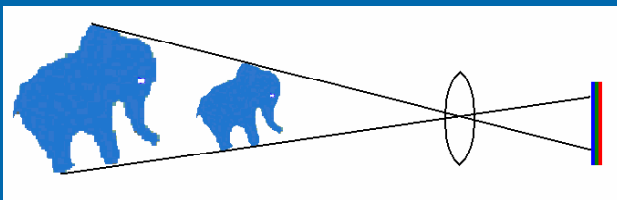
Když už máme obraz zachycený fotoaparátem, musíme ho přenést do počítače, abychom s ním mohli pracovat.

Co potřebujeme k přenosu :
snímací zařízení
přenosový kabel
karta pro zachytávání videa
program pro zachytávání videa



Prostor na placku

Teď už víme, jak fotoaparát snímá a jak je obraz reprezentován pomocí tří tabulek, kde každá buňka (pixel) má hodnotu 0-255. Nyní si ukážeme, proč je zpracování obrazu tak obtížné. Fotoaparát nám vlastně převede věci v prostoru na plochý obrázek a tím nám zmizí informace o tom, jak daleko od fotoaparátu se předmět nachází. Malý předmět, který je blíže foťáku, se zobrazí stejně jako větší předmět, který se nachází dál.



Karta pro zachytávání videa: vkládá se do počítače
umožňuje počítači přístup ke snímacímu zařízení

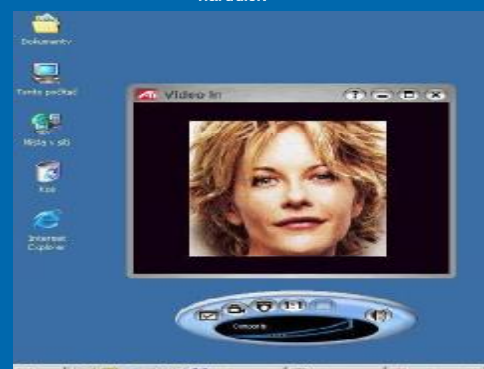


Obraz ze čtverečků

Lidé vidí obraz celistvě díky velkému počtu a malým rozměrům čípků a také díky mozku. Bohužel fotoaparát žádný mozek nemá. Jak tedy bude vypadat obraz z fotoaparátu? Obraz bude reprezentován pomocí jednotlivých čtverečků snímacích prvků (pixelů). Kvalita obrazu bude tedy záviset na tom kolik snímacích prvků budeme mít. Čím více, tím lépe. Rozlišení obrazu = počet pixelů v řádce * ve sloupci (800*600).



Program pro zachytávání videa : je to software, který umí komunikovat s kartou pro zachytávání videa
vezme data z karty a uloží je na harddisk



3 Uložení obrazu v počítači

Jestliže jsme splnili všechny předchozí požadavky, můžeme začít ukládat.

Po kabelu se sejmутý obraz (naše tři tabulky pixelů) přenesou do snímací karty, odtud si je vyzvedne software pro zachytávání videa a uloží je na harddisk. Jestliže přenášíme pouze fotografii pak se do souboru uloží tři tabulky (R, G, B) přesně tak, jak jsme si je popsali při snímání. Takovýto soubor má koncovku bmp. [kolo.bmp](#). Existují samozřejmě i jiné tvary souborů – jpg [kolo.jpg](#), gif. Tyto soubory jsou speciální formáty pro uložení obrázků. Soubory v tomto formátu zmenšují velikost souboru tím, že redukuje informace v obraze na úkor kvality.

Video se potom ukládá jako jednotlivé obrázky za sebou (avi,mpg).

Na video se opět může uplatnit nějaká komprese pro zmenšení velikosti souboru. Tím se nám ovšem zhorší kvalita.

Bodové jasové transformace

- Ve většině případů se pracuje pouze se šedo-tónovými obrázky (pro představu je to nějaká černobílá fotografie), ale není to pravidlem.
- Obrázek je pak představován tabulkou bodů, ve které každý bod představuje jas v určitém místě obrazu.
- Jeden bod z tabulky je v počítači uložen jako číslo a velikost tohoto čísla pak představuje velikost jasu (např. číslo 0 představuje černou barvu a číslo 255 čistě bílou barvu, nějaké číslo mezi pak představuje určitý stupeň šedi).
- Bodové jasové transformace pracují pouze s hodnotami těchto bodů.

Počet dat pro počítač

Abychom mohli sledovat video záznam tak, aby se nám zděl jako spojitý, potřebujeme 25 obrázků za sekundu. Každý obrázek musí mít rozlišení alespoň 800×600 pixelů = 480 000 pixelů. Za sekundu je to tedy $25 \times 480000 = 12\,000\,000$

Každý pixel má 3 složky (R, G, B) potom $12\,000\,000 \times 3 = 36\,000\,000$ čísel za sekundu. Jestliže tedy chceme zpracovat jednu sekundu video záznamu, musíme pracovat s obrovským počtem dat. Jakoukoliv operaci provedeme, musíme ji provést se všemi těmito daty.



