

Kompresija slika pomoću talasića

Pavle Gavrilović

E-mail: pavlemgavrilovic@gmail.com

2019

U okviru rada opisana je osnovna ideja koja stoji iza postupka *kompresije slika* i prednosti primene *transformacije talasićima* u odnosu na Furijeovu transformaciju. Zatim je kratko opisana implementacija koja se oslanja na *WSQ algoritam* i prikazano je nekoliko slika koje predstavljaju rezultat.

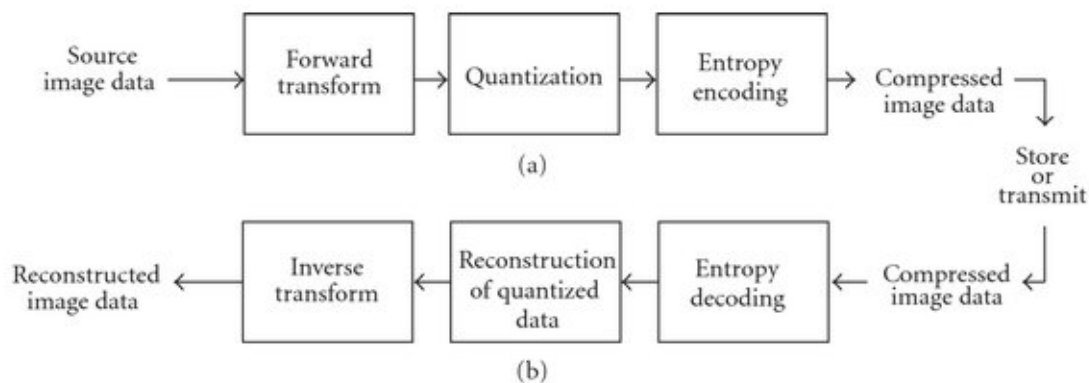
Uvod

Kompresija podataka predstavlja proces stvaranja kompaktne reprezentacije *sirovih* podataka, najčešće radi olakšavanja njihovog skladištenja ili transfera. Uopšteno govoreći, javlja se u dva vida: *kompresija bez gubitka* i *kompresija sa gubitkom*, u zavisnosti od mogućnosti savršene rekonstrukcije polaznih podataka.

Kompresija slika

Kada je u pitanju kompresija slika, nesavršenost ljudskog čula vida znači da je u velikom broju slučajeva moguće izvršiti kompresiju sa gubitkom. Još jedna stvar koja se iskorišćava jesu *velike* površine na kojima susedni pikseli imaju sličnu vrednost.

Kod većine alata za kompresiju slika, koji su zasnovani na transformaciji (*eng. transform*



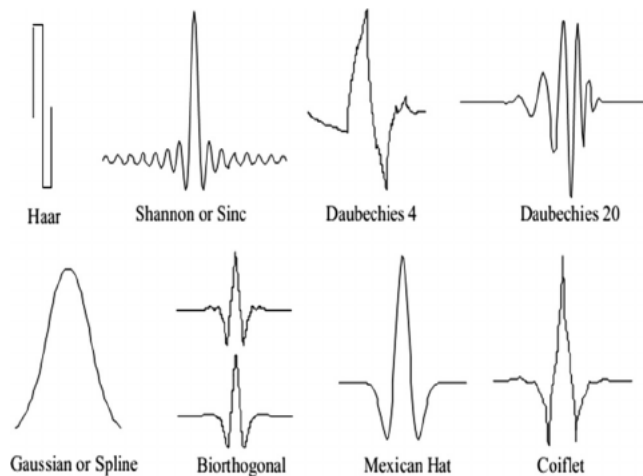
Slika 1: Uopšteni dijagram sistema za kompresiju slika: (a) enkoder i (b) dekomder

based coders), moguće je uočiti po tri osnovne celine *enkodera* i *dekodera*. To su: neki vid transformacije početnih podataka, kvantizacija i entropijsko kodiranje, dok se kod procesa dekodiranja javljaju inverzne transformacije. (videti Sliku 1)

Dobar izbor transformacije početnih podataka vrši dekorelaciju piksela, istovremeno obezbeđujući reprezentaciju u kojoj se većina informacija skupi u mali broj koeficijenata. Ovo je ključ dobrog kodiranja. Takođe, kako su sada transformisani koeficijenti jako dekorelirani, to omogućava da se u procesu kvantizacije i entropijskog kodiranja modeluju kao nezavisne promenljive. Dva popularna izbora za transformaciju u okviru kodiranja slika su *diskretna kosinusna transformacija* i *transformacija talasićima*.

