

Stiskanje in čiščenje slik s pomočjo DVT

David Rubin (david.rubin@student.um.si)

21. avgust 2019

1 Uvod

S pomočjo poljubne knjižnice izračunajte diskretno valčno transformacijo (DVT) slike. Izberite najprimernejši valček za vašo sliko. Število nivojev dekompozicije določite sami. Dobro preverite, kako so v izhodu DVT-ja zapisane podrobnosti in približki vhodne slike.

Nad rezultatom DVT uporabite ali trdo ali mehko odstranjevanje motenj in visokih frekvenc, pri čemer testirajte različne pragovne vrednosti odstranjevanja. S pomočjo inverzne DVT spremenjene valčne koeficiente preslikajte nazaj v prostorsko domeno slik in jih primerjajte z originalno sliko:

1. Testirajte vsaj štiri različne slike, ki naj bodo čim bolj različne.
2. Vsaki sliki določite optimalni valček (testirajte vsaj tri različne valčke) in optimalen prag rezanja (testirajte vsaj štiri različne pravove rezanja).
3. Ocenite stopnjo stiskanja in kvaliteto rekonstrukcije s pomočjo inverzne DVT. Podobnosti oz. odstopanja med originalno in rekonstruirano sliko merite s korelačijskim koeficientom in normalizirano kvadratično napako (normalized root-mean-square deviation).
4. Za izbrane pravove rezanja ocenite razliko med mehkim in trdim pragovnim odstranjevanjem motenj.
5. Postopke testiranja na izbrani sliki (lahko je ena sama) ponovite ob prisotnosti 20 dB belega šuma, ki ga tvorite sami.

2 Rezultati

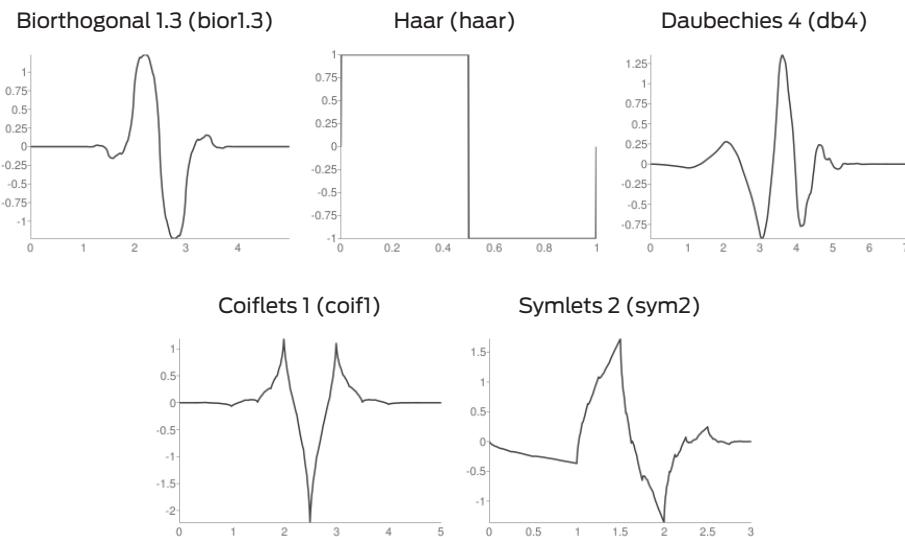
Za testiranje svoje rešitve sem si izbral 4 slike (slike 2a, 3a, 4a in 5a). Testiral sem 5 različnih valčkov, ki so skupaj z grafi prikazani na sliki 1. Rešitev je implementirana kot Python program (*dwt.py*), zahtevane knjižnice pa so naštete znotraj *requirements.txt*.

