

Univerzitet u Banjaluci
Elektrotehnički fakultet
Katedra za opštu elektrotehniku
Digitalna obrada slike

Vježba 6.

Korekcija sjenčenja

Cilj ove vježbe je upoznavanje sa osnovnim metodama za korekciju sjenčenja, odnosno, neuniformnog osvjetljenja na slikama. Neka je sa $f(x, y)$ označena slika. Ova funkcija se može karakterisati pomoću dvije komponente:

1. količinom svjetlosti koja potiče od izvora koji osvjetljava scenu, $i(x, y)$, i
2. količinom svjetlosti koja se reflektuje od objekata na sceni, $r(x, y)$.

Matematički, funkcija $f(x, y)$ je data sa:

$$f(x, y) = i(x, y)r(x, y), \quad (1)$$

pri čemu je $0 < i(x, y) < \infty$ i $0 < r(x, y) < 1$. Priroda $i(x, y)$ je određena izvorom svjetlosti, a priroda $r(x, y)$ karakteristikama objekata na sceni.

Pošto je sjenčenje u stvari poremećaj koji nastaje kao posljedica neuniformnog osvjetljenja scene slijedi da je njegov matematički opis dat funkcijom $i(x, y)$. Sjenčenje je često nepovoljna pojava pa se nastoji da se ono ukloni. U ovu svrhu se najčešće koriste metoda estimacije pozadine i homomorfno filtriranje.

Estimacija sjenčenja

Ova metoda se zasniva na pretpostavci da je funkcija $i(x, y)$ sporopromjenljiva, tj. da je u njenom spektru energija većim dijelom sadržana u opsegu nižih frekvencija. Sa druge strane, energija reflektovane komponente, $r(x, y)$ nalazi se na višim frekvencijama. Prema tome, filtriranjem slike niskopropusnim filtrom dobija se estimacija sjenčenja, tj. funkcije $i(x, y)$. Upotrebljeni konvolucionni kernel treba da bude veći od objekata na slici kako bi svi detalji bili uklonjeni. Dobijeni estimat sjenčenja je:

$$\hat{i}(x, y) = h_{NP}(x, y) * f(x, y), \quad (2)$$

gdje je $h_{NP}(x, y)$ impulsni odziv upotrebljenog niskopropusnog filtra. Sada se restaurirana slika bez sjenčenja dobija oduzimanjem dobijenog estimata od polazne slike:

$$\hat{f}(x, y) = f(x, y) - h_{NP}(x, y) * f(x, y). \quad (3)$$

Rezultujuća slika je tipično tamna pa joj se obično dodaje konstanta ili se koristi neka transformacija intenziteta piksela kako bi se poboljšao kontrast.

Homomorfno filtriranje

Homomorfno filtriranje se zasniva na činjenici da je multiplikativni uticaj osvjetljenja scene u (1) moguće logaritmiranjem pretvoriti u aditivni. Tako, ako definišemo:

$$\begin{aligned} z(x, y) &= \ln f(x, y) \\ &= \ln i(x, y) + \ln r(x, y) \end{aligned} \quad (4)$$

Tada se primjenom Furijeove transformacije dobija:

$$Z(u, v) = I(u, v) + R(u, v), \quad (5)$$

gdje su $I(u, v)$ i $R(u, v)$ Furijeove transformacije od $\ln i(x, y)$ i $\ln r(x, y)$, respektivno. Primijenimo li na $Z(u, v)$ filter čija je funkcija prenosa $H(u, v)$, dobijamo:

$$\begin{aligned} S(u, v) &= H(u, v)Z(u, v) \\ &= H(u, v)I(u, v) + H(u, v)R(u, v), \\ &= I'(u, v) + R'(u, v) \end{aligned} \quad (6)$$

odnosno, u prostornom domenu:

$$s(x, y) = i'(x, y) + r'(x, y), \quad (7)$$

gdje su $I'(u, v)$ i $R'(u, v)$ Furijeove transformacije od $i'(x, y)$ i $r'(x, y)$. Konačno, primjenom eksponencijalne funkcije:

$$\begin{aligned} g(x, y) &= e^{s(x, y)} \\ &= e^{i'(x, y)} e^{r'(x, y)} \\ &= i_0(x, y) r_0(x, y). \end{aligned} \quad (8)$$

Ukoliko ovu tehniku želimo da iskoristimo za uklanjanje neželjenog sjenčenja ponovo polazimo od pretpostavke da je uticaj osvjetljenja, $i(x, y)$ sporopromjenljiva funkcija u prostoru, dok reflektovana komponenta, $r(x, y)$ sadrži brze promjene. Na osnovu ovoga dolazimo do zaključka da filter $H(u, v)$ treba da ističe visoke frekvencije, tj. da ima oblik:

$$H(u, v) = a + bH_{vp}(u, v), \quad (9)$$

gdje su $a < 1$ i $b > 1$, konstante, a $H_{vp}(u, v)$ funkcija prenosa visokopropusnog filtra.

Zadaci

1. Učitati i prikazati sliku `rice.png` (sastavni dio IPT). Scena na ovoj slici je neuniformno osvjetljenja što je rezultovalo sjenom u donjem dijelu slike. Ova sjena ima nepovoljan uticaj na analizu slike jer npr. otežava njenu segmentaciju.
2. **Estimacija pozadine.** Filtrirati sliku konvolucionim kernelom koji je velik u poređenju sa objektima na slici (zrnima riže). Upotrebite uniformni kernel. Obratite pažnju na rubne opcije. Prikazati rezultat. Šta je dobijeno? Šta bi se desilo da je iskorištena pogrešna rubna opcija?
3. Oduzeti rezultat tačke 2. od polazne slike. Prikazati rezultat. Komentarisati. Pobojšati vizuelni izgled slike.
4. **Homomorfno filtriranje.** Polazna tačka je ponovo slika `rice.png`. Kreirati novu sliku koja je logaritam polazne. Filtrirati sliku filtrom koji naglašava visoke frekvencije, jednačina (9). Visokopropusni filter konstruisati na sledeći način:

$$H_{VP}(u, v) = 1 - H_{NP}(u, v),$$

gdje je $H_{NP}(u, v)$ funkcija prenosa niskopropusnog filtra. U ovu svrhu se može iskoristiti Batervortov filter (vidi vježbu broj 4) 2. reda sa pragom $D_0 = 0,05$.

Zatim konstruisati filter koji naglašava visoke frekvencije, jednačina (9). Uzeti $a = 0,6$ i $b = 1,7$. Prikazati rezultat. Uporediti sa rezultatom iz prethodne tačke. Komentarisati.