

Korištenje filtara za wavelet transformaciju video signala u realnom vremenu

Karlo Ercegović
Davor Perišić
Dario Plichta

Uvod

Standardne kompresije slike su dizajnirane tako da iskoriste statičku redundanciju u većini slika. DCT (diskretna kosinusna transformacija) je osnova kompresije koja se koristi u poznatim kopresijama kao što su JPEG za sliku i MPEG za video.

Micanjem redundancije moguć je samo ograničen omjer kompresije. Povećanje omjera kompresije rezultira micanjem djelova u kojima postoji redundancija što daje degradiranu sliku, za postizanje većeg omjera kompresije i prihvatljive rekonstrukcije slike koriste se druge metode kao što je wavelet transformacija.

Opis wavelet transformacije

Wavelet transformacija postala je najprihvatljivija metoda kompresije za sliku i zvuk. U wavelet transformaciji koriste se dvije vrste filtara V (visoko propusni) i N (nisko propusni) koji kombiniranjem daju tri visoko propusna područja VV (visoko visoko), VN (visoko nisko) i NV (nisko visoko) i jedan nisko propusno područje NN (nisko nisko). Većina slika nastala prirodnim putem (da nisu umjetno nactane) su niskofrekventne pa je važnost područja VV, VN, NV puno manja od područja NN za rekonstrukciju slike.

Matematički opis

Jednodimenzionalna wavelet teorija definira funkciju waveleta i funkciju skaliranja, obje te funkcije su ortonormalne, površina ispod wavelet funkcije mora biti nula kako bi wavelet funkcija bila regularna. Wavelet transformacija se implementira se sa simetričnim filtrima N (nisko propusni) i V (visoko propusni). Osnovna ideja wavelet transformacije je prikazati funkciju f kao superpoziciju waveleta, svaka superpozicija razlaže funkciju f u drukčije skalirana područja i svaka daljna komponenta funkcije f razlaže se na isiti način.

Transformacije paleta boja

Slika u boji ima rastavljenju crvenu, zelenu i plavu komponentu (RGB). Ovakva paleta boja ne može se koristiti kada se komprimira slika. Kada se slika komprimira pikseli formatirani u RGB formatu moraju se transformirati u YUV format, YUV je vrsta sive skale i razlike u bojama

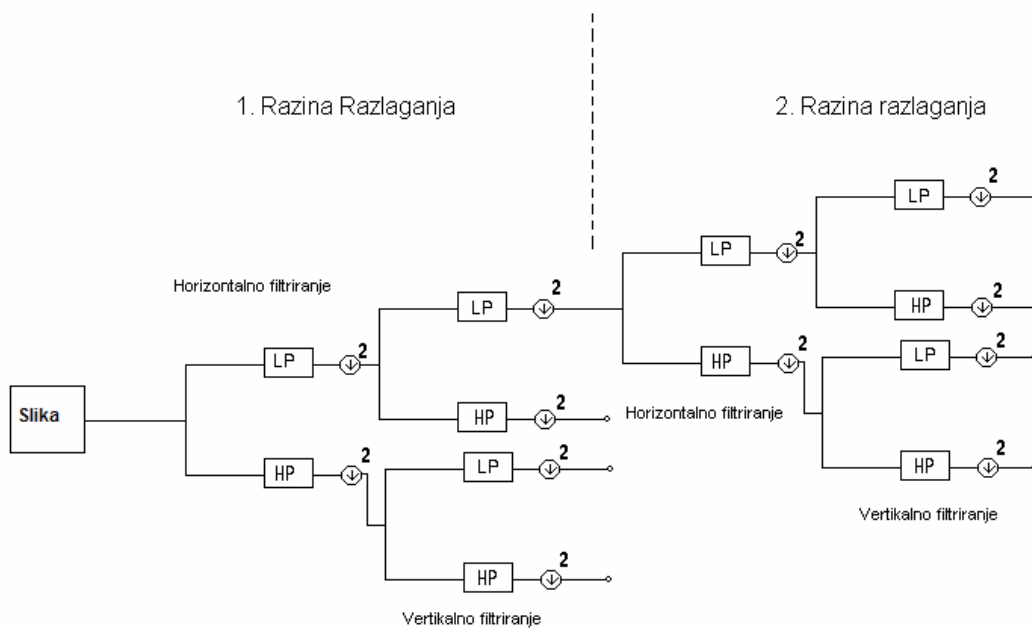
Transformacija iz RGB u YUV:

