

# Računalna detekcija vegetacije uz prometnice temeljena na značajkama iz vidljivoga dijela spektra



Iva Harbaš

Mentor: doc. dr. sc. Marko Subašić

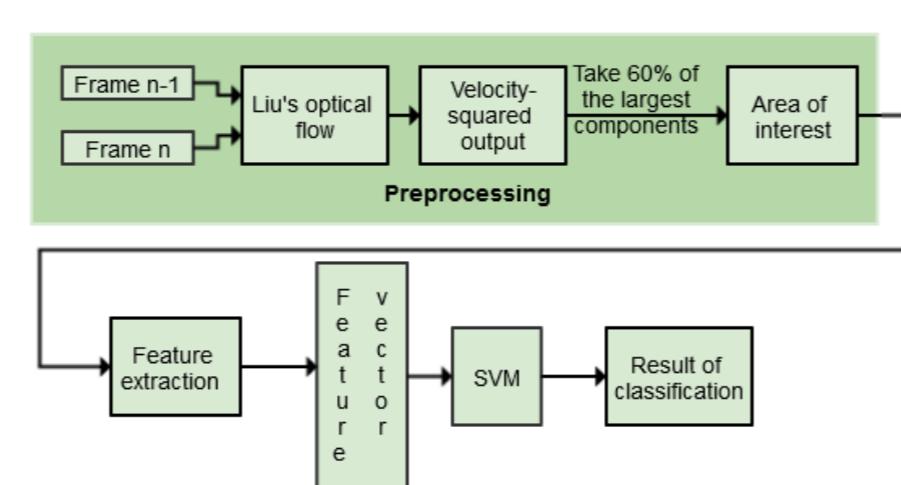
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

## Uvod

Predstavljamo značajku teksture za opis i kategorizaciju (kvazi)periodičnih tekstura koja je nastala kao dio istraživačkog rada na temu detekcije vegetacije uz prometnice s ciljem automatizacije procesa održavanja prometnica. Unatoč dobro postignutim rezultatima metoda klasifikacije vegetacije postojali su rubni slučajevi koje ćemo opisati u nastavku zajedno s predloženim rješenjem.

## Opis problema

Trenutna verzija algoritma za detekciju vegetacije [1] je rezultat nadogradnje naših prethodnih algoritama [3, 2], a sastoji se iz tri koraka (Slika 1.):



Slika 1: Dijagram predložene metode

1. **Predprocesiranje** - određivanje područja interesa.

2. **Odarbit značajki** - Evaluacijom različitih prostora boja (RGB, HSV, YUV i CieLAB) je odabранo 5 statistički najznačajnijih komponenata: Blue, S, U, A i B.

Teksturu opisuju kontinuiranom valičnom transformacijom (2D CWT) koja se definira kao konvolucija ulazne slike  $s(\vec{x})$  s transliranim ( $\vec{b}$ ), rastegnutim ( $a$ ) i rotiranim ( $\theta$ ) osnovnim valičem  $\psi$ :

$$S(\vec{b}, a, \theta) = \int \psi^* \left( r_\theta \left( \frac{\vec{x} - \vec{b}}{a} \right) \right) s(\vec{x}) d^2x \quad (1)$$

uz osnovni Morletov valič:

$$\psi(\omega_x, \omega_y) = e^{-\sigma^2 \left( (\omega_x - \omega_0)^2 + \frac{(\epsilon \omega_y)^2}{2} \right)} \quad (2)$$

Mijenjanjem parametara  $\omega_0$  i  $\sigma$  se opisuju različite frekvencije i skale.