U procesu kvantizacije se skup vrednosti koeficijenata mapira na neki manji skup. Ovaj proces se obično zasniva na nekom obliku zaokruživanja ili odsecanja vrednosti. Jasno je da je ovaj deo uzrok gubitka informacija.

Tako sređeni koeficijenti se prosleđuju enkoderu koji vrši entropijsko enkodiranje. Ovo je postupak u kome nema gubitka informacija. Među popularnim opcijama nalaze se Hafmanovo kodiranje i aritmetičko kodiranje. Izlaz iz enkodera je kompresovani niz bitova, koji se mogu lakše poslati preko mrež ili prosto sačuvati.



Slika 2: *Primeri talasića*

Prednosti talasića

Talasići su funkcije koje zadovoljavaju određene uslove. Samo ime potiče od zahteva da se integrale na nulu, *talasajući* iznad i ispod x -ose. Dodatno, primećujemo da je ime stavljeno u deminutiv, što sugerise lokalizovanost, odnosno da je funkcija jednaka nuli svuda sem na jednom uskom intervalu. Ovo su dva osnovna zahteva za talasiće.

Postoje razni talasići. (videti Sliku 2) Možemo birati između glatkih i oštih, sabijenih i razvučenih, onih predstavljenih komplikovanim matematičkim izrazom ili jednostavnim.

Poput sinusa i kosinusa u Furijeovoj transformaciji, talasići se koriste za bazne funkcije u aproksimaciji drugih funkcija. Kada se talasić $\psi(x)$ fiksira (*majka talasić*), možemo da formiramo sistem translacijom i dilatacijom majka talasića $\{\psi(\frac{x-b}{a}), (a, b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}\}$.

Poređenje sa Furijeovom transformacijom

Najveći problem Furijeove transformacije jeste nemogućnost da se vremenski ograniči pojava određene frekvencije. Odnosno kada radimo sa Furijeovom transformacijom možemo da znamo koje se frekvencije javljaju u signalu, ali ne i da odredimo trenutke u kojima se javljaju.

Kako bi se ovaj problem prevazišao razvijeno je nekoliko rešenja koja sa manje ili više uspešno prikazuju signal u frekventnom i vremenskom domenu istovremeno.

Ideja ovih istovremenih prikaza jeste da se signal *isecka* na delove koji se potom samostalno analiziraju. Postavlja se pitanje: kako iseći signal? Pretpostavimo da želimo da znamo tačno koje su frekvencije zastupljene u jednom vremenskom trenutku. Isećemo jako mali vremenski prozor, koristeći Dirakov impuls, prebacimo ga u frekventni domen i... Imamo problem!

Problem je što naš postupak isecanja odgovara konvoluciji između signala i našeg prozora. Kako konvolucija u vremenskom domenu odogava množenju u frekventnom i kako Furijeova transformacija Dikaovog impulsa sadrži sve ceo frekventni spektar, naš isečak će se razliti po čitavom spektru! Tako da nam ostaje samo vremenska rezolucija (znamo trenutak), ali nemamo nikakvo znanje o frekvencijama.

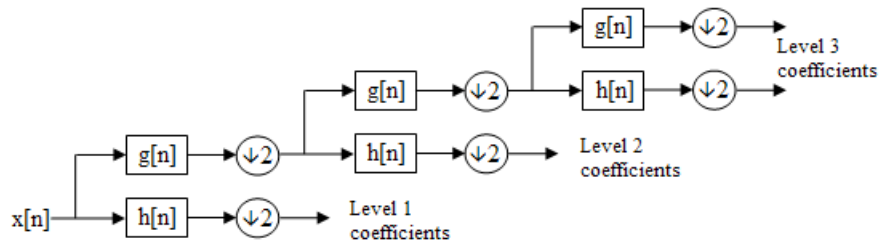
Princip koji se krije iza opisanog fenomena jeste *Hajzenbergov princip neodređenosti*, koji u terminima obrade signala kaže da je nemoguće znati tačnu frekvenciju i tačno vreme pojavljivanja frekvencije u signalu. Zato je bitno kako ćemo iseći signal.

