

Vježba 5. Obrada slika u boji

Uklanjanje šuma

Vektorski median filtar (VMF)

Odziv vektorskog median filtra u pojedinom pikselu zavisi od kolor-vektora piksela koji pripadaju prozoru W u okolini posmatranog piksela. Neka su $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$ kolor vektori koji se nalaze unutar prozora W . Redukovano uređenje (R-uređenje) ovih kolor-vektora zasniva se na udaljenostima: $D_i = \sum_{j=1}^N d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j)$, pridruženim vektorima \mathbf{x}_i . Sada uređeni niz skalara $D_{(1)} \leq D_{(2)} \leq \dots \leq D_{(N)}$ povlači uređenje odgovarajućih vektora: $\mathbf{x}_{(1)} \preceq \mathbf{x}_{(2)} \preceq \dots \preceq \mathbf{x}_{(N)}$. Odziv vektorskog median filtra na datoj poziciji je kolor-vektor $\mathbf{x}_{(1)} \in W$ čiji je zbir udaljenosti od ostalih vektora minimalan:

$$\mathbf{x}_{(1)} = \arg \min_{\mathbf{x}_i \in W} \sum_{j=1}^N d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j).$$

Kao mjera udaljenosti najčešće se koriste metrika Minkovskog ili ugao između vektora.

α -skraćeni vektorski median filtar α VMF

Kada je slika narušena Gausovim šumom bolje rezultate od median filtra daju filtri zasnovani na usrednjavanju od kojih je najjednostavniji uniformni filtar. Vrijednost izlaznog piksela kod uniformnog filtra se računa kao srednja vrijednost svih piksela u njegovoj okolini W . Kada su u pitanju kolor slike ovaj filtar funkcioniše na isti način uz modifikaciju da se radi o srednjoj vrijednosti kolor vektora u okolini W . Ovaj pristup je ekvivalentan primjeni uniformnog filtra na pojedine kolor-komponente. Međutim, ukoliko je slika narušena kombinacijom Gausovog i impulsnog šuma onda ni filtri zasnovani na usrednjavanju ne daju dobre rezultate. Jedan od načina da se postigne kompromis između usrednjavanja i median filtra je da se koristi α -skraćeni median filtar. Vrijednost izlaznog piksela kod ovog filtra je srednja vrijednost prvih α vektora iz R-uređenja, tj. vektora najbližih izlazu iz median filtra:

$$\hat{\mathbf{x}}_{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \sum_{i=1}^{\alpha} \mathbf{x}_{(i)}.$$

Na ovaj način u realizaciji α VMF filtra kombinovani su usrednjavanje i VMF filtar.

Segmentacija

Kolor-slike je moguće segmentirati klasterizacijom kolor-vektora piksela. Klasterizacija predstavlja grupisanje kolor-vektora pri čemu će se vektori „slične“ boje nalaziti u istom klasteru, a vektori različitih boja u različitim klasterima. Jedan od najčešće korištenih algoritama za klasterizaciju je *k-means* algoritam koji klasterne određuje tako da se

minimizira ukupna suma udaljenosti vektora od centroida klastera kojima su ti vektori dodijeljeni (distorzija).

S obzirom na uticaj načina izračunavanja udaljenosti kolor-vektora na rezultat segmentacije posebnu pažnju treba posvetiti izboru funkcije kojom se računa udaljenost kolor-vektora. Najčešće se koristi Euklidova udaljenost između kolor-vektora u RGB ili CIE L*a*b* prostoru koji se smatra perceptualno uniformnim.

U MATLAB-ovom Statistical Toolboxu se nalazi implementacija k-means algoritma čija je osnovna sintaksa:

```
idx = kmeans(x, k),
```

gdje je x matrica dimenzija $N \times P$, tj. sadrži N P -dimenzionalnih vektora koje treba rasporediti u k klastera.

Problem sa k-means algoritmom je mogućnost upadanja u lokalne minimume. Jedan od načina da se ovo izbjegne je da se algoritam pokrene više puta sa različitim početnim uslovima i da se kao konačni rezultat usvoji klasterizacija koja rezultuje minimalnom ukupnom distorzijom. Ovo je u pomenutoj imlementaciji k-means algoritma moguće postići opcijom `Replicate` (vidjeti dokumentaciju za funkciju `kmeans` u MATLAB-u).