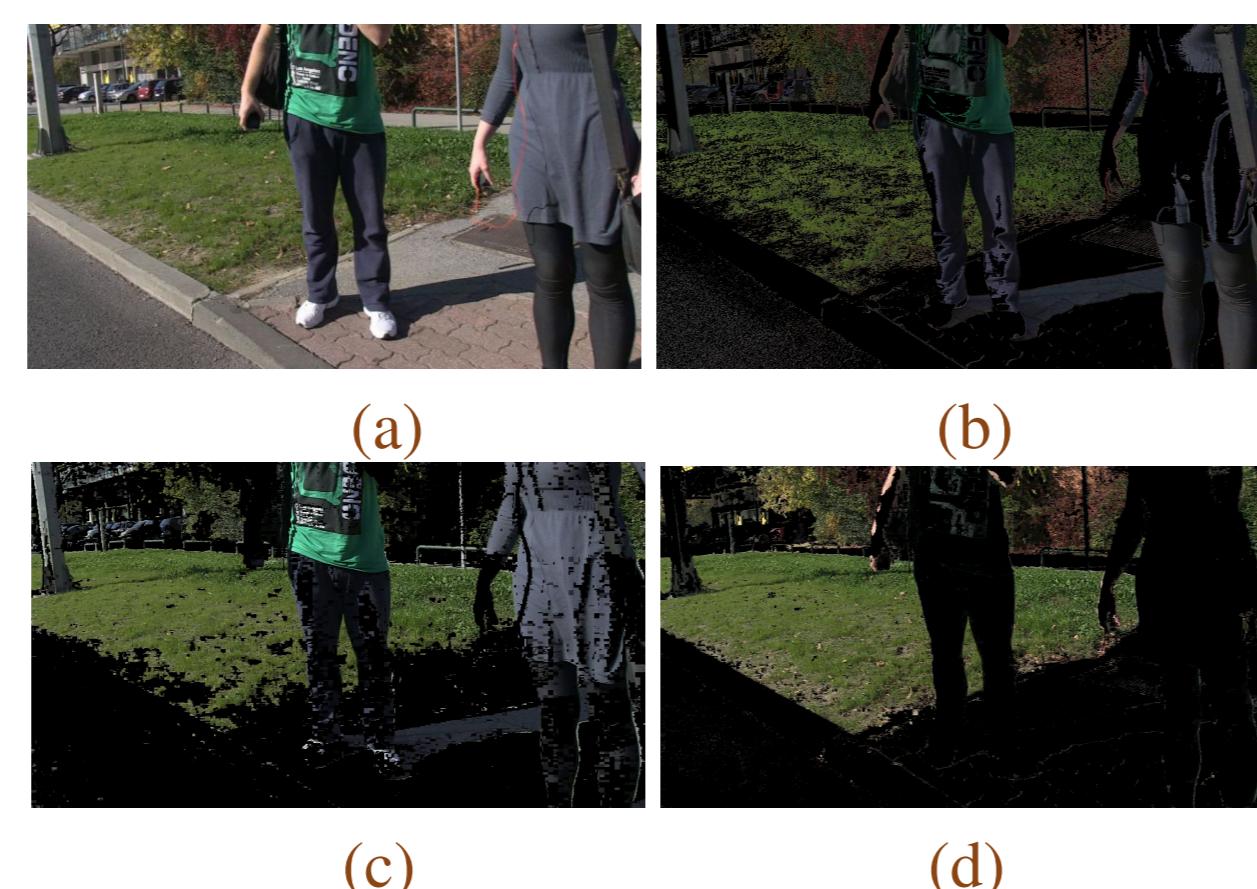
3. **Klasifikacija piksela** - za klasifikaciju se trenira stroj s potpornim vektorima (SVM).

