

FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

OBRAZAC ZA PRIJAVU TEHNIČKOG REŠENJA

Obavezni podaci:

Autor/Autori rešenja:

Stefan Mijić, Rastislav Struharik, Ivan Mezei

Naziv tehničkog rešenja:

IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju

Kategorija tehničkog rešenja:

Softver, M85

Za koga je rešenje rađeno i u okviru kog projekta MNTR:

- Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu
- Projekat tehnološkog razvoja TR-32016

Tehničko rešenje je prihvatio i koristi:

Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu za potrebe daljih istraživanja

Godina kada je rešenje uradjeno:

2015.

Kako su rezultati verifikovani i od strane kog tela:

- Razvojem HDL opisa IP jezgara i njihovom verifikacijom kao i proverom performansi na FPGA kolu Kintex7.
- Rezultate je verifikovalo Naučno-nastavno veće Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi:

Hardversko ubrzavanje algoritama u FPGA tehnologiji.

Problemi koji se tehničkim rešenjem otklanjaju ili minimizuju:

Jezgra u predlogu tehničkog rešenja koriste sabiranje i pomeranje u fiksnom zarezu te se samim tim eliminiše potreba za racunanjem u pokretnom zarezu koje je kako vremenski tako i prostorno kompleksnije od predloženog tehničkog rešenja. Množač u pokretnom zarezu je hardverski veoma složen u poredjenju sa sabiračima i pomeranjem u fiksnom zarezu. Benefiti korišćenja prostijih gradivnih komponenti je smanjenje površine koju IP jezgra zauzimaju na integrisanom kolu.

Stanje rešenosti pitanja istog problema u svetu:

Ahmed *et al.* pokazuju u [1] da je diskretna kosinusna transformacija (eng. *DCT – Discrete Cosine Transform*) pogodna za obradu slike, a i da su performanse DCT-a uporedive sa Karhunen-Lo'eve transformacijom za koju se zna da je optimalna [6][7]. Liang *et al.* u [2] predstavljaju efikasnu arhitekturu za izračunavanje aproksimacije jednodimenzionog DCT-a nazvanu binDCT. U radovima [3][4][5] predstavljene su različite realizacije arhitektura predstavljenih u [2]. Arhitekture predstavljene u [2] su unapređene dodavanjem sekcija za protočnu obradu [4] čime je znatno povećan protok podataka kroz jezgro. Razvijena su i izuzetno efikasna ASIC jezgra koja na samo 5MHz postužu protok podataka od 20MB/s i 120MB/s pri učestanosti od 30MHz [3]. Iz ovoga vidimo da je binDCT veoma atraktivan za realizaciju te predloženo tehničko rešenje takođe zasnivamo na predloženim arhitekturama [2]. Poređenje DCT i binDCT je veoma bitno kako bi se došlo do zaključka o kvalitetu aproksimacije [10]. Tran *et al.* predstavlja rešenje binDCT-a sa 14 pomeranja i 31 sabiranjem, takođe pokazuje da binDCT daje veoma uporedive rezultate sa DCT-om [8]. Yukihiro *et al.* [13] predstavljaju jedno rešenje DCT-a u 8-tačaka kao realni deo FFT-a (eng. *Fast Fourier Transformation*) u 16-tačaka. Realizacija H.263+ video kodera pomoću binDCT-a je predstavljena u radu [9].

Reference:

- [1] Ahmed N., Natarajan T., Rao K. R., "Discrete Cosine Transform", IEEE Transactions on Computers, Vol. C-23, pp. 90-93, Jan. 1974.
- [2] Liang J., Tran T.D., "Fast Multiplierless Approximation of the DCT with the Lifting Scheme", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 49, No. 12, pp. 3032-3044, Dec. 2001.
- [3] Dang P. P., Chau P. M., Nguyen T. Q., Tran T. D., "BinDCT and Its Efficient VLSI Architecture for Real-Time Embedded Applications", Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 49, No. 2, pp. 124-137, March/April 2005.
- [4] Chuntree S., Choomchuay S., "A Bit-Parallel Pipelined Multiplierless DCT", EECON, King Mongkut's Institute of Technology, North Bangkok, pp. 1173-1178, Nov. 2003.
- [5] Michell J. A., Ruiz G. A., Burón A. M., "Parallel-pipelined architecture for 2-D ICT VLSI implementation", IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 2, pp. 89-92, Sept. 2003.
- [6] Karhunen K., "Über lineare Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung". Ann. Acad. Sci. Fennicae. Ser. A. I. Math.-Phys. 37: 1–79, 1947.
- [7] Loève M., "Probability theory" Vol. 2, 4th ed. Graduate Texts in Mathematics 46. Springer-Verlag. ISBN 0-387-90262-7, 1978.
- [8] Tran T.D., "The binDCT: fast multiplierless approximation of the DCT", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 7, No. 6, pp. 141-144, June 2000.
- [9] Chen Ying-Jui, "Video compression using integer DCT", IEEE Image Processing International Conference, Vol. 2, pp. 844-845, Sept. 2000.

- [10]Arsovski Z., Bogdanov M., Bogdanova S., "How well does the binDCT approximate the DCT", XI Telekomunikacioni Forum TELFOR 2003, Nov. 2003.
- [11]Loeffler C., Lightenberg A., Moschytz G., "Practicalfast 1-D DCT algorithms with 11 multiplications", Proc. IEEE ICASSP, Vol. 2, pp. 988-991, Feb. 1989.
- [12]Chen W., Smith C. H., Fralick S. C., "A fast computational algorithm for the discrete cosine transform", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. C-25, pp. 1004-1009, Sept. 1977.
- [13]Yukihiro A., Takeshi A., Masayuki N., "A Fast DCT-SQ Scheme for Images", IEICE Transactions, Vol. E71, No. 11, pp. 1095-1097, Nov. 1988.

Tehnički detalji predloženog rešenja:

Većina današnjih metoda kompresije podataka sa gubitkom, radi zauzimanja manje mesta na masovnim memorijama i zauzimanja manjeg opsega pri prenosu komunikacionim medijima, koristi diskretnu kosinusnu transformaciju i njenu inverziju kao jedan od nekoliko koraka pri kompresiji i dekompresiji. Primeri kompresija koje koriste DCT: JPEG, MPEG, MP3, itd. Veoma je bitna realizacija ovakve vrste IP jezgra na integrisanom kolu. Time drastično ubrzavamo kompresiju što je u sistemu gde nam je npr. bitno da imamo puno slika u sekundi od velikog značaja. BinDCT je aproksimacija DCTa i samim tim unosi grešku u radu. Odlikuje je mala hardverska zahtevnost te je zanimljiva u sistemima gde nam greška kompresije nije toliko bitna, a u prvi plan se postavlja pitanje potrošnje odnosno autonomije uređaja (npr. prenosni uređaji sa baterijskim napajanjem).

Na slici 1.1 je dat primer kodeka za JPEG kompresiju i dekompresiju. Mesta gde se u toku kompresije odnosno dekompresije koristi diskretna kosinusna transformacija i njena inverzija su na slici obeležene sivom bojom.



Slika 1.1: Primer JPEG kodeka

Zbog hardverske kompleksnosti (površine na čipu) veoma su zanimljive aproksimacije diskretne kosinusne transformacije, kao i njene inverzije, pri realizaciji jezgara koja imaju malu potrošnju (radi primene u prenosnim uređajima sa baterijskim napajanjem). Razvijene su efikasne aproksimacije, kao što su Loeffler-ova [11] i Chen-ova [12], za paralelno izračunavanje transformacije i njene inverzije.

Dvodimenziona DCT se primenjuje u kompresiji slike kada je ulaz matrica. Posедуje osobinu da se izračunavanje može izvršiti pomoću jednodimenzionog DCT-a. Princip je da se ulazna matrica transformiše po redovima (kolonama) jednodimenzionim DCT-om, a potom se na tako transformisanu matricu primeni još jedanput DCT po kolonama (redovima). Ovako realizovana DCT se naziva dvodimenzionalnom.

Definicija direktne 2D DCT II:

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N} \quad \begin{matrix} 0 \leq p \leq M-1 \\ 0 \leq q \leq N-1 \end{matrix}$$

$$\alpha_p = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}; & p=0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}}; & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases}$$

$$\alpha_q = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}; & q=0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}; & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases}$$

B_{pq} – transformisana matrica (predstava matrice u frekventnom domenu)

A_{mn} – matrica koju transformišemo (predstava matrice u realnom domenu)

Definicija inverzne 2D DCT III:

$$A_{mn} = \sum_{p=0}^{M-1} \sum_{q=0}^{N-1} \alpha_p \alpha_q B_{pq} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N} \quad \begin{matrix} 0 \leq m \leq M-1 \\ 0 \leq n \leq N-1 \end{matrix}$$

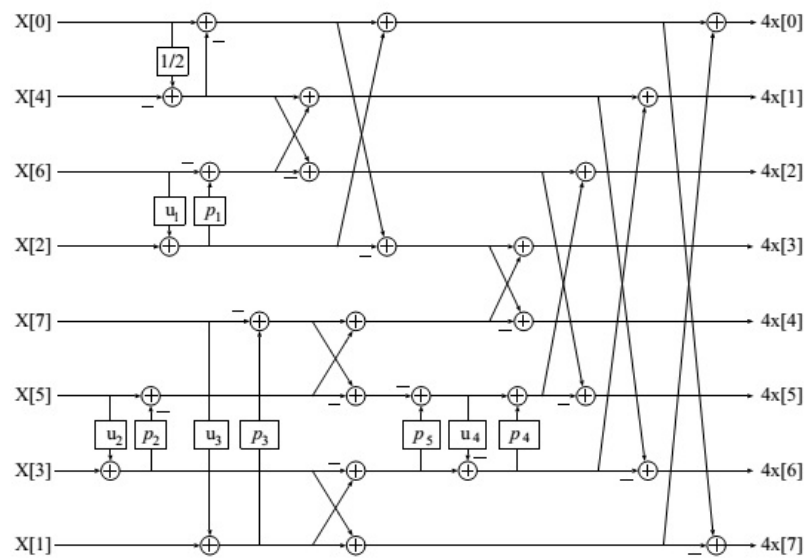
A_{mn} – transformisani signal (predstava matrice u realnom domenu)

B_{pq} – matrica koju transformišemo (predstava matrice u frekventnom domenu)

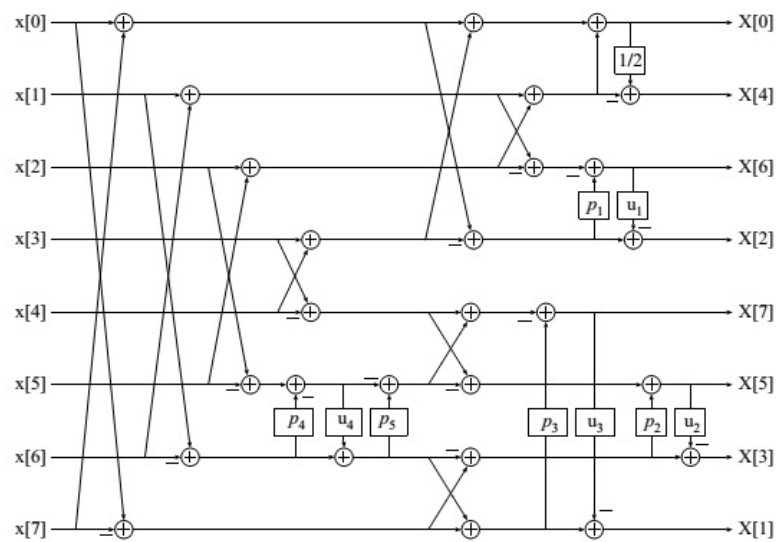
α_p, α_q su iste kao i kod 2D DCT II, dimenzije ulazne i izlazne matrice su iste.

Umesto množača u pokretnom zarezu, koje koristi originalni DCT i IDCT, množenje u aproksimacijama se izvodi pomeranjem i sabiranjem. Prednost ovog pristupa je smanjenje hardverskih resursa potrebnih za realizaciju IP jezgara na integrisanom kolu. Na slici 1.2 je prikazana Chen-ova aproksimacija [2] koja je korišćena pri realizaciji u ovom radu.

Tabela 1.1 prikazuje devet konfiguracija Chen-ove aproksimacije. C1 je najsloženiji po pitanju resursa (23 pomeranja, 42 sabiranja), dok je C9 najjednostavniji (1 pomeranje, 18 sabiranja).



a)



b)

Slika 1.2: a) Chen-ova realizacija direktne aproksimacije (binDCT);
b) Chen-ova realizacija inverzne aproksimacije binIDCT

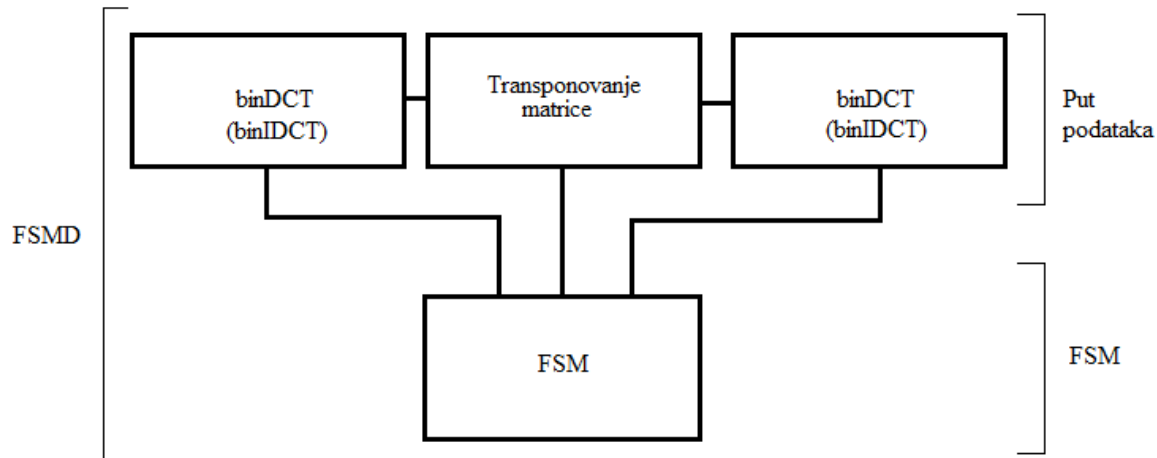
Tabela 1.1: Konfiguracije binDCT-a Chen-ove aproksimacije [2]

	Floating-point	binDCT-C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
p_1	0.4142135623	13/32	7/16	13/32	7/16	3/8	1/2	1/2	1	0
u_1	0.3535533905	11/32	3/8	11/32	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	0
p_2	0.6681786379	11/16	5/8	11/16	5/8	7/8	7/8	1	1	0
u_2	0.4619397662	15/32	7/16	15/32	7/16	1/2	1/2	1/2	1/2	0
p_3	0.1989123673	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	1/4	0	0
u_3	0.1913417161	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	1/4	1/4	0	0
p_4	0.4142135623	13/32	13/32	7/16	7/16	7/16	7/16	1/2	0	0
u_4	0.7071067811	11/16	11/16	11/16	11/16	11/16	3/4	3/4	1/2	0
p_5	0.4142135623	13/32	13/32	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	0
Shifts	-	23	21	21	19	17	14	9	5	1
Adds	-	42	39	40	37	36	33	28	24	18

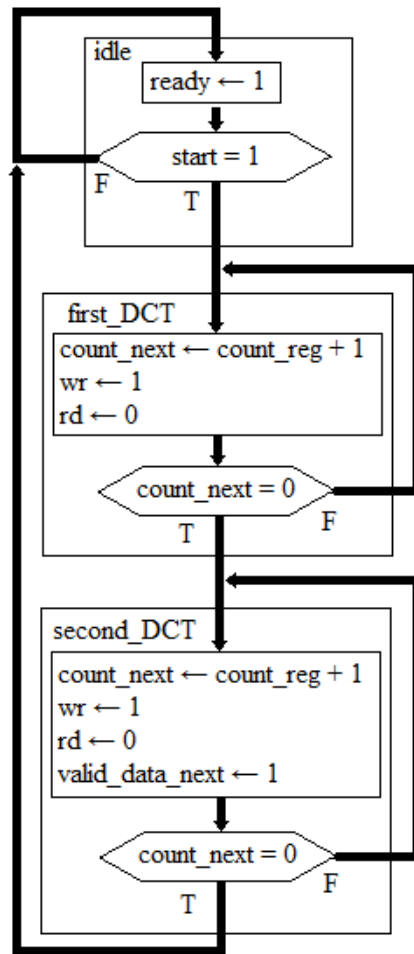
Jezgro je realizovano kao FSMD (eng. *Finite State Machine with Datapath*). Putanja za obradu podataka se sastoji iz dva Chen 1D binDCT-a i bloka za transponovanje matrice, dok je deo kontrole protokola i rada celog sistema realizovan kao konačna mašina stanja.

Celokupan dizajn je urađen korišćenjem generičkih konstanti te je tako postignuta jednostavna skalabilnost dizajna po pitanju broja bita ulaznih podataka.

Mašina stanja ima 3 stanja. Prvo stanje, simbolički zvano *idle* je stanje u kome jezgro čeka startni signal od nekog spoljnog sistema. Drugo stanje, nazvano *first_DCT*, radi osam taktova uzastopno gde u svakom taktu procesira 1D binDCT nad osam ulaznih redova matrice (slike 8x8 piksela) i snima u memoriju za transponovanje. Treće stanje, *second_DCT*, radi osam taktova i u svakom čita kolone iz memorije za transponovanje i procesira ih korišćenjem drugog 1D binDCT-a. Sve navedeno važi i za dizajn 2D binIDCT IP jezgra. Kompletan ASM (eng. *Algorithmic State Machine*) je dat na slici 1.4.



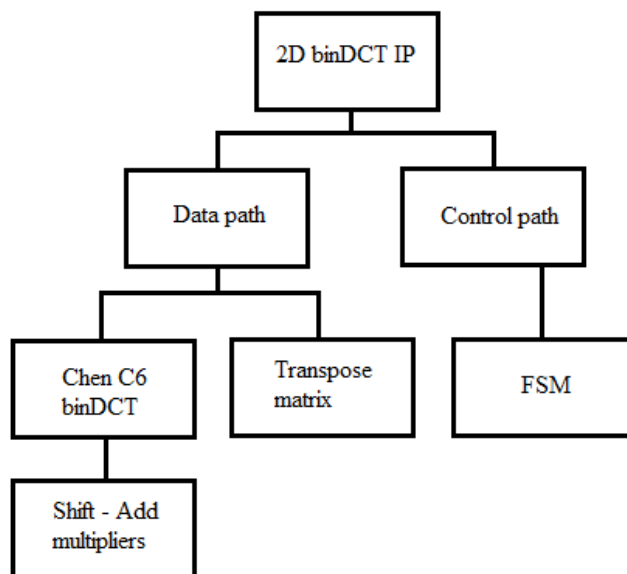
Slika 1.3: FSMD realizacije 2D binDCT i 2D binIDCT jezgra



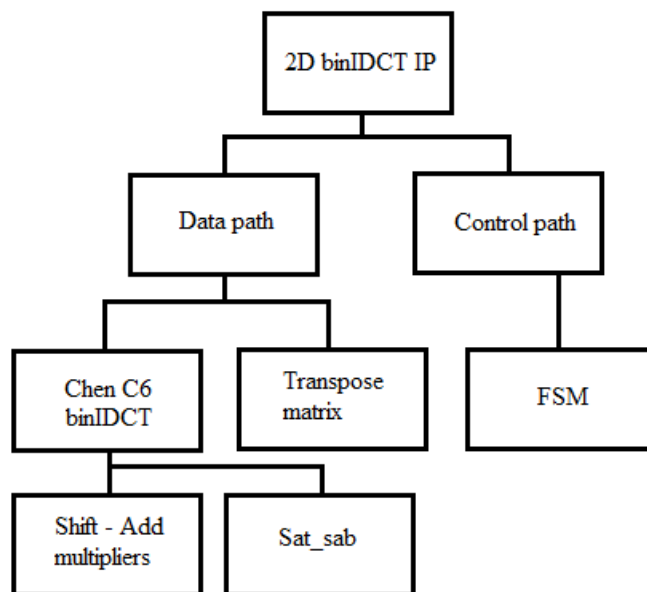
Slika 1.4: ASM dijagram mašine stanja 2D binDCT (2D binIDCT) IP jezgra

Projektovanje 2D binDCT IP jezgra je urađeno korišćenjem dva nivoa hijerarhije. Na najnižem nivou su urađeni Shift – Add množači, 1D Chen binDCT, memorija za transponovanje matrice, FSM, koji zajedno čine jezgro 2D binDCT-a. Na slici 1.5 je prikazana hijerarhija jezgra.

Projektovanje 2D binIDCT IP jezgra je urađeno takođe korišćenjem dva nivoa hijerarhije. Na najnižem nivou su urađeni Shift – Add množači, 1D Chen binDCT, memorija za transponovanje matrice, FSM kao i saturacioni sabirači/oduzimači, koji zajedno čine urađeno jezgro 2D binIDCT-a. Na slici 1.6 je prikazana hijerarhija jezgra.



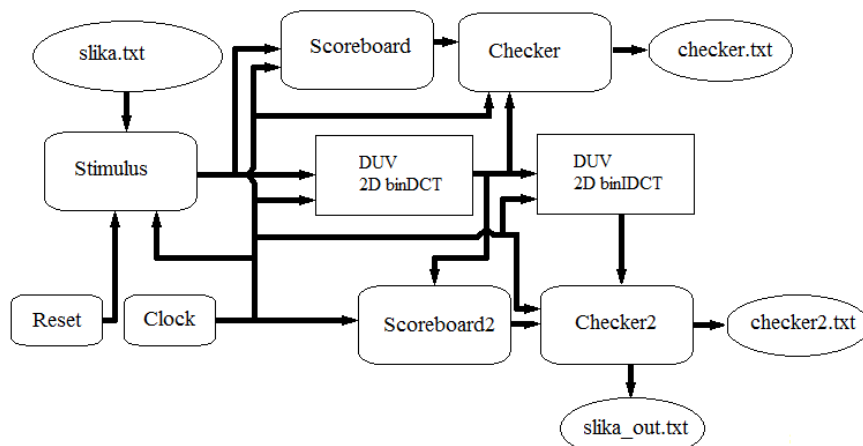
Slika 1.5: Hijerarhija 2D binDCT