

Aplikácie pre vizuálne rozhranie

Juraj Kačur

ÚMIKT, FEI STU, Bratislava

Obsah

- Zlepšenie kvality obrazu
- Kompresia
- Watermarking
- Rozpoznávanie tvári
- Rozpoznávanie gest
- Rozpoznávanie dúhovky
- Rozpoznávanie odtlačkov prstov
- Ine aplikácie

2

V tejto stati budú opísané najčastejšie druhy aplikácií, ktoré spracovávajú obrazové informácie vstupujúce do rôznych typov zariadení. Tento obrazový vnem môže byť spracovávaný buď ako statické alebo pohyblivé obrazy- video. Najčastejšie sa stretávame s nasledujúcimi aplikáciami:

Zlepšenie obrazu

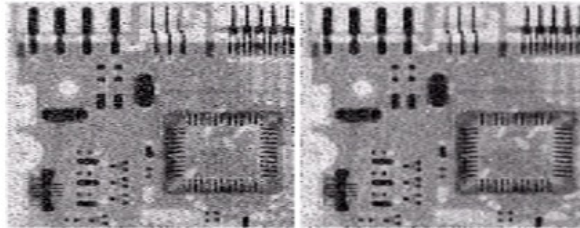
- **Potlačenie šumu**
 - Zvyčajne vzniká pri prenose alebo archivácii analógových dát
 - Môže mať rôzne vlastnosti
 - Najčastejšie vyššie frekvencie (náhodne poškodené pixle v obraze)
 - **Priemerovacie filtre**
 - Výpočet bodu pomocou váhovaného súčtu okolitých bodov

3

Existuje viacero druhov šumov resp. častých spôsobov degradácie obrazovej informácie, ktoré vznikli či už pri získavaní, prenose alebo uchovávaní obrazových dát. Pre kvalitne spracovanie je preto dôležité tieto degradácie odstrániť na čo existuje veľa metód. Na nasledujúcich obrázkoch je ukázaný vplyv a použitie dolnopriepustného a hornopriepustného lineárneho filtra, či už na odstránenie náhodného šumu, alebo na zvýraznenie hrán v obraze.

Zlepšenie obrazu

- Dolno-priepustný priemerovací filter
 - Potlačenie VF šumov- vyhl'adenie obrázku



- Rozmazanie hrán, strata detailov

Yao Wang, 2006



4

Zlepšenie obrazu

- Horno-prieustný priemerovací filter
 - Detekcia / zvýraznenie hrán
 - Zvýšenie kontrastu

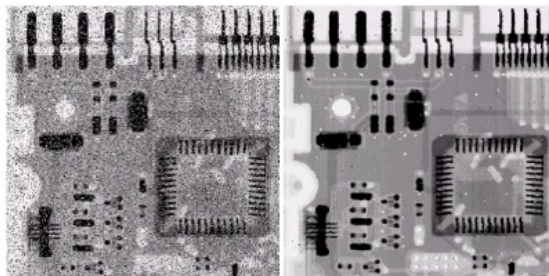


Yao Wang, 2006

5

Zlepšenie obrazu

- Štatistické filtre (poradové)
 - Z okolitých bodov vytvoria poradie podľa intenzít a vyberú tú na danom poradí
 - Napr. v strede, medián (mediánový filter)
 - V obraze sa vyskytnú len hodnoty, ktoré tam boli
 - Nedochoádza k „rozostreniu“



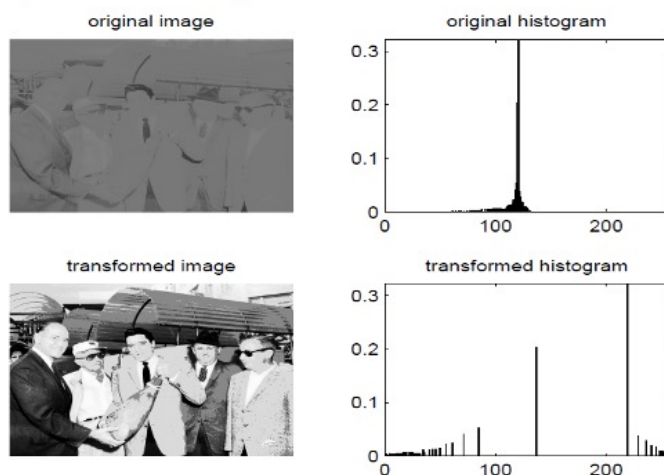
Yao Wang, 2006

6

Okrem jednoduchých lineárnych filtrov sa často používajú aj nelineárne. Tu je uvedený príklad tzv. medailového filtra na potlačenie náhodného sumu, ktorý kvalitne odstránil súm ale pri tom nerozmazal relevantne prvky v obraze.

