

Model predstavljanja dvodimenzionalne diskretne kosinusne transformacije u digitalnoj obradi slike

Dragan Rastovac, Milinko Mandić, Vladimir Biljetina

Sadržaj — U ovom radu je opisan model predstavljanja dvodimenzionalne diskretne kosinusne transformacije (2-D DCT) u digitalnoj obradi slike. Osnovni cilj rada jeste unapređenje pokaznih metoda 2-D DCT prilikom digitalne obrade slike. Rad se sastoji iz dve ključne celine: “Značaj 2-D DCT u digitalnoj obradi slike” i “Model predstavljanja 2-D DCT”.

Ključne reči — Dvodimenzionalna DCT, digitalna obrada slike, grafičko korisnički interfejs (GUI, Graphic User Interface).

I. UVOD

Digitalna obrada slike je multidisciplinarna oblast koja prekriva različite aspekte optike, elektronike, matematike, fotografije i računara. Istorijski gledano tok razvoja tehnologije, može se zaključiti da je prvo razvijena tehnologija za prenos podataka, zatim govora, a tek onda slike. Slika je sadržajno najbogatija informacija. Pad cena računarske opreme, porast raspoložive opreme za digitalizaciju i prikaz slike, novi tehnološki trendovi kao što su: paralelno procesiranje, displeji visoke rezolucije i jeftine memorije za skladištenje ogromnih količina podataka stalno doprinose sve bržem razvoju ove oblasti [1].

Digitalnu obradu slike možemo definisati kao podvrgavanje numeričke prezentacije objekta nizu operacija u cilju dobijanja željenog rezultata. Kad je reč o slici, obrada menja njenu formu da bi slika postala atraktivnija, ili da bi se pojednostavila neka druga unapred definisana obrada. Rezultat digitalne obrade slike je modifikovana verzija same slike. Prema tome, digitalna obrada slike je proces koji prevodi sliku u sliku. Digitalna analiza slike, prevodi digitalnu sliku u nešto što nije digitalna slika, npr., skup mernih podataka ili odluka [2].

Preduslov za kreiranje ovog modela jeste postojanost programa koji prikazuju različite osobine slike i omogućavaju neke obrade i transformacije slike.

spec. dipl. ing. - master Dragan Rastovac, Pedagoški fakultet u Somboru, Podgorička 4, 25000 Sombor, Srbija; (telefon: 025/22-030, lokal 229; e-mail: rastovacd@ucf.so.yu)

dipl. ing. - master Milinko Mandić, Pedagoški fakultet u Somboru, Podgorička 4, 25000 Sombor, Srbija; (telefon: 025/22-030, lokal 229; e-mail: milinko.mandic@ucf.so.ac.yu)

dipl. ing. - master Vladimir Biljetina, Pedagoški fakultet u Somboru, Podgorička 4, 25000 Sombor, Srbija; (telefon: 025/22-030, lokal 228; e-mail: vladimir.biljetina@ucf.so.ac.yu)

Konkretno odnosi se na “VCDemo” gde se prikazuje DCT koja sadrži GUI koji u sebi obuhvata:

- prikaz originalne slike
- prikaz slike posle izvršene transformacije
- prikaz slike greške
- izbor DCT koeficijenata

Pri tome je omogućen izbor samo sivih (grayscale) slika. U poređenju sa tim, model koji se prezentuje u ovom radu, osim navedenih celina sadrži izbor maske (trougona ili kvadratna) i sve to u zasebnim prozorskim okvirima GUI – a, uz dodatnu mogućnost DCT– e nad slikom u boji (RGB, Red-Green-Blue).

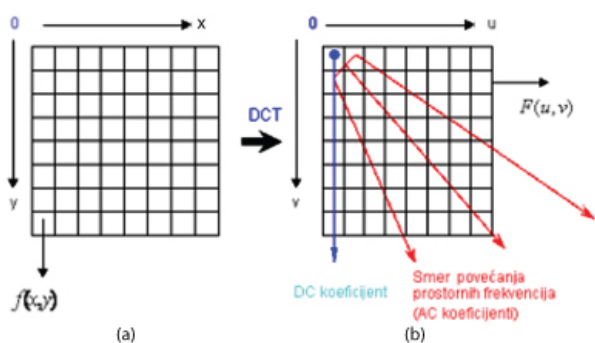
II. ULOGA DCT U DIGITALNOJ OBRADI SLIKE

Osnovna uloga DCT jeste da od svih unitarnih transformacija daje najbolje rezultate pri kodovanju. Transformacione tehnike kodovanja spadaju u klasu tehnika kodovanja sa gubicima. Nakon izvršene transformacije energija slike je sadržana u malom broju transformacionih koeficijenata, koje treba kvantovati i kodovati. Princip kodovanja se zasniva na umanjenju uticaja određenih transformacionih koeficijenata. Primenom transformacionih tehnika mogu se ostvariti znatno bolji rezultati nego prediktivnim tehnikama. DCT je realna i separabilna transformacija što umanjuje složenost izračunavanja transformacije slike. Moguće je koristiti brze algoritme kojima se broj operacija za računanje transformacije vektora od N elemenata smanjuje sa N^2 na $N \cdot \log N$ [3], [4].

Takođe, ako u slici postoji neki prepoznatljivi objekt, tada će svi elementi slike koji ga predstavljaju imati sličnu vrednost amplitude. Veličina objekata u slici određuje prostornu frekvenciju koja će se pojaviti u signalu. U realnim situacijama prevladavaju niže frekvencije, a osim toga, u signalu se najčešće ne pojavljuje ceo spektar frekvencija. Neophodno je dakle izvršiti frekventnu analizu. U tu svrhu koristi se diskretna kosinusna transformacija (DCT) da bi se vrednosti elemenata slike pretvorile u koeficijente koji se dalje lakše mogu podvrgnuti postupku kompresije [5].

DCT je slična diskretnoj Fourierovoj transformaciji (DFT), ali za razliku od nje ima realnu deo i nema redundantnih kompleksno-konjugovanih parova. DCT transformacija koristi kosinusne funkcije čiji su argumenti diskretni talasni oblici. Transformacija realnog dela jednaka je za sve blokove što omogućuje veću brzinu proračunavanja DCT-a. DCT je deljiva transformacija što znači da se može tretirati zasebno za horizontalni i

vertikalni smer. Gornji levi ugao predstavlja DC koeficijent, a spuštajući se dole i desno dolazi se do koeficijenata koji predstavljaju visoke prostorne frekvencije signala nastalog iz izvorne slike. Pomeranje prema desno predstavlja porast horizontalne prostorne frekvencije, a pomak prema dole predstavlja porast vertikalne prostorne frekvencije (Sl.1). DC koeficijent sadrži najveći deo informacije o slici i najbitniji je za rekonstrukciju slike. Ako bi blok sadržao jednake vrednosti, tada bi od svih DCT koeficijenata DC koeficijent bio jedini različit od nule. On bi nosio celu informaciju o slici. Preostali koeficijenti nazivaju se naizmeničnim ili AC koeficijentima. AC koeficijenti sadržavaju informaciju o prostornim frekvencijama u bloku odnosno u slici. DCT transformacija na temelju frekventne analize nad elementima bloka, sprovodi preraspodelu energije koju nosi pojedini element u bloku. Ovakav način koncentracije energije u skladu je sa osobinom ljudskog vizualnog sistema. DCT visoke frekvencije prikazuje, po apsolutnoj vrednosti, malim brojevima koje se onda kodiraju s manjom preciznošću [6].



Sl.1. (a)Predstavlja ulazne parametre DCT transformacije, (b)Predstavlja izlazne parametre DCT transformacije.

Definicija DCT transformacije [7] opisana je izrazom (1), a njoj inverzna transformacija (IDCT) izrazom (2):

$$F(u,v) = 2 \frac{C(u)C(v)}{\sqrt{MN}} \cdot \left[\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2M} \cdot \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right] \quad (1)$$

$$f(x,y) = 2 \frac{C(u)C(v)}{\sqrt{MN}} \cdot \left[\sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u,v) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2M} \cdot \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right] \quad (2)$$

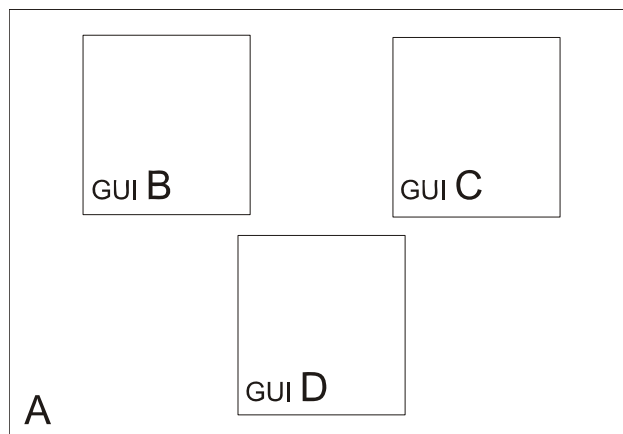
III. MODEL DCT

Na Sl.2 prikazan je blok dijagram modela DCT, odnosno izgled GUI – a koji je napisan u programskom paketu Matlabu 7.0. Struktura blok dijagrama obuhvata četiri polja:

- polje A predstavlja ekran monitora
- polja B, C i D predstavljaju prozore GUI – a.

Prilikom startovanja program prvo se prikazuje polje B na ekranu a zatim redom polja C i D u zavisnosti od izvršavanja pojedinih radnji koje su obuhvaćene u datom GUI - u. GUI – i u svom okruženju pružaju sledeće mogućnosti:

- polje B omogućava izbor i pregled slika nad kojima će se izvršiti DCT.
- polje C pruža izbor odgovarajuće maske koja se upotrebljava prilikom izvršavanja DCT i prikazuje izgled slike nakon izvršene DCT.
- polje D prikazuje sliku greške kao i vrednost srednje kvadratne greške (MSE, Mean Square Error).



Sl.1. Prikazuje izgled blok dijagrama modela koji predstavlja 2D – DCT u digitalnoj obradi slike.

U nastavku je dat kod [8] koji vrši izračunavanje DCT:

```
K=im2double(K);
A=dctmtx(8);
C = blkproc(K,[8 8],P1*x*P2',A,A');
C2 = blkproc(C,[8 8],P1.*x',mask);
img2 = blkproc(C2,[8 8],P1*x*P2',A',A);
colormap(gray),imagesc(img2);
```

Osnovni uslov koji bi omogućio DCT nad slikom u boji jeste upotreba izraza (3) koja predstavlja transformaciju slike u boji u sivu sliku [9].

$$I = rgb2gray(RGB) \quad (3)$$

Takođe, treba napomenuti da je u ovom modelu upotrebljen izbor maske u cilju poređenja kvaliteta DCT i veličine srednje kvadratne greške. Osim izbora maske (trougona ili kvadratna) omogućen je i izbor sadržaja maski odnosno matrica čiji sadržaj čine jedinice i nule.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je opisan model čija je namena da na jednostavan način obezbedi što bolje predstavljanje 2-D DCT u digitalnoj obradi slike. Samim tim omogućeni su uslovi za lakše shvatanje i razumevanje 2-D DCT, bilo da je u pitanju matematički aparat ili vizuelni prikaz.

LITERATURA

- [1] Gonzales, R. C., Woods, R. E. and Eddins, S. L., "Digital Image Processing Prentice Hall", 2002.
- [2] Kenneth C. Castleman, "Digital Image Processing", Prentice Hall.

- [3] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video Compression Video Coding for Next-generation Multimedia", The Robert Gordon University, Aberdeen, UK, 2003.
- [4] G. K. Wallace, "The JPEG Still Picture Compression Standard", CACM 34(4), 1991.
- [5] Popović, M.V., "Digitalna obrada signala", Nauka, Beograd, 1997.
- [6] J.S., "Two-Dimensional Signal and Image Processing", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990.
- [7] <http://www.cs.sfu.ca/cs/CC/365/mark/material/notes/Chap4/Chap4.2/Chap4.2.html>
- [8] Matlab 7.0 help
- [9] Gonzales, R. C., Woods, R. E. and Eddins, S. L., "Digital Image Processing using Matlab", Pearson Education, Inc., 2004.
- [10] Jain, A.K., "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989.
- [11] <http://www.mathworks.com/>

ABSTRACT

This paper describes model 2-D discrete cosine transform (2-D DCT) representation in digital image processing. The main goal is to enhance presentation methodes of DCT in digital image processing. The paper consist of two major sections, first explain importance of 2-D DCT in digital image processing, and the second describes model of 2-D DCT representation.

MODEL OF 2-D DISCRETE COSINE TRANSFORM REPRESENTATION IN DIGITAL IMAGE PROCESSING

Dragan Rastovac, Milinko Mandic, Vladimir Biljetina