Talasići nude rešenje. Oni su takvi da omogućavaju promenljivu rezoluciju po vremenu - više frekvencije su date sa boljom vremenskom rezolucijom, dok su niže frekvencije date sa lošijom vremenskom, ali boljom frekventnom rezolucijom. Što je nagodba koja nam odgovara! Dakle, oštre, kratkotrajne pikove možemo vremenski bolje da odredimo, a glatke, sporo promenljive komponente signala, bolje frekventno.

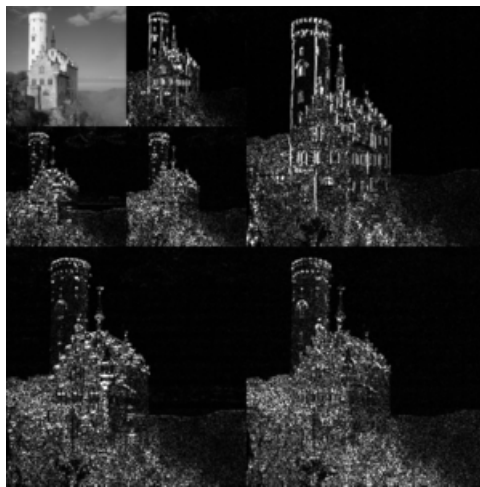
Brza transformacija talasićima

Istaći ćemo još jednu zanimljivost, a to je da se transformacija talasićima može izvesti bez talasića!

Dovoljno je signal propustiti kroz odgovarajuće niskopropusne i visokopropusne filtere. Time se izdvajaju tzv. *aproksimacija* i *detalji*, koje uzorkujemo sa stepenom 2. Postupak je



Slika 3: Transformacija talasićima korišćenjem filtera



Slika 4: Prikaz dvodimenzionalne transformacije talasićima nivoa 2

rekurzivan, možemo ga primeniti na dobijenu aproksimaciju i time izdvojiti još detalja. Na slici 4 je način na koji se najčešće prikazuje dvodimenzionalna transformacija talasićima u više nivoa.

Kratak opis implementacije rada

Rad je implementiran oslanjajući se na specifikaciju iz [5]. Sve što je potrebno za kompresiju i dekompresiju nalazi se u klasi `WSQ()`. Prilikom kreiranja objekta klase `WSQ()` može se proslediti naziv talasića kojim želite da vršite kompresiju. Sama kompresija se izvršava pozivom metoda `compress()`, nakon čega se sa metodom `decompress()` restaurira slika. Prilikom

kompresije se postavlja stepen kompresije r na neku vrednost između 0 i 1 (što je manja vrednost, veći je nivo kompresije).

Korišćena je diskretna transformacija talasićima nivoa 5 (test slike su male pa nije ni potrebno više). Potom kvantizacija svakog od vraćenih potpojasa (*eng. subband*). Nakon čega su pojasi grupisani u tri grupe (po specifikaciji) i jedna po jedan je enkodirana Hafmanovim kodiranjem.

Sve što je potrebno za rekonstrukciju (Hafmanove mape) se čuvaju u samom *WSQ()* objektu.

Prikaz rezultata

U nastavku su prikazani neki rezultati kompresije sa variranim intenzitetom kompresije (tla- sić je *bior4.4*). Slike su velike da bi se bolje uočili efekti kompresije.



Slika 5: Original



Slika 6: $r = 0.9$, compression ratio = 16.93



Slika 7: $r = 0.5$, compression ratio = 29.63



Slika 8: $r = 0.3$, compression ratio = 44.17

1 Literatura

1. D. Radunović, *Numeričke metode* (Akademska misao, Beograd, 2004.)
2. D.Radunović, *Talasići* (Akademska misao, Beograd, 2005.)
3. C. Valens, *A Really Friendly Guide to Wavelets*, 1999. [link](#)
4. B.Vidakovic, P.Mueller, *WAVELETS FOR KIDS A Tutorial Introduction*, Duke University [link](#)
5. Criminal Justice Information Services Division, FBI. (1997). *WSQ GRAY-SCALE FINGERPRINT IMAGE COMPRESSION SPECIFICATION*