Zlepšenie obrazu

- Ekvalizácia histogramu obrázku
 - Zlepšenie kvality



7

Okrem sumu môže mať obrázok aj iné degradácie tu je príklad kedy je celý obrázok veľmi nízkeho kontrastu- rovnaké úrovne jasů, čo sa napr. dobre dá odstrániť metódou ktorá tieto úrovne rovnomernejšie distribuuje- vyhladí histogram hodnôt.

Kompresia

- Kompresia statického obrazu
 - Stratové a bezstratové- entropické
 - Jasová zložka vyššia kvalita (vyššia hustota vzorkovania)
 - Chromatické zložky nižšia kvalita (nižšia hustota vzorkovania)
 - Najznámejšie stratové metódy
 - transformačné kódovanie
 - Kódovanie využívajúce segmentáciu obrazu
 - Určia sa podobné oblasti (obraz sa rozdelí do oblastí) a tie sa kódujú samostatne
 - Hranice oblasti sa tiež oddelene zakódujú

8

Obrázky majú veľmi veľkú nadbytočnosť- teda spôsob uchovania obrazovej informácie. Ak teda majú byť uložené vo veľkých množstvách, napr. takých ako je v súčasnosti každý deň vyprodukovaných fotiek, musia tieto dáta byť vhodne skomprimované. Na to slúžia rôzne druhy kompresných postupov, ktoré z obrázkov vyhadzujú informácie ktoré človek aj tak nevníma a menia spôsob vyjadrenia týchto dát tak aby sa dali efektívnejšie uchovávať a prenášať. V nasledovnom sú spomenuté niektoré známe postupy, ich výhody a nevýhody.

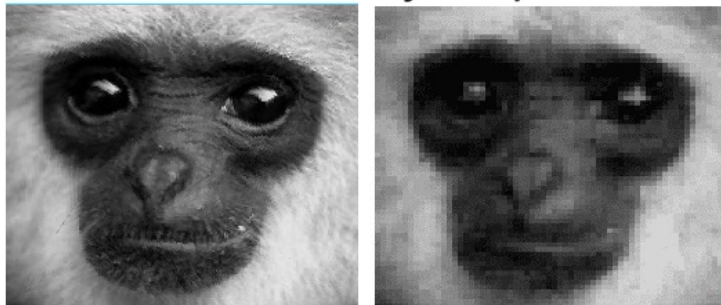
Kompresia

- fraktálová kompresia
 - Využíva samopodobnosť častí obrázku na samých seba (posun, škálovanie,..)
 - Vyššia účinnosť veľmi výpočtovo náročné
- Transformačné kódovanie
 - Najpoužívanejšie
 - Existuje veľa postupov
 - Rozdelenie obrazu do rovnakých oblastí (štvorcov)
 - V nich prevod do transformovanej oblasti (najčastejšie DCT II, wavelet transformácia)
 - Výber „najvýznamnejších“ spektrálnych zložiek
 - Ich kvantizácia a kódovanie
 - Najznámejšie postupy: JPEG

9

Kompresia

- Výhody: relatívne rýchle a dobré výsledky
- Nevýhody: blokový efekt
- Dosahované kompresie pri bežnej kvalite cca 10-20 : 1 závisí od obrázku
- Príklad transformačnej kompresie



10

Kompresia

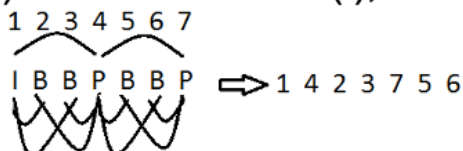
- Kompresia videa
 - Založené na statických obrazoch
 - Využívajú ale podobnosť snímok medzi sebou
 - Používajú sa rôzne typu snímok:
 - I – Intra
 - kóduje sa ako statický obraz, nezávisle od susedných snímok
 - Vyšší počet dát
 - P - predikčný snímok
 - Nájde posun makro bloku v ďalšej snímke oproti aktuálnej snímke
 - Určia sa chyby medzi blokmi
 - kódujú sa pre každý makro blok posuny a chyby
 - Menší počet dát ako I