## Metodologija

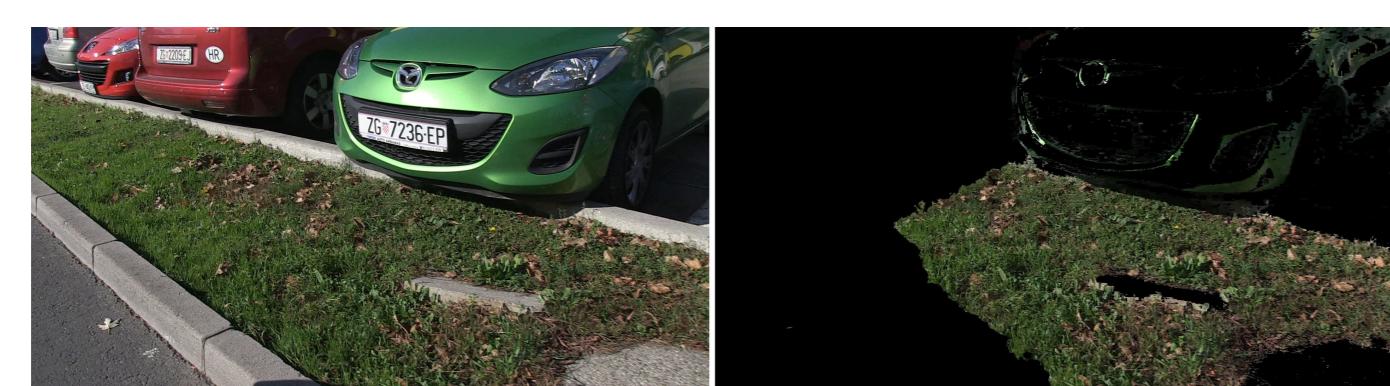
Opisana metoda daje bolje rezultate (Slika 2.(d)) u usporedbi s ostalim metodama baziranim na vidljivom dijelu spektra poput *Visible Vegetation Index-a* - VVI (Slika 2.(b)) i *Green to Red Vegetation Index-a* - GRVI (Slika 2.(c)) što je prikazano i u Tablici 1.

Tablica 1: Usporedba točnosti klasificiranih piksela.

Značajke	Točnost
VVI	58,34%
GRVI	67,617%
BlueSUAB + 2D CWT	93,3247%



Slika 2: Primer detekcije za problematičnu sliku: (a) Originalna slika, (b) VVI, (c) GRVI, (d) Predloženi algoritam



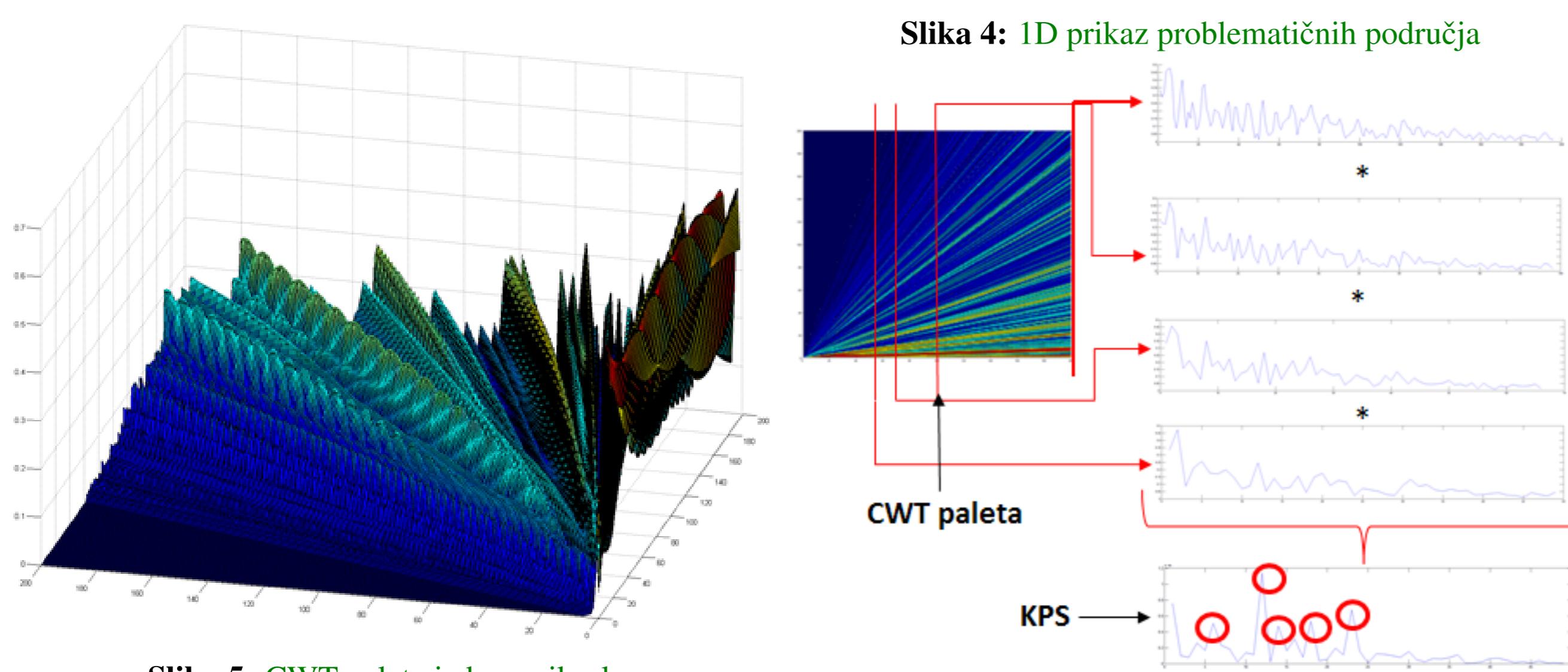
Slika 3: Lijevo: Originalna slika; Desno: Rezultat detekcije vegetacije unutar područja od interesa

