



## 4. laboratorijska vježba

## Detekcija značajki i optički tok

Name:

JMBAG:

- **Svrha vježbe**

Upoznavanje s operacijama na slikama. Implementacija Harrisovog detektora kutova i Lucas-Kanade optičkog toka.

- **Priprema**

Ova se vježba radi u Matlabu. Za uspješno obavljanje vježbe proučite predavanja o obradi slike.

- **Grafovi i jednačbe**

Slike priložite u pdf datoteku kao komentar. (Za Adobe Reader: Tools->Comment & Markup->Attach a File as a Comment).

- **Korisne Matlab funkcije**

`imfilter`, `fspecial`, `quiver`, `trace`

**Zadatak 1 : Harrisov detektor kutova**

Detekcija značajki je osnova za mnoge operacije u računalnom vidu. Kako bi se omogućilo efikasno praćenje istih značajki kroz više slika, značajke moraju biti prepoznatljive u odnosu na okolinu. Najjednostavnije točkaste značajke koje poštuju takvu definiciju su kutovi koji se mogu definirati kao ekstremi funkcije intenziteta u slici.

Ako se definira sličnost između dva okna s međusobnim pomakom  $(\delta_u, \delta_v)$  kao

$$s(u, v, \delta_u, \delta_v) = \sum_{(i,j) \in W} w(u, v) (I(u + \delta_u + i, v + \delta_v + j) - I(u + i, v + j))^2, \quad (1)$$

kut se može definirati kao točka za koju funkcija  $s$  ima veliku vrijednost za sve moguće pomake.

Aproksimacijom funkcije intenziteta Taylorovim redom dobivamo

$$s(u, v, \delta_u, \delta_v) \approx \begin{bmatrix} \delta_u & \delta_v \end{bmatrix} A \begin{bmatrix} \delta_u \\ \delta_v \end{bmatrix} \quad (2)$$

gdje je  $A$  definirana kao



$$A = \sum_{(i,j) \in W} w(i, j) \begin{bmatrix} I_u^2(u + i, v + j) & I_u(u + i, v + j)I_v(u + i, v + j) \\ I_u(u + i, v + j)I_v(u + i, v + j) & I_v^2(u + i, v + j) \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Funkcija sličnosti je stoga aproksimirana kvadratnom formom, gdje matrica  $A$  ima ulogu Hesseove matrice. Samim time, da bi funkcija  $s$  imala veliku vrijednost u svim smjerovima, aproksimacija kvadratnom formom mora biti konveksna u toj točki. To je moguće ako su obje svojstvene vrijednosti relativno veliki pozitivni brojevi.

Da bi se izbjegla dijagonalizacija i računanje svojstvenih vrijednosti, Harrisov detektor koristi sljedeću mjeru

$$C_H(u, v) = \det(A) - k \operatorname{tr}(A). \quad (4)$$

U ovom zadatku potrebno je implementirati Harrisov detektor kutova. U implementaciji pratite sljedeće korake:

1. Koristite sliku *checkboard.png*. Prije obrade pretvorite vrijednosti intenziteta u realne brojeve.
2. Za računanje vertikalnih i horizontalnih usmjerenih derivacija koristite konvoluciju Sobelovim operatorom, `fspecial("sobel")`. Za računanje konvolucije koristite funkciju `imfilter`. Usmjerene derivacije izračunajte za svaki piksel.  
3. Izračunajte matricu  $A$  (3) za svaki piksel. Vrijednosti intenziteta izvan granica slike možete smatrati da su 0. Za težinsku funkciju  $w(i, j)$  koristite Gaussovu masku 3x3. Gaussovu masku izračunajte funkcijom `fspecial('gaussian')`.
4. Izračunajte Harrisovu mjeru (4) za svaki piksel. Koristite  $k = 0.04$ .
5. Za kuteve uzmite piksele ako je vrijednost Harrisove mjere veća od praga. Odaberite adekvatan prag.

Komentirajte rezultate. Na slici naredbom `plot` jasno označite detektirane značajke. Sliku priložite ispod. Objasnite svrhu algoritma potiskivanja nemaksimalnih vrijednosti u detekciji značajki. Ima li smisla korištenje takvog algoritma za dobivenu sliku?



## Zadatak 2 : Optički tok

Uz pretpostavku jednakosti osvjetljenja, optički tok je definiran kao pomak  $(\delta_u, \delta_v)$  u jednadžbi ograničenja osvijetljenosti

$$I(u + \delta_u, v + \delta_v, t + \delta_t) = I(u, v, t). \quad (5)$$

Uz pretpostavku malog pomaka, moguć je razvoj funkcije intenziteta u Taylorov red, što dovodi do jednadžbe optičkog toka

$$I_u \delta_u + I_v \delta_v + I_t \delta_t = 0. \quad (6)$$

Ako pretpostavimo da se susjedni pikseli slično gibaju, dobivamo sustav s više jednadžbi nego nepoznanica koji je moguće riješiti metodom najmanjih kvadrata.

U ovom zadatku potrebno je implementirati Lucas-Kanade optički tok. Optički tok računajte između slika *traffic1.png* i *traffic2.png* koje je prvo potrebno izgladiti Gaussovom maskom radi smanjenja visokofrekventnog šuma. Optički tok računajte samo za značajke koje detektirate već implementiranim Harrisovim detektorom. Prag postavite tako da imate oko 30 detektiranih značajki. Ne koristite značajke koje se nalaze za manje od 50 piksela od ruba slike. Za računanje optičkog toka pretpostavite da se pikseli u susjedstvu 5x5 slično gibaju.

Vektore dobivenog optičkog toka prikažite na prvoj slici naredbom `quiver`. Komentirajte rezultate i priložite sliku. Detaljno objasnite moguća poboljšanja algoritma optičkog toka. Navedite koje probleme pokušavaju riješiti.



**Predaja vježbe**

---

Stvorite zip arhivu koja sadrži **ovaj pdf s popunjenim rješenjima** te **matlab programski kod**. Učitajte na Moodle.