$$\begin{aligned} Y &= 0.2990 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \\ U &= -0.1867 * R - 0.3313 * G + 0.5000 * B \\ V &= 0.5000 * R - 0.4187 * G - 0.0813 * B \end{aligned}$$

Transformacija iz YUV u RGB:

$$\begin{aligned} R &= Y + 0.0000 * U + 1.40200 * V \\ G &= Y - 0.34414 * U - 0.71417 * V \\ B &= Y + 1.77200 * U + 0.0000 * V \end{aligned}$$

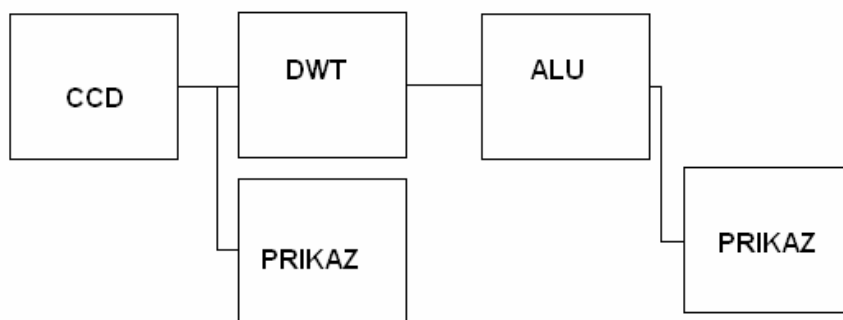
Model transformacije:



slika 1

Utjecaj vrste filtra na razlaganje signala

Pomoću programa GraphEdit složena je sljedeća konfiguracija za ispitivanje utjecaja vrste filtra na razlaganje ulaznog signala.



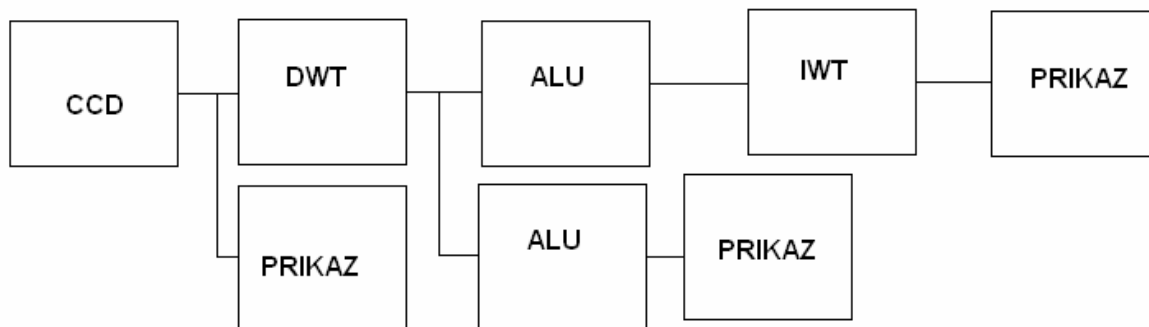
slika 2

Eksperimentalno je dokazano da filtri višeg reda (npr. db5) veći dio informacije uspjevaju «sabiti» u razinu razlaganja gdje su niskopropusni filtri. Druge grane sadrže samo malu količinu detalja (visokofrekvencijske komponente). Ukoliko se tip filtra promjeni u harr, sa dva uzorka impulsnog odziva, jasno se vide razlike u granama koje sadrže detalje. U tim granama detalja ima nešto, korisnog, niskofrekvencijskog sadržaja. Glavna grana koja «sabija» većinu korisnog sadržaja sada je znatno lošije kvalitete jer fali dio korisnih

informacija. Problem koji se uočava jest da prilikom upotrebe filtra sa većim brojem uzoraka razlaganje signala nešto kasni.