Na slici 4. su prikazani 1D zapisi redaka u kojima se nalaze problematični pogrešno klasificirani pikseli (gornji graf) i vegetacija (donji graf).

Prepostavljamo da se rub automobila ponaša kao signal u kojem je sadržana jedna visokofrekvenčna komponenta dok je vegetacija zbroj periodičnih komponenti.

Jednodimenzionalni CWT se računa za raspon parametara  $\omega_0$  i  $\sigma$ . Računanje je fiksirano na 4 centralne frekvencije osnovnog valiča:  $\frac{\omega_0}{4}, \frac{\omega_0}{3}, \frac{\omega_0}{2}$  i  $\omega_0$  čime će se uhvatiti 2., 3. i 4. harmonik periodičnih komponenti za koje prepostavljamo da će ih biti više u području vegetacije.

Opisani postupak je prikazan na slikama 5. i 6.

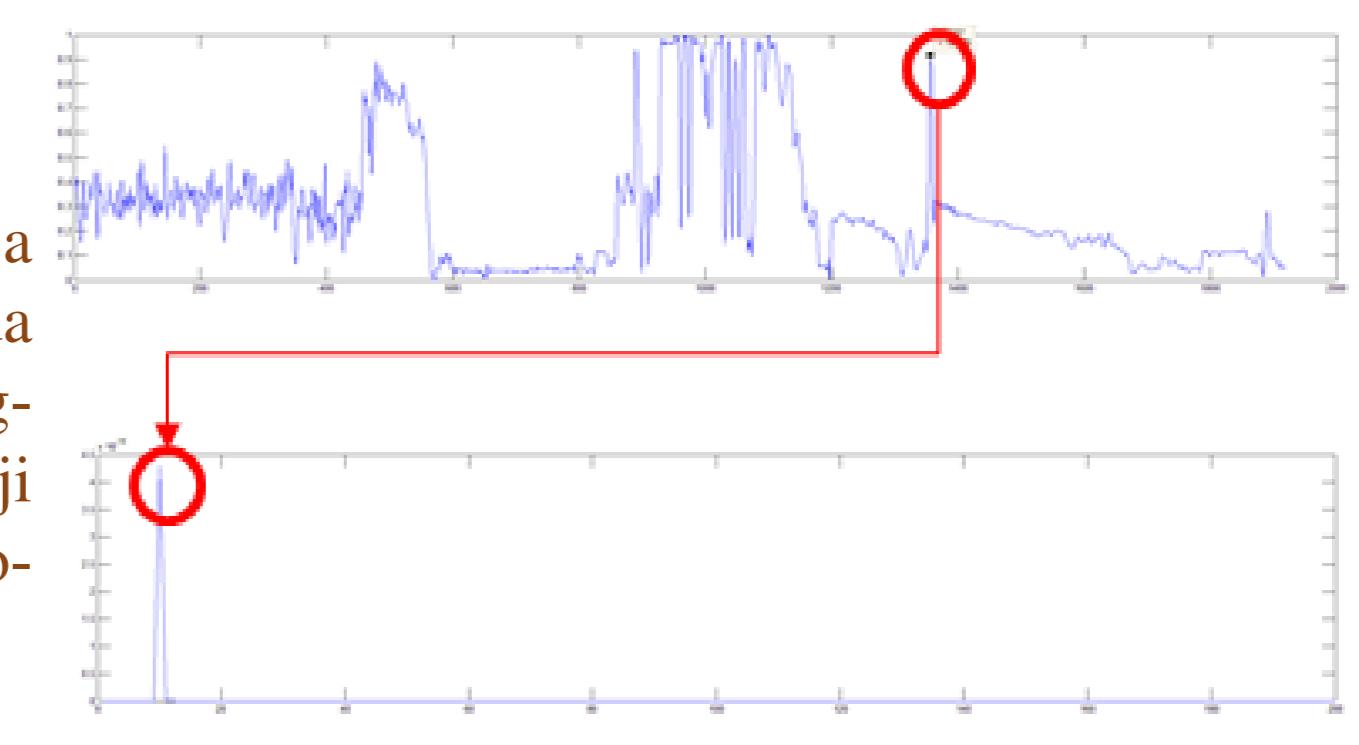


X i y os na CWT paleti (Slika 5.) su parametri  $\omega_0$  i  $\sigma$ , a z-os je izračunata snaga. Za 4 fiksne vrijednosti parametra  $\omega_0$ , označene crvenim na slici 6., se izlaze vrijednosti za sve skale ( $\sigma$ ). Izluzeni

