

# Klasifikacija satelitskih slika

Klasifikacija satelitskih slika znači klasifikaciju svakog piksela slike u jednu od predefinisanih klasa pokrivača zemljišta. Pokrivač zemljišta čine prirodne ili vještačke strukture koje zauzimaju određeni dio Zemljine površine, kao što su, na primjer, vegetacija, vodena površina, zgrade, put, itd. Klase pokrivača zemljišta je moguće odrediti na osnovu posmatranja snimaka Zemljine površine.

Pretpostavićemo da uzorak treba klasifikovati u jednu od  $J$  jednako vjerovatnih klasa iz skupa  $\{c_1, c_2, \dots, c_J\}$ . Neka je  $\mu_j = E[\mathbf{x} | c_j]$  srednja vrijednost, a  $\mathbf{C}_j = E[(\mathbf{x} - \mu_j)(\mathbf{x} - \mu_j)^T | c_j]$  kovarijansna matrica uzoraka koji pripadaju klasi  $c_j$ . Ove veličine se estimiraju za svaku klasu posebno na osnovu raspoloživih trening uzoraka

$$\mu_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} \mathbf{x}_i, \quad (1)$$

odnosno

$$\mathbf{C}_j = \frac{1}{N_j - 1} \sum_{i=1}^{N_j} (\mathbf{x}_i - \mu_j)(\mathbf{x}_i - \mu_j)^T, \quad (2)$$

gdje je  $N_j$  broj trening uzoraka iz klase  $c_j$ .

U fazi klasifikacije se za dati testni uzorak  $\mathbf{x}$  klasa određuje na osnovu jednačine (3).

$$\hat{c} = \arg \min_{c_j \in C} d_j(\mathbf{x}), \quad (3)$$

gdje je

$$d_j(\mathbf{x}) = (\mathbf{x} - \mu_j)^T \mathbf{C}_j^{-1} (\mathbf{x} - \mu_j) \quad (4)$$

Mahalanobisova udaljenost između  $\mathbf{x}$  i  $\mu_j$ .

## Praktičan rad

Tema ove vježbe je klasifikacija satelitskog snimka u klase pokrivača zemljišta. Ovaj zadatak podrazumijeva da se svakom pikselu slike dodeli oznaka klase pokrivača zemljišta na odgovarajućoj lokaciji. U ovoj

Tabela 1: Radiometrijske karakteristike ETM+ senzora na Landsat 7 satelitu.

| Broj | Spektralna rezolucija [ $\mu\text{m}$ ] | Opseg         | Prostorna rezolucija [m] |
|------|---|---------------|--------------------------|
| 1    | 0,450-0,515                             | Plavi         | 30                       |
| 2    | 0,525-0,605                             | Zeleni        | 30                       |
| 3    | 0,630-0,690                             | Crveni        | 30                       |
| 4    | 0,760-0,900                             | Bliski IC     | 30                       |
| 5    | 1,550-1,750                             | Srednji IC    | 30                       |
| 6    | 10,40-12,5                              | Termalni      | 60                       |
| 7    | 2,080-2,35                              | Srednji IC    | 30                       |
| 8    | 0,52-0,92                               | Panspektralni | 15                       |

vježbi ćemo za određivanje klasa pokrivača zemljišta koristiti satelitski snimak dobijen senzorom ETM+ na satelitu Landsat 7. Dati snimak predstavlja Banju Luku i njenu okolinu, a izdvojen je iz većeg snimka dostupnog na adresi [ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/WRS2/p189/r029/p189r029\\_7dx20000802.ETM-GLS2000/](ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/WRS2/p189/r029/p189r029_7dx20000802.ETM-GLS2000/). Landsat snimak je multispektralni što znači da sadrži informacije iz različitih spektralnih opsega vidljivog i nevidljivog dijela spektra. Tehnički detalji su dati u tabeli 1 preuzetoj iz dokumenta: [http://glcf.umd.edu/library/guide/techguide\\_landsat.pdf](http://glcf.umd.edu/library/guide/techguide_landsat.pdf). Pojedini spektralni opsezi se nalaze u različitim TIFF fajlovima sa imenima oblika

p189r029\_7t20000802\_z33\_nnXX.tif.gz. Za nas je najvažnija oznaka `_nnXX` koja ukazuje na spektralni opseg (oznaka 10 ukazuje na opseg broj 1, 20 na broj 2, itd.). Ekstenzija `.gz` ukazuje na kompresiju pomoću programa `gzip`. Dekompresija je moguća pomoću standardnih programa za kompresiju/dekompresiju.

Slike i MATLAB kod potrebni za ovu vježbu mogu se preuzeti sa adrese <http://dsp.etfbl.net/dip/klasifikacija.zip>. Glavni program se nalazi u fajlu `bl_remote_sensing_classify.m` i omogućava pripremu trening i test podataka, obučavanje klasifikatora, odnosno, estimaciju a priori vjerovatnoća klasa, srednjih vrijednosti i kovarijansnih matrica funkcija gustine raspodjele uzoraka u svakoj od klasa, kao i poziv funkcije `classify` u kojoj se uzorci klasifikuju. U arhivi se nalaze i funkcije `imstack2vectors`, kojom se podaci prebacuju u format pogodan za obučavanje i testiranje klasifikatora, i `mahalanobis` kojom se izračunava Mahalanobisova udaljenost između dva vektora. Dodatna objašnjenja se nalaze u komentarima u izvornom kodu.

## Zadaci

1. Učitati satelitske snimke date u fajlovima `bl_bandX.tif`. Prikazati snimke i upoznati se sa izgledom karakterističnih klasa pokrivača ze-

mljišta u različitim spektralnim opsezima. Formirati RGB sliku korištenjem opsega 3-2-1 i prikazati je.

2. Za obučavanje klasifikatora se koriste uzorci (pikseli) koji su određeni maskama u fajlovima `maskX.tif`. Učitati maske, prikazati ih i upoređivanjem sa snimcima odrediti kojim klasama pripadaju pikseli određeni svakom od njih.
3. Napisati funkciju `classify` čije je zaglavlje dato u fajlu `classify.m`. Ova funkcija treba da za zadate uzorke u redovima matrice `X`, na osnovu kovarijansnih matrica `CA`, vektora srednjih vrijednosti `MA` i a priori vjerovatnoća klasa `P`, izračuna vrijednost izraza (4) za svaku klasu i odredi kojoj klasi odgovara njegova minimalna vrijednost. Broj elemenata izlaznog vektora `d` je jednak broju uzoraka i svaki element sadrži indeks klase u koju se odgovarajući uzorak klasifikuje.
4. Korištenjem programa `bl_remote_sensing_classification.m` obučiti i testirati klasifikator. Na prikazanoj tematskoj mapi vizuelno ocijeniti koliko je klasifikacija pokrivača zemljišta dobro urađena.
5. Umjesto predefinisanih maski za određivanje trening skupa, izaberite regione iz kojih će se uzimati trening pikseli pomoću funkcije Image Processing Toolboxa `roipoly`. Obučiti i testirati klasifikator. Vizuelno ocijeniti kvalitet klasifikacije pokrivača zemljišta.