

## Vježba 3.

### Filtriranje u prostornom domenu

Cilj ove vježbe je upoznavanje sa osnovnim funkcijama IPT za filtriranje slike u prostornom domenu. Filtriranje slike ima primjenu u poboljšanju i restauraciji slike, izdvajanju ivica, segmentaciji, itd. U ovoj vježbi biće demonstrirana primjena filtriranja u prostornom domenu na uklanjanje šuma sa slike.

Uspješnost poboljšanja slike posmatrač obično ocjenjuje subjektivno, a uspješnost restauracije se često ocjenjuje objektivnim mjerama kao što je srednjekvadratna greška:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |\hat{a}[m,n] - a[m,n]|^2,$$

gdje je  $a[m,n]$  originalna slika, a  $\hat{a}[m,n]$  estimat. Ipak, važno je napomenuti da nije poznata matematička funkcija greške koja odgovara ljudskoj percepciji uspješnosti restauracije.

#### **Funkcije koje se koriste u ovoj vježbi**

Za filtriranje slike u IPT koristi se funkcija `imfilter` čija je osnovna sintaksa:

```
b = imfilter(a,h, način_filtriranja, rubne_opcije, ...  
           opcije_veličine);
```

gdje je `a` slika koja se filtrira, `h` maska filtra, `način_filtriranja` specificira da li se izračunava korelacija ili konvolucija, `rubne_opcije` način rješavanja problema rubnih piksela, a `opcije_veličine` određuje da li će biti vraćen cijeli rezultat konvolucije ili samo slika čija je veličina jednaka veličini polazne slike. Detalji specificiranja ovih parametara su dati u dokumentaciji.

Slična funkcija je `ifilter2`, ali ona nema mogućnost definisanja različitih načina proširivanja slike preko rubova, već se smatra da su ti odmjerci jednaki nuli.

Pored ovih funkcija postoji i osnovna funkcija za izračunavanje 2D konvolucije `conv2`.

Važno je napomenuti da funkcije `imfilter` (ako se ne specificira `način_filtriranja`) i `ifilter2` u stvari izračunavaju 2D korelaciju između slike i filtra koji su zadati kao argumenti. Da bi se ove funkcije iskoristile za izračunavanje konvolucije potrebno je konvolucioni kernel (kakvi su na primjer dati na predavanjima) rotirati za 180 stepeni.

U IPT postoji funkcija `fspecial` pomoću koje je moguće generisati predefinisane 2D filtre koji se često koriste u digitalnoj obradi slike. Osnovna sintaksa ove funkcije je:

```
h = fspecial('tip_filtra');
```

gdje je `tip_filtra` string koji sadrži naziv željenog filtra. U zavisnosti od tipa filtra ova funkcija može imati i dodatne argumente kojima se filtar detaljnije definiše. Maske filtara koje se dobijaju korištenjem ove funkcije su već rotirane za 180 stepeni i mogu se direktno iskoristiti za izračunavanje konvolucije pomoću funkcija `imfilter` i `filter2`.

Adaptivni Wienerov filtar za uklanjanje šuma implementiran je funkcijom `wiener2`. Ova funkcija se može koristiti na dva načina. Prvi način ima sintaksu:

```
b = wiener2(a, [m n], noise);
```

gdje je `a` slika koja se filtrira, a okolina veličine  $m \times n$  oko tekućeg piksela se koristi za estimaciju lokalne srednje vrijednosti i standardne devijacije slike. Varijansa šuma kojim je slika narušena je `noise`.

Drugi način je dat sintaksom:

```
[b, noise] = wiener2(a, [m n]);
```

Sada se i varijansa šuma estimira na okolini  $m \times n$ .

Median filtriranje vrši se pomoću funkcije `medfilt2` čija je sintaksa:

```
b = medfilt2(a, [m n], rubne_opcije);
```

gdje je `a` slika koja se filtrira korištenjem median filtra dimenzija  $m \times n$  sa zadatim načinom popunjavanja piksela izvan granica slike. Predefinisano je popunjavanje nulama.

Konačno, pomoću funkcije `imnoise` moguće je narušiti sliku nekim od tipova šuma koji se često javljaju na digitalnim slikama. Osnovna sintaksa ove funkcije je:

```
b = imnoise(a, tip, parametri);
```

gdje je `a` ulazna slika, `tip` je tip šuma, a `parametri` su parametri korišteni pri generisanju određenog tipa šuma.

## Zadaci

1. Učitati sliku `lena.jpg` i prikazati je. Na ovu sliku primijeniti uniformni filtar dimenzija  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$  i  $7 \times 7$ . Iskoristiti predefinisane opcije funkcije `imfilter`. Prikazati dobijene slike. Šta se dešava sa slikom kada se red filtra povećava? Kako se ta pojava može objasniti?
2. Na slikama dobijenim u prethodnoj tački uočiti problem sa rubnim pikselima. Ponoviti filtriranje filtrom dimenzija  $7 \times 7$  uz vrijednost `'replicate'` za `rubne_opcije`. Objasniti razliku u rezultatu.
3. Prevesti originalnu sliku u klasu `double`. Elementi matrice treba da budu u opsegu `[0, 1]`. Generisati novu sliku koja se dobije kada se 10% piksela te slike naruši šumom tipa `salt & pepper`. Prikazati dobijenu sliku. Primijeniti na dobijenu sliku sledeće filtre:
  - o uniformni filtar dimenzija  $3 \times 3$ ,
  - o Wienerove filtre dimenzija  $3 \times 3$  i  $5 \times 5$ , i
  - o median filtar dimenzija  $3 \times 3$ .

- Prikazati dobijene slike. Koji filtar po vašem mišljenju daje najbolje rezultate u prisustvu ovog šuma. Zašto? Odrediti srednjekvadratnu grešku za svaki od dobijenih filtara.
4. Generisati sada novu sliku koja se dobije kada se polazna slika naruši Gausovim šumom nulte srednje vrijednosti i varijanse 0.005. Prikazati dobijenu sliku. Primijeniti na narušenu sliku sledeće filtre:
    - o uniformni filtar dimenzija 3x3,
    - o Wienerove filtre dimenzija 3x3 i 5x5 (sa i bez zadate varijanse šuma), i
    - o median filtar dimenzija 3x3.Prikazati dobijene rezultate. Odrediti srednjekvadratnu grešku za svaki od dobijenih filtara. Koji filtar rezultira najmanjom srednjekvadratnom greškom? Kakve se razlike mogu uočiti u odnosu na slučaj kada je šum bio tipa `salt & pepper`?
  5. Na originalnu sliku `lena` primijeniti uniformni filtar dimenzija 5x5, a zatim na rezultujuću sliku Laplasov filtar. Pronaći sada razliku slika dobijenih primjenom uniformnog i Laplasovog filtra. Prikazati dobijenu sliku pomoću funkcije `imshow` navodeći joj kao drugi parametar puni opseg vrijednosti intenziteta `[]`. Ukoliko se želi skaliranje dobijene slike na opseg `[0, 1]` može se iskoristiti funkcija `mat2gray`. Kakav zaključak možete izvesti? Kako se zove tehnika implementirana na ovaj način?
  6. Na sliku narušenu Gausovim šumom iz tačke 4. primijeniti uniformni filtar dimenzija 5x5. Na rezultujuću sliku primijeniti Laplasov filtar. Pronaći sada razliku slika dobijenih primjenom uniformnog i Laplasovog filtra. Prikazati rezultat. Može li se sada uočiti jedna loša strana ove tehnike?