11

Samostatnou I keď podobnou oblasťou je kompresia videa. Tu sa okrem základných poznatkov a postupov získaných z kompresie statických obrázkov využívajú aj predikcie pohybu- polohy mikro oblasti (blokov) medzi jednotlivými susednými snímkami. Tým sa dosahuje pre štandardne scény pomerne vysoká redukcia dát ,keďže nasledovne snímky sa na seba veľmi podobajú. V ďalšom bude naznačený spôsob kompresie videa vžívajúci I,P a B snímky.

Kompresia

- B - obojstranne predikčný (bidirectional)
 - Určujú sa chyby a pozície makro blokov s využitím predchádzajúceho ako aj nasledujúceho rámca.
 - Dosahujú najvyššiu kompresiu
- Po istom čase kvôli zabráneniu šíreniu chyby musí ísť statický obrázok (I snímok) v sekvencií predikčných P a B snímok; cca každý 15 je I
- Typický príklad formovania skupiny obrázkov (postupnosti): IBBPBBPBB(I), nie vždy nutne



12

Kompresia

- Najznámejšie formáty: MPG-2, MPG-4, H264,...
- Typické bitové rýchlosti MPG-2, (Main level: snímok/s 25, rozlíšenie horizontal= 720, vertical= 576) je 15Mb/s
- Pre zvýšenie kompresie sa niekedy používa prekladanie riadkov, každý druhý riadok= polovičný počet snímok (50 vs. 25 /s) – „interlaced“ video. Bez prekladania „progressive“ video
- Sú postupy využívajúce konštantnú bitovú rýchlosť alebo variabilnú (účinnnejšie ale zložitejšie) podľa spracovávaného obrazu

13

Vodoznaky

- Ukladanie skrytej informácie do obrazu, aby nebola viditeľná
 - Prenesenie a zamaskovanie ukrytej informácie, t.j. aby o tom, že tam tá informácia je, nikto neautorizovaný ani nevedel, resp. nevedel zdetegovať (špióni)
 - Vloženie informácie tak, aby nerušila, ale bolo ju možné zdetegovať, či tam je a čo nesie (autorstvo obrázku, popis, atď.)
- Vlastnosti:
 - Kapacita: koľko bitov sa tam dá uložiť

14

Ďalšou oblasťou, ktorej význam bude ďalej narastať je vkladanie vodoznakov-skrytej informácie do obrázkov. Tieto vodoznaky podľa úrovne robustnosti môžu slúžiť na zistenie či s obrázkom bolo manipulované, da sa tam zakódovať autorstvo obrázku , atď. čo v súčasnej dobe falošných obrázkov a videa (deep fake) ma veľký význam. Preto v nasledovnom texte budú spomenuté základne vlastnosti vodoznakov, ich typy a použitie.

Vodoznaky

- Robustnosť: ako dobre je odolná voči útokom: úmyselná modifikácia a neúmyselná - použitie kompresie
 - Mala robustnosť pri detekcii či bol obraz úmyselné pozmenený
 - Stredná ak odolá neúmyselným zmenám, ale poškodí sa pri úmyselných
 - Veľká robustnosť odolá aj chceným zmenám, pri testovaní autorstva
- Viditeľnosť: do akej miery je viditeľná

Vodoznaky

– Aká metóda vkladania sa použila

- Spread spektrum: pričítanie pseudonáhodnej postupnosti (šum), ktorá sa pripočíta do obrazu, veľká robustnosť, malá kapacita
- Kvantizačný postup: menia sa posledné bity pixlov, malá robustnosť, veľká kapacita

– Metódy vkladania sa delia aj podľa oblasti kde sa aplikujú

- Priestorová oblasť- práca priamo s pixelmi
- Transformačná oblasť- modifikácia koeficientov (váh) básových funkcií, napr. frekvencie (FT), DCT, wavelets

Rozpoznávanie tvári

- Rozpoznanie človeka podľa tváre
 - Radí sa medzi fyzické biometriky (fyzické vlastnosti: rozmery organov,...)
 - Spoločné črty (nos, ústa, oči,...)
 - Odlišné: rozmery, poloha, farba, textúra, „vady“
- Identifikácia: kto to je zo skupiny ľudí?
- Verifikácia: je to ten za koho sa vydáva?
- Výhody
 - Neinvazívna metóda