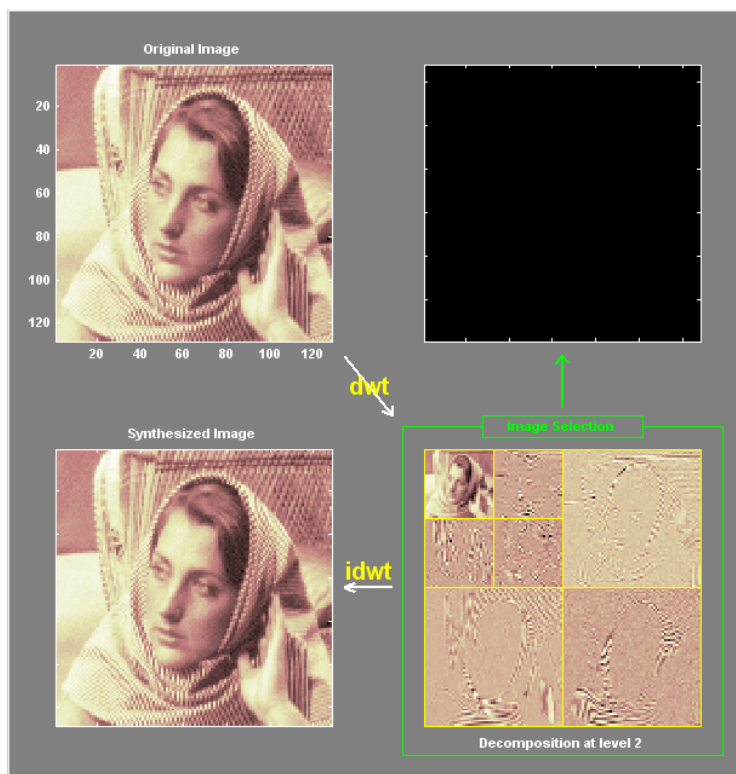
Utjecaj odabira razine razlaganja na rekonstrukciju signala

Sljedeća konfiguracija prikazuje model za ispitivanje razine razlaganja na rekonstrukciju signala upotrebom GraphEdit-a.



slika 3

Model prikazuje originalni signal sa kamere, zatim signal razložen u dvije razine filtrom tipa db3, te signal nakon inverzne transformacije. ALU u grani IWT ima ulogu «maske» na razloženi signal, tako da možemo izdvojiti komponente razloženog signala koji želimo rekonstruirati.



slika 4

Slika 4 prikazuje dekompoziciju u dvije razine, maskom izdvajamo razine koje želimo rekonstruirati. Razina koja najviše nalikuje na originalnu sliku je izlaz iz kaskade LP filtara (slika 1), a čitav njen kvadratić izlaz iz druge razine dekompozicije.

Ako radimo dekompoziciju čitave druge razine razlaganja, razlika originalnog signala i rekonstruiranog je jedva vidljiva prostim okom, uočljivo je da su prijelazi mutniji (fale detalji tj. VF komponente), ali signal je vrlo dobre kvalitete.

Ako se rekonstrukcija radi samo na izlazu i kaskade LP filtra (mala sličica koja najviše nalikuje originalu) tada se jasno vidi razlika između originala i rekonstruiranog signala. Signalu fali dosta detalja (VF komponenti) ali slika nakon rekonstrukcije zadržava glavna obilježja i jasno se raspoznaju predmeti koji se snimaju kamerom.

Zaključak

Wavelet transformacija pogodna je za razlaganje slike prije komunikacijskog kanala gdje bi se dio signala sa najviše informacija zaštitio sa najvećim brojem bitova zaštite. Time bi se dobila otpornost na smetnje u komunikacijskom kanalu.

Jednako tako bi se princip ove transformacije mogla upotrebiti za kompresiju signala za video konferencije gdje bi se uzeo samo signal iz druge razine razlaganja, koja još daje vrlo dobru kvalitetu slike, čime bi se smanjila količina informacija u prenosu.