Nad 5 valčkov sem testiral kombinacije naslednjih parametrov

- pravovi rezanja ... [2, 20, 50, 150],
- mehko in trdo pragovno odstranjevanje motenj,

- število nivojev dekompozicije ... [1, 4, 9],

za vsako sliko, kar skupaj nanese 120 scenarijev na sliko. Rezultati vsakega poskusa stiskanja (Pearsonova korelacija, normaliziran RMSE in kompresijsko razmerje) so shranjeni v direktoriju *metrics/*, kjer ima vsaka slika svojo datoteko. Metriko so shranjeve v .csv formatu, kjer prva vrstica predstavlja imena stolpcev (*header*), naslednjih 120 pa podatke glede testiranega scenarija (Pearsonova korelacija, normaliziran RMSE, kompresijsko razmerje, pragovna funkcija, pragovna vrednost in stopnja dekompozicije).



Slika 1: Valčki uporabljeni pri testiranju

Kot oceno najboljšega valčka za posamezno sliko sem vzel mero $P_{cc} \geq 0.99$ (Pearsonova korelacija) in $NRMSE \leq 0.07$. Razlog izbire teh mej je (subjektivna) ocena kakovosti slike in (večinoma) kompresijsko razmerje. V naslednjih podpoglavljih so izpostavljene tri najbolše kombinacije valčkov, pragovnih vrednosti in metode pragovne funkcije za posamezno sliko. Prednost imajo tiste kombinacije, ki nudijo višje kompresijsko razmerje. Primerjamo tudi kako se obnesejo te kombinacije v kolikor obrnemo metodo pragovne funkcije.

2.1 Slika A

TOP 3 metrics from metrics/adventuretime_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
haar	20	9	soft	0.996404	0.044135	1.785614
haar	20	4	soft	0.996408	0.044738	1.785490
haar	50	4	hard	0.995147	0.049986	1.634995

Conditions: Pearson ≥ 0.99 and NRMSE ≤ 0.07



(a) Slika iz risanke, veliko ostrih prehodov barv.



(b) Slika risanke, stisnjena s Haarovim valčkom, pragovno vrednostjo 20, 9 nivojev dekompozicije in mehka pragovna funkcija.

Pri sliki 2a se je izkazalo, da jo s pomočjo Haarovega valčka še lahko stisnemo brez prevelikih izgub (slika 2b). V kolikor zamenjamo pragovno metodo:

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
haar	20	9	hard	0.9989	0.0241	1.5740

Vidimo, da se napaka (NRMSE) skoraj prepolovi, v zameno pa izgubimo 11.8% kompresije.

2.2 Slika B

TOP 3 metrics from metrics/country_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
db4	20	9	soft	0.993602	0.068033	0.766180
db4	20	4	soft	0.993646	0.068820	0.764033
haar	2	4	soft	0.999769	0.012966	0.703736

Conditions: Pearson ≥ 0.99 and NRMSE ≤ 0.07

Slika 3a je bila zanimiva, saj z enakimi koeficienti, ki so drugje stisnili slike, brez prevelikih napak, tukaj povzročijo večjo sliko. Prva stisnjena slika je pri $P_{cc} \geq 0.97$ in $NRMSE \leq 0.15$, Haarov valček.

TOP 3 metrics from metrics/country_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
haar	50	9	soft	0.975114	0.133222	1.109410
haar	50	4	soft	0.975455	0.137268	1.108318
db4	50	9	soft	0.980862	0.117146	0.890775

Conditions: Pearson ≥ 0.9 and NRMSE ≤ 0.15

Kar pa se tiče kakovosti, pa lahko presodite sami na sliki 3b. V kolikor obrnemo pragovno funkcijo na trdo, dobimo naslednje rezultate:

Pearson correlation: 0.9879

Normalized RMSE: 0.0915

Compression ratio: 0.7809

V tem primeru izgubimo kompresijo in smo poleg poslabšanja kakovosti vnesli tudi večjo velikost slike.

2.3 Slika C

TOP 3 metrics from metrics/barbara_gray_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
haar	20	9	hard	0.996536	0.047337	1.291171
haar	20	4	hard	0.996539	0.047320	1.290339



(a) Slika pokrajine.



(b) Slika pokrajine, stisnjena s Haarovim valčkom, pragovno vrednostjo 50, 4 nivoji dekompozicije in mehka pragovna funkcija.



(a) Sivinska slika.