Dan doktorata Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, 3. ožujka 2016.

frekvencijski potpis se množe i kao konačni rezultat se dobije peti graf na slici 6. na kojem označeni maksimumi označavaju pozicije osnovnih harmonika periodičnih komponenata u originalnom signalu. Taj postupak se koristi za detekciju visine tona i naziva se *Harmonic Product Spectrum* (HPS).

Zadnji graf na slici 6. predstavlja novu značajku teksture koja služi za kompleksniji opis frekvencijskog sadržaja piksela i njegove okoline.

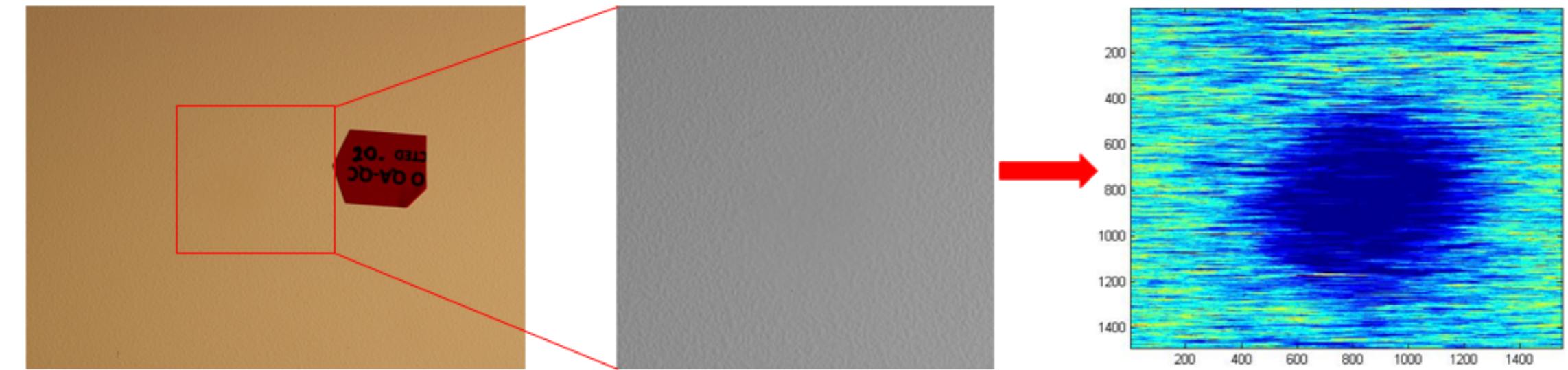


Primjer na slikama 5. i 6. je rezultat izvođenja algoritma za piksel vegetacije i primjećujemo da se na osnovu količine harmonika, područje vegetacije jasnije razlikuje od ruba automobila čiji potpis (slika 7.) ima jednu dominantnu komponentu.

Slika 7: HPS i detekcija osnovne frekvencije

## Rezultati

Primjer korištenja predložene tekture za detekciju nepravilnosti tekture je prikazan na slici 8.