Barevný obrázek květin

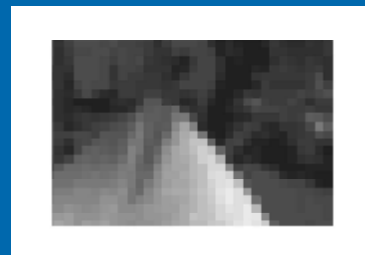


Stejný obrázek květin, ale šedo-tónový

- V šedo-tónovém obrázku není informace o barvě (nevíme, zda je růže červená či žlutá).

Předzpracování

- Cílem této části zpracování obrazu je zlepšení obrazu dle nějakého kritéria (např. zvýraznění rysů obrazu nebo jen některých jeho částí, vypuštění nadbytečných informací, které obraz obsahuje a s kterými nechceme dále pracovat atd.)
- Při předzpracování většinou nemáme žádné dodatečné informace o obraze (tj. máme nějaký obraz a třeba nevíme, co v něm je, ale chceme s ním něco udělat, nějak ho upravit).
- Do předzpracování proto přichází nějaký obraz (digitalizovaný a uložený v počítači) složený z barevných či šedo-tónových bodů.
- Předzpracování opouští většinou opět obraz, jehož body jsou nějak upraveny (to záleží na operaci, kterou chceme s obrazem provést).
- Poznamenejme, že každé předzpracování nám sebere nějaké informace, které v původním obraze byly a ve zpracovaném jsou ztraceny.



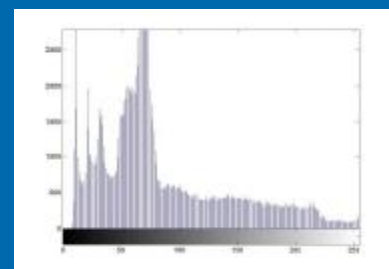
Na obrázku je zvětšení (detail) lístku růže z předchozího obrázku. Různé šedé čtverečky představují zmíněné body jasu.

Rozdělení metod předzpracování

- Bodové jasové transformace
- Geometrické transformace
- Lokální operace
- Obnovení, restaurace obrazu
- Matematická morfologie
- Segmentace

Histogramy

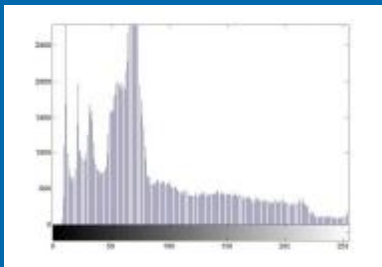
- Vyjadřují četnost bodů s daným jasnem
- Sečtou se tedy vždy všechny body, které mají určitý jas, tj. body s určitým číslem 0 až 255
- Graf histogramu ukazuje zastoupení jednotlivých jasů



Histogram vytvořený s našeho obrázku květin

Histogramy

- Na vodorovné ose vidíme velikost jasu od 0 do 255 a tedy úroveň šedi (dolní proužek)
- Na svislé ose je počet bodů pro každý jas na vodorovné ose (pro kontrolu, náš obrázek květin se celkově skládá z 181 000 bodů a např. velikost 50 má 650 bodů)



Histogram vytvořený s našeho obrázku květin

- Negativ (inverze hodnot jasu bílá-černá), zvýšení a snížení kontrastu.



Původní obrázek květin



Negativ obrázku



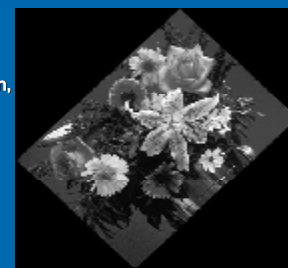
Zvýšení kontrastu

Využití histogramu

- Pro další metody předzpracování (např. segmentace obrazu, jasové transformace).
- Jako znalost o obraze pro další vyšší zpracování (v histogramu je uložena nová informace o obrázku).

Geometrické transformace

- Metody provádí geometrické operace s obrázkem.
- Nejnámější geometrické operace: rotace (otočení), posun, zvětšení, ...
- Geometrické transformace jsou z principu ztrátové. Po provedení operace ztratíme část informace, která byla v obrázku před transformací (např. zmenšením obrázku ztratíme nejmenší detaily, rotací pak ztratíme rohy obrázku).



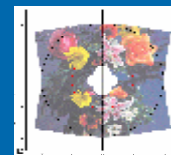
Otočení obrázku o 45°

Jasové korekce

- Provádíme změnu hodnoty každého bodu podle daného předpisu.
- Napravujeme tak systematické chyby, které vznikly např. při pořizování obrazu.
- Obrázek můžeme použít k dalšímu zpracování.