Drugi problem je što je potrebno unaprijed poznavati broj klastera, tj. regiona na koje želimo da segmentiramo sliku. Iako postoje metodi za procjenu ovog broja još uvijek se on vrlo često određuje na osnovu znanja o konkretnom domenu primjene.

Za ovu vježbu su još od značaja i funkcije:

```
c = makecform('srgb2lab');
```

kojom se formira struktura za konverziju iz sRGB kolor-prostora u CIE L*a*b* kolor-prostor;

```
b = applycform(a, c);
```

kojom se primjenjuje kolor-transformacija u promjenljivoj c na sliku a .

Vizuelizacija segmentiranih slika može se realizovati pomoću funkcije `label2rgb`, čija je sintaksa:

```
rgb = label2rgb(L);
```

Ova naredba konvertuje matricu oznaka regiona L u RGB matricu rgb u kojoj su regionima dodijeljene različite boje kako bismo mapu regiona mogli lako da prikazemo.

Zadaci

Vektorski median filter

1. Napisati funkciju u MATLAB-u kojom se implementira vektorski median filter.

Zaglavlje funkcije treba da ima sledeći izgled:

```
function out = vmf(in, nhood)
% Vector Median Filter
% out = vmf(in, nhood)
%
% in - ulazna slika
% nhood - veličina prozora, npr. [3 3]
% out - izlazna slika
```

Za izračunavanje i sortiranje kumulativnih udaljenosti piksela na trenutnoj poziciji prozora možete iskoristiti priloženu funkciju `dist.m`

2. Na sliku `board.tif` (sastavni dio Image Processing Toolboxa) dodati impulsni šum tako što ćete u svakoj kolor-komponenti pojedinačno narušiti 10% piksela impulsnim šumom.
3. Filtrirati impulsni šum vektorskim median filtrom, kao i skalarnim median filtrom primjenjenim na pojedinačne komponente. Komentarisati razlike u dobijenim rezultatima.
4. Napisati funkciju u MATLAB-u kojom se implementira α -skraćeni vektorski median filtar. Zaglavlje funkcije treba da ima sledeći izgled:


```
function out = alphavmf(in, nhood, alpha)
% Alpha Trimmed Vector Median Filter
% out = alphavmf(in, nhood)
%
% in      - ulazna slika
% nhood  - veličina prozora, npr. [3 3]
% alpha  - broj odmjeraka najbližih vektorskoj median vrijednosti
%         koji se usrednjavaju
% out    - izlazna slika
```
5. Sliku `board.tif` narušiti kombinacijom Gausovog i impulsnog šuma tako što ćete svaku komponentu pojedinačno narušiti Gausovim bijelim šumom nulte srednje vrijednosti i varijanse 0,03, a nakon toga 5% njenih piksela narušite impulsnim šumom.
6. Filtrirati narušenu sliku vektorskim median filtrom, uniformnim filtrom primjenjenim na pojedine komponente (Arithmetic Mean Filter – AMF) te α -skraćenim vektorskim median filtrom. Uporediti dobijene rezultate.

Segmentacija

7. Napisati funkciju u MATLAB-u za segmentaciju kolor slika korištenjem klasterizacije. Zaglavlje funkcije treba da ima sledeći izgled:


```
function lab = kmeans_segmentacija(im, no_reg, no_iter)
% kmeans segmentacija
% lab = kmeans_segmentacija(im, k)
%
% im      - ulazna slika u boji
% no_reg  - broj regiona
% no_iter - broj ponavljanja kmeans algoritma
% lab    - oznake regiona
```
8. Pomoću funkcije iz prethodne tačke segmentirati sliku `epithel.jpg` korištenjem klasterizacije u RGB kolor-prostoru.
9. Ponoviti prethodni zadatak korištenjem $L*a*b*$ kolor-prostora. Uporediti rezultate.
10. Uporediti rezultate kolor-segmentacije sa segmentacijom grayscale verzije iste slike. Prag za segmentaciju odrediti pomoću funkcije `graythresh`.