(b) Sivinska slika stisnjena s Haarovim valčkom, pragovno vredost 20, 9 nivojev dekompozicije in trdo pragovno funkcijo.

bior1.3	20	9 hard	0.996514	0.047516	1.197921
---------	----	--------	----------	----------	----------

Conditions: Pearson ≥ 0.99 and NRMSE ≤ 0.07

Tudi sivinska slika 4a se je stisnila (slika 4b) pod podanimi pogoji. V kolikor obrnemo pragovno funkcijo:

Pearson correlation: 0.9889

Normalized RMSE: 0.0877

Compression ratio: 1.3639

dobimo 5.7% boljše kompresijsko razmerje, poveča pa se napaka za 86%.

2.4 Slika D

TOP 3 metrics from metrics/hubble2000x2000_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
haar	2	9	hard	0.999881	0.068949	1.215071
haar	2	4	hard	0.999881	0.068924	1.214732
haar	2	1	hard	0.999901	0.063717	1.076047

Conditions: Pearson ≥ 0.99 and NRMSE ≤ 0.07

Pri sliki vesolja smo zopet na meji stiskanja, najboljše rezultate pa daje Haarov valček s pragovno vrednostjo 2. Če obrnemo pragovno funkcijo na mehko, dobimo naslednje rezultate:

Pearson correlation: 0.9996



(a) Slika vesolja (Hubble), pomembno je ohraniti majhne zvezde.



(b) Slika vesolja stisnjena s Haarovim valčkom, pravljena z 9 nivojev dekompozicije in trdo pravljeno funkcijo.

Normalized RMSE: 0.1341

Compression ratio: 1.4491

Kompresijsko razmerje je boljše za 19%, medtem ko se napaka NRMSE skoraj podvoji.

2.5 Šumna slika

Sliki 2a sem dodal $SNR = 20dB$ šuma (*white_noise.py*) in sem dobil novo sliko 6b. Primerjane vrednosti za P_{cc} in $NRMSE$ se štejejo glede na prvotno sliko 2a. Razmerje stiskanja pa ostaja med šumno sliko in dodatno obdelano šumno sliko, saj se je ob dodajanju šuma povečala velikost izvirne slike. Metrike sortirane glede na najmanjši $NRMSE$:

TOP 3 metrics from metrics/noisy_metrics.csv

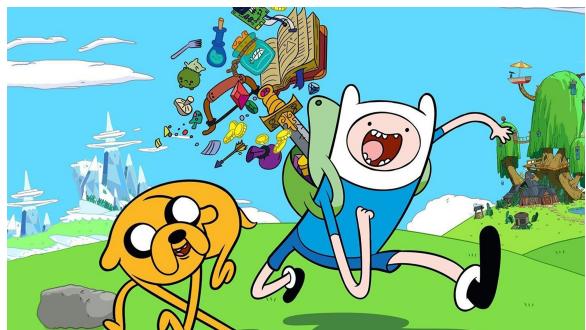
Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
coif1	150	4	hard	0.942010	0.207928	2.073749
db4	150	4	hard	0.941066	0.208361	2.054643
coif1	150	9	hard	0.941701	0.208553	2.084514

Metrike sortirane glede na največji Pearsonov korelacijski koeficient:

TOP 3 metrics from metrics/noisy_metrics.csv

Wavelet	Threshold	Levels	Mode	Pearson cor.	NRMSE	Compression
db4	150	4	soft	0.960003	0.245710	4.205527
coif1	150	4	soft	0.958285	0.248087	3.994817
sym2	150	4	soft	0.958226	0.248158	3.958366

Primerjava vseh štirih slik je na voljo na sliki ??.



(a) Risana slika, izvirnik.



(b) Risana slika z dodanim $20dB$ šumom.



(c) Šumna slika obdelana s Coiflet 1 valčkom, pragovno vredost 150, 4 nivoji dekompozicije in trdo pragovno funkcijo.



(d) Šumna slika obdelana s Daubechies 4 valčkom, pragovno vredost 150, 4 nivoji dekompozicije in mehko pragovno funkcijo.