17

Ďalšou veľmi významnou oblasťou je rozpoznávanie tvári, resp. aj iných objektov a ich lokalizácia v priestore. Tieto systémy sú nasadené v dohľadových, monitorovacích ako aj bezpečnostných systémoch. Značným spôsobom zefektívňujú prácu bezpečnostných zložiek, kedy sú skone spracovať desiatky až stovky tvári, napr. v dopravných prostriedkoch, masových podujatiach, atď. V ďalšom budu spomenuté základné aspekty rozpoznávania tvári s ich výhodami a nevýhodami.

Rozpoznávanie tvári

- Pomerne úspešná najmä s NN (ale pri neriadených podmienkach úspešnosť klesá)
- Rovnaký spôsob ako to najčastejšie robí človek
- Nevýhody
 - Nestálosť parametrov: farba, „vady“ aj rozmery
 - Nízka úspešnosť v neriadených podmienkach-reálnych

Príklad riadeného prostredia



18

Rozpoznávanie tvári

- Praktické problémy (neriadené prostredie)
 - Škálovanie (veľkosť fotky)
 - Osvetlenie (tiene)
 - Otočenie hlavy v každom smere
 - Pohyby svalov (na tvári je ich veľa) a orgánov
 - Rast fúzov, vlasov,....
 - Oklúzia: zakrytie prekážkou istej časti

19

Pri praktickom nasadení sa systém musí vypridať s rôznymi problémami, ktoré sú nasledovne.

Rozpoznávanie tvári

- Postup rozpoznávania tváre



- Predspacovanie
– detekcia a lokalizácia tváre

Na nasledovnom obrázku je typický príklad štruktúry systém na rozpoznanie tvári.

Rozpoznávanie tvári

- Príklad predspracovania databázy tvári

– Fotografie tváre



– Predspracované fotografie pre ďalšie spracovanie



21

Rozpoznávanie tvári

- Normalizácia
 - Zmena veľkosti
 - Otočenie tváre
 - Úprava úrovne jasu
- Extrakcia príznakov
 - Výber príznakov, ktoré majú najväčší diskriminačný potenciál
 - Robustné voči prirodzeným zmenám
 - Rozdelenie obrázku na bloky

Rozpoznávanie tvári

- Príklad rozdelenie tváre na bloky z ktorých sa extrahujú príznaky (a)
- Jednotlivé bloky majú rôznu váhu (b) pri výslednom rozhodovaní vzhľadom na informáciu čo v priemere nesú



(a)



(b)

23

Na obr. b je zameraný význam jednotlivých oblastí pre úspešnosť rozpoznania tváre, vidno, že najviac diskriminačnej informácie je v blokoch kde sú zachytene oči.

Rozpoznávanie tvári

- Výpočet príznakov v daných blokoch
- Najčastejšie: LBP, Gáborové filtre, DCT, wavelet,...
- Delenie metód extrakcie príznakov
 - Holistické: pracujú s obrazom ako celkom jeden veľký vektor príznakov so všetkou informáciou, potenciálne presnejšie, veľké výpočtové nároky
 - Lokálne: detegujú sa oblasti ako nos, ústa, oči, atď. a tie sú potom parametrizované zvlášť, bude pre jedinca existovať viacero vektorov príznakov, menšie výpočtové nároky, výhoda ak nejaká časť je poškodená, zvyšne sú OK
 - Hybridné: kombinácia oboch spôsobov, kombinujú 24 výhody oboch

Podľa toho ako metódy robia samotne rozpoznanie (ako pristupujú k obrázku resp. jeho častiam) existuje viacero tried týchto metód. Delíme ich na Holistické, Lokálne a hybridne.

Rozpoznávanie tvári

- Blok porovnania
 - Porovná príznaky z databázy s neznámymi
 - Vzdialenosť (metrika), alebo pravdepodobnosť
 - Vhodný klasifikačný algoritmus: NN, SVM
- Rozhodovací blok
 - Na základe vzdialeností, resp. pravdepodobností rozhodne, kto je identifikovaný
 - Malá konfidencia- zamietnutie identifikácie

Rozpoznávanie gest

- Gestá

- Statické: význam má tvar (počet a poloha prstov, poloha rúk,...)



- Dynamické: význam má trajektória (ako sa pohybovala ktorá ruka, začiatok, koniec,...)



26

Existujú aplikácie kde sa so zariadeniami komunikuje pomocou gest, či už kvôli väčšej efektívnosti, obmedzeniam daným nasadením alebo iným dôvodom. Tu sa rozlišujú statické a dynamické gesta, ktoré každé má svoje špecifiká.

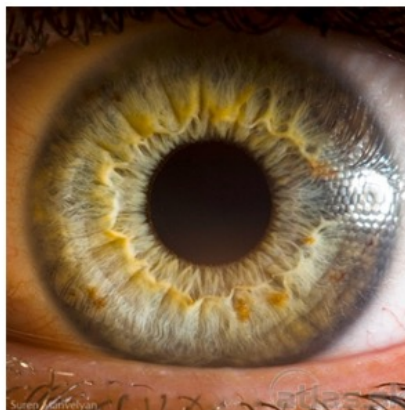
Rozpoznávanie gest

- Výhody
 - Prirodzený a neinvazívny spôsob komunikácie
 - Niekedy jednoduchšie použiť gesto ako jazykový opis operácie, ktorý sa dá vypovedať rôznymi spôsobmi (rozpoznanie vyhovorenia a pochopenie významu)
- Nevýhody
 - Chyby detekcie končatiny a pohybu
 - Zlepšenie účinnosti hĺbkový senzor (skoro nutnosť), najpresnejšie osadenie senzorov na končatiny
 - Činnosť môže byť závislá od prostredia

27

Rozpoznávanie Dúhovky

- Dúhovka
 - Jeden z najlepších biometrických ukazovateľov (po DNA)
 - Unikátnosť
 - Stálosť
 - V riadených podmienkach skoro 100% úspešnosť
 - Zabránenie odrazov: špeciálne IR kamery



28

Ďalšia aplikácia z oblasti identifikácie a bezpečnosti je samostatná kategória všeobecného rozpoznávania objektov a to rozpoznávanie dúhovky. Vzhľadom na svoje špecifika a výborne vlastnosti sa z nej stala samostatná oblasť aplikovaného výskumu, pre ktorú boli vyvinuté špecifické postupy a metódy.

Rozpoznávanie odtlačkov prstov

- Odtlačok prsta
 - „Dobry“ najčastejšie a dlho používaný biometrický ukazovateľ najmä v kriminalistike
 - Unikátnosť
 - Stálosť – vekom nemenia vzor, len veľkosť
 - Trvanlivosť - Robustnosť: nedajú sa jednoducho zničiť. Po bežnom opotrebení resp. poranení (keď sa uzdraví) sa obnovia.
 - I keď sú unikátne vyznačujú sa istými spoločnými typmi tvarov

29

Klasickou metódu (asi jednou z najstarších) identifikácie ľudí pre ktorú sa časom vyvinulo viacero metód je rozpoznávanie odtlačkov prstov, čo sa da rozšíriť aj na rozpoznávanie odtlačkov dlane prípadne chodidla. Tu sú uvedene v stručnosti niektoré z vyňatých aspektov a výziev tejto aplikácie

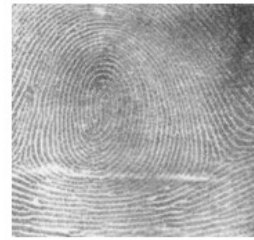
Rozpoznávanie odtlačkov prstov



Oblúk



Slučka



Kruh/elipsa

Často pozorované rovnaké vzory v populácii

30

Medzi spoločne a často pozorované črty patria 3 typické vzory. Ich príklady sú uvedené na nasledovných obrázkoch

Ine aplikácie

- Rozpoznanie emócií z tváři (obrázok / video)
- Generovanie umelých- nepravých obrázkov, “ deep fake”
- Detekcia nepravých- umelo vygenerovaných obrázkov
- Rozpoznanie príbuzenstva z tváři
- Detektor “lži” (skôr video- zachytenie mimiky)
- ...

31

Okrem spomínaných aplikácií, ktoré sú už bežne nasadené v rôznych systémoch existuje aj množstvo ďalších aplikácií, ktorých si srší nástup zriem len príde Medzi tie najvýznamnejšie, ktoré sa už kde-tu používajú patria nasledovne aplikácie: