

Vježba 5. Wavelet transformacija

MATLAB i Wavelet Toolbox

Naredbom `wavemenu` pokreće se grafički interfejs za Wavelet Toolbox. Iz menija koji se dobija moguće je pristupiti različitim grafičkim alatima koji su implementirani u Wavelet Toolboxu.

Jednodimenzionalna kontinualna wavelet transformacija je implementirana funkcijom `cwt`.

```
coefs = cwt(s, scales, 'wname', 'plot')
```

Izračunava kontinualnu wavelet transformaciju datog signala:

- `s` – vektor odmjeraka signala koji se analizira,
- `scales` – vektor u kojem se nalaze realne i pozitivne vrijednosti skale na kojima se vrši analiza,
- `'wname'` – ime waveleta koji se koristi u analizi,
- `'plot'` – ukoliko je zadat ovaj parametar crta se *skalogram* signala. Boja piksela zavisi od magnitude wavelet koeficijenata i upotrebljene kolor-mape. Alternativno, moguće je zadati i vrijednost `'3Dplot'` u kom slučaju se skalogram crta kao površ u 3D prostoru.
- `coefs` – matrica koeficijenata wavelet transformacije. Vrste ove matrice odgovaraju koeficijentima na različitim skalama, a kolone odgovaraju različitim pomacima waveleta.

```
colormap(map)
```

Izbor aktivne kolor-mape. Kolor-mapom se definiše preslikavanje između skupa brojnih vrijednosti i skupa boja. U MATLAB-u je predefinisano više kolor-mapa, a moguće je i kreiranje novih. U ovoj vježbi koristićemo `'jet'` kolor-mapu koja se aktivira naredbom `colormap(jet)`.

Zadatak

Kontinualna wavelet transformacija

1. Korištenjem grafičkog interfejsa za Wavelet Toolbox upoznati se sa familijama waveleta. Iz menija koji se dobije izabрати **Wavelet Display** i pregledati neke od waveleta koji su ugrađeni u Wavelet Toolbox. Obratiti pažnju na Mexican hat (`mexh`), Gausov (`gaus`), Haarov (`haar`) i Daubechies (`db`) familiju.

2. Dat je signal $x(t) = \cos(2\pi 100t)$. Generisati odmjerke ovog signala na intervalu $t=0$ do $t=100\text{ms}$ sa frekvencijom odmjeravanja 16kHz. Nacrtati signal korištenjem naredbe `plot`.
3. Pomoću MATLAB-a izračunati kontinualnu wavelet transformaciju signala iz tačke 2. korištenjem Mexican hat waveleta na skalama od 1 do 128 i nacrtati njegov skalogram kao 3D površ i kao sliku u kojoj su bojama kodirane magnitude koeficijenata. Upotrebite 'jet' kolormapu. Na kojim skalama se "vidi" ovaj signal?
4. Dodijeliti 200. odmjerku signala iz tačke 2. vrijednost 20. Nacrtati signal korištenjem naredbe `plot`.
5. Pomoću MATLAB-a izračunati kontinualnu wavelet transformaciju signala iz tačke 2. korištenjem Mexican hat waveleta na skalama od 1 do 128 i nacrtati njegov skalogram kao 3D površ i kao sliku u kojoj su bojama kodirane magnitude koeficijenata. Upotrebite 'jet' kolormapu. Na kojim skalama se "vidi" ovaj signal?
6. Uočiti kompromis između dobre rezolucije u vremenu i frekvenciji na različitim skalama. Imajte u vidu da na skalogramu ne postoji frekvencijska osa već osa sa skalama.
7. Izdvojiti koeficijente koji odgovaraju skalama 1 i 41 i nacrtati ih. Šta se može uočiti?
8. Generisati odmjerke signala:

$$x_1(t) = \cos(2\pi 100t)$$

$$x_2(t) = \cos(2\pi 200t)$$

$$x_3(t) = \cos(2\pi 500t)$$

$$x_4(t) = \cos(2\pi 1000t)$$

- na intervalu $t=0$ do $t=100\text{ms}$ sa frekvencijom odmjeravanja 8kHz. Formirati novi signal konkatenacijom ova četiri signala. Dobija se signal čija frekvencija se skokovito mijenja. Nacrtati signal korištenjem naredbe `plot`.
9. Pomoću MATLAB-a izračunati kontinualnu wavelet transformaciju signala iz tačke 8. korištenjem Mexican hat waveleta, na skalama od 1 do 64 i nacrtati njegov skalogram kao 3D površ i kao sliku u kojoj su bojama kodirane magnitude koeficijenata. Upotrebite 'jet' kolormapu. Na kojim skalama se "vidi" ovaj signal?
 10. Uporediti ovaj skalogram sa spektrogramima istog signala koji se dobijaju korištenjem Hemingovih prozora dužine 16 i 128. U čemu se ogleda prednost korištenja skalograma?

Diskretna wavelet transformacija

1. Korištenjem grafičkog interfejsa Wavelet Toolboxa upoznati se sa izračunavanjem i mogućnostima primjene diskretne wavelet transformacije. Iz menija izabrati **Wavelet 1-D**, a zatim **File > Example Analysis > Noisy Signals – Constant Noise Variance > Noisy Doppler**. Iz menija **Display mode** izabrati **Separate Mode**. U ovom modu prikazane su aproksimacije i detalji signala na svim nivoima dekompozicije kao i koeficijenti wavelet dekompozicije signala.
2. Posmatrati aproksimacije i detalje signala. Šta se dešava sa šumom na različitim nivoima dekompozicije. Kako se ovo može iskoristiti za uklanjanje šuma iz signala? Da li je istovremeno primjetan neki negativan efekat?

3. Izaberite sada **De-noise** da biste dobili **Wavelet 1-D De-Noising** prozor. U ovom prozoru su prikazani koeficijenti detalja DWT i automatski određeni pragovi koji se koriste za uklanjanje šuma. Kliknite na **De-noise** dugme. Dobijaju se prikazi originalnog i filtriranog signala. Očigledno, šum je, u određenoj mjeri, uklonjen. Da li je i dalje primjetan negativan efekat uočen u tački 2? U kojoj mjeri? Komentarisati.
4. Promijenite pragove na nekim od nivoa detalja i posmatrajte njihov uticaj na filtrirani signal. Komentarisati.