Původní obrázek květin s rozvržením transformace



Provedená transformace



Výsledný obrázek po odstranění rohů (vhodný např. na CD)

Jasové transformace

- Změna hodnot jasu je pro všechny body stejná.
- Operace snížení, zvýšení jasu.



Původní obrázek květin.



Zvýšení jasu.

Lokální operace předzpracování

- Filtrace
- Gradientní operátory

Filtrace

- Cílem filtrace je odstranění šumu z obrázku.
- Šum si můžeme představit jako body v obrázku, které neodpovídají objektům na obrázku.
- Do obrázku se dostávají díky nedokonalému snímání obrázku a díky okolním rušivým vlivům při snímání.
- Jejich odstraněním zlepšíme kvalitu obrázku, zvýrazníme objekty na obrázku a obecně připravíme obrázek pro další zpracování.



Obrázek květin se šumem



Odstranění šumu pomocí filtrace

Restaurace obrazu

- Tato technika předzpracování obrazu se snaží potlačit poruchy v obrázku.
- Daná porucha v obrázku může, ale nemusí být známá.
- Poruchy obrázku jsou dány vadami, jako jsou např. vada daná fotoaparátem, nevhodné zaostření, rozmazání obrázku díky pohybujícímu se objektu v obrázku atd.
- Operace se provádějí nad celým obrázkem.



Obrázek květin rozmazaný díky pohybu při fotografování



Restaurovaný obrázek

Gradientní operátory

- Cílem je nalézt v obrázku výrazné jasové přechody (to může být například nějaká hrana objektu v obrázku nebo místo v obrázku, kde končí nějaký objekt a začíná jiný).
- Hledání těchto jasových přechodů se říká detekce hran.
- Nalezení hran nám může něco napovědět o objektech v obrázku (např. kolik je v obrázku objektů, jak jsou velké či jaký mají tvar).
- Gradientní operátory tedy zpracovávají náš obrázek tak, že berou sousední body v obrázku a zjišťují velikost zmíněného jasového přechodu. Velikost tohoto jasového přechodu se pak uloží do našeho obrázku místo původní hodnoty jasu.
- Některé informace v obrázku jsou tímto zpracováním ztraceny (např. informace o barvě nebo velikosti jasu), ovšem v obrázku je zanesena informace o hranách.



Původní obrázek květin



Detekce hran v obrázku

Matematická morfologie

- Matematická morfologie zpracovává obrázek s cílem zvýraznění tvarů objektů a jejich úpravě sloužící pro lepší získání informace o tvaru (tedy jejich popisu).
- Tyto metody jsou rychlé a dávají dobré výsledky.
- Úspěšně se odstraňuje šum v obraze, zjednodušuje tvar objektů, zdůrazňuje jejich strukturu.
- Výsledkem je opět obrázek, ale jeho podoba je vhodná pro další zpracování.
- Matematická morfologie je většinou prostřední částí zpracování digitalizovaného obrazu. Obrázek je již předzpracován nějakou technikou (např. prahováním) a jsou nalezeny objekty v obrázku.

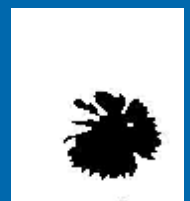
- Uvedme některé operace matematické morfologie: dilatace, eroze, otevření, uzavření, skelet.



Obrázek květin - výřez



Provedena operace prahování (viz. kapitola segmentace) – hledání žlutého objektu



Provedena operace eroze – odstranění chyb z předchozí operace prahování

Segmentace

- o Segmentace zpracovává obrázek tak, že rozčleňuje objekty v obrázku na takové části, které tvarově korespondují s reálnými objekty a které byly na obrázku zachyceny.
- o Obrázek můžeme rozčlenit podle různých hledisek, např. podle barvy, nebo jen podle velikosti jasu apod.)
- o Z obrázku pak můžeme ve vyšší úrovni zpracování zjistit, kolik je tam objektů (pozor mohou se překrývat), jak jsou velké, jak jsou natočené, na jakém místě obrázku se nacházejí.
- o Nejznámější segmentační metody jsou: prahování, hledání hranic objektů, srovnávání se vzorem a další.

- o Prahování – je nejstarší metodou segmentace. Prahováním rozdělujeme obrázek na oblasti, které tvarově odpovídají reálným objektům v obrázku. Předem se určuje pouze prahová hodnota (tj. námi zvolená hodnota jasu či barvy). Opět měníme hodnoty jednotlivých bodů obrázku, ale nyní podle pravidla: Je hodnota daného bodu větší než prahová hodnota a podle odpovědi pak přiřadíme bodu nějakou hodnotu (např. odpověď ano, pak bod bude mít novou hodnotu 0 (černá), odpověď ne pak bod bude mít novou hodnotu 255 (bílá)).



Obrázek květin zpracovaný pomocí prahování