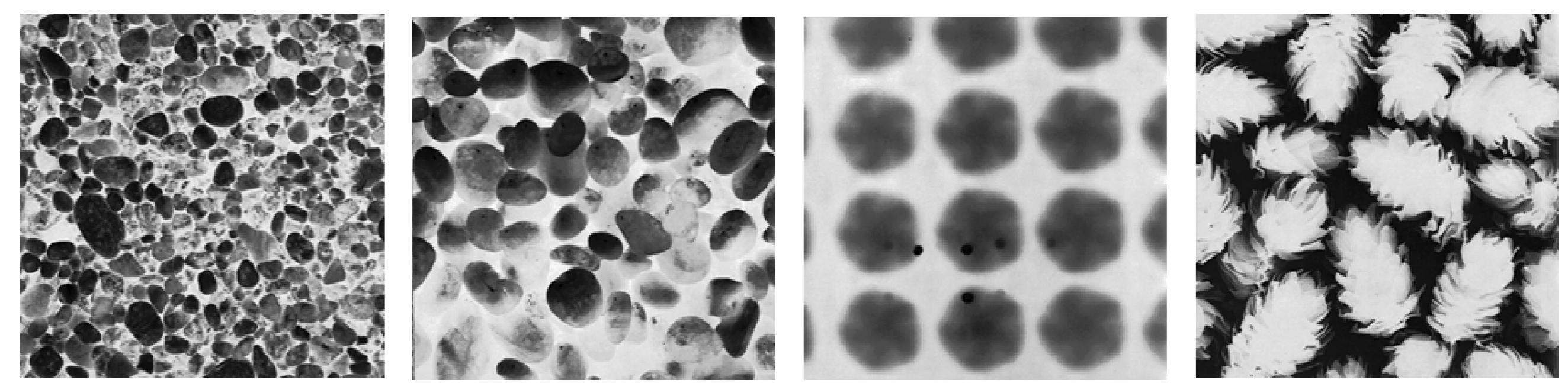


Slika 8: Detekcija nepravilnosti tekture

Na originalnoj slici se ne uočava pogreška dok na slici dobivenoj računanjem predložene tekture nepravilnosti u teksturi dolaze do izražaja.

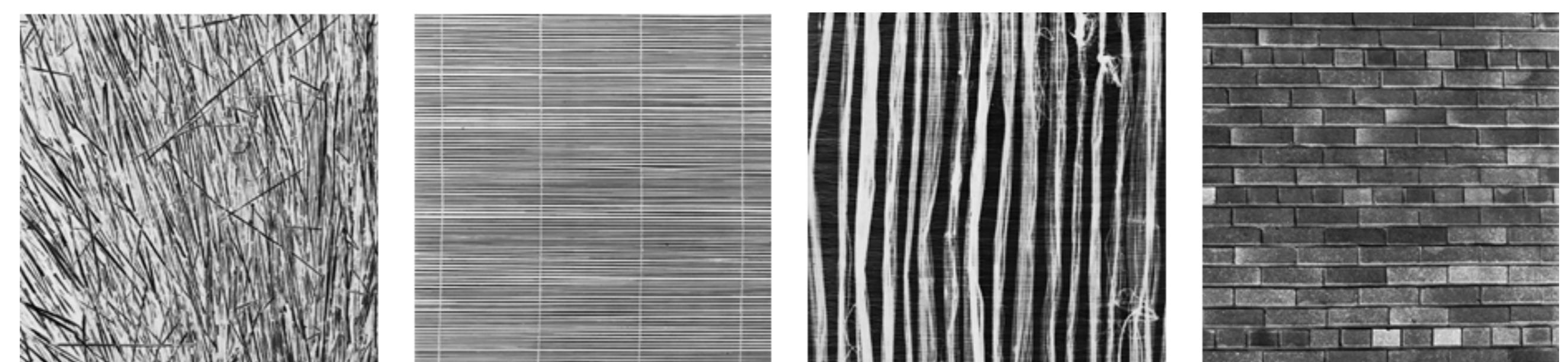
Testiranjem na bazi za analizu i klasifikaciju tekstura - *The original Brodatz dataset* smo jednostavnim algoritmom baziranim na predloženoj značajki uspješno odvojili tri kategorije tekstura:

1. Prvu kategoriju čine tekture s niskim vrijednostima predložene značajke tekture u horizontalnom i u vertikalnom smjeru što znači da nemaju izraženu periodičnost, tj. aperiodične su (Slika 9.).



Slika 9: Aperiodične tekture

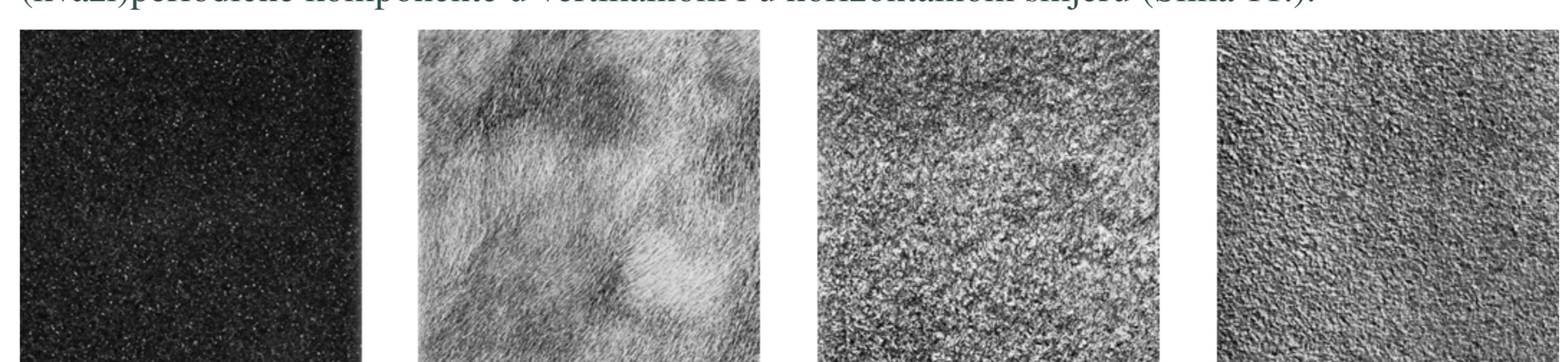
2. U drugu kategoriju se svrstaju tekture koje imaju jedan smjer izraženiji od drugog, tj. detektirane su (kvazi)periodične komponente u horizontalnom ili u vertikalnom smjeru (Slika 10.).



Slika 10: Tekture s periodičnom komponentom dominantnom u jednom smjeru

Ova kategorija je nama od najvećeg interesa jer upravo očekujemo od vegetacije (vlati trave) da će imati jednu komponentu izraženiju od druge.

3. Treća kategorija je specifična po tome što ima izražene obje komponente, tj. detektirane su (kvazi)periodične komponente u vertikalnom i u horizontalnom smjeru (Slika 11.).



Slika 11: Tekture s periodičnim komponentama dominantnim u oba smjera

U ovu kategoriju se svrstavaju posebni oblici vegetacije poput žbunja uz cestu čija tekstura nema izražen smjer poput vlati trave. Upravo to svojstvo prisustva više harmoničnih komponenata u oba smjera ukazuje na to da se radi o finijoj teksturi (u usporedbi s prethodnom kategorijom gdje teksturu klasificiramo kao grublju (eng. coarse)).

## Zaključak

Prikazali smo preliminarne rezultate dobivene testiranjem prezentirane tekture. Ovi rezultati su obećavajući i idući korak nam je uvrštavanja ove tekture u algoritam treniranja klasifikatora.

## References

- [1] I. Harbaš and M. Subašić. Cwt-based detection of roadside vegetation aided by motion estimation. In *Visual Information Processing (EUVIP), 2014 5th European Workshop on*, pages 1–6, Dec 2014.
- [2] I. Harbaš and M. Subašić. Motion estimation aided detection of roadside vegetation. In *Image and Signal Processing (CISP), 2014 7th International Congress on*, pages 420–425, Oct 2014.
- [3] I. Harbaš and M. Subašić. Detection of roadside vegetation using features from the visible spectrum. In *Intelligent Systems, 2014 International Conference on (MIPRO 2014/CIS)*, pages 1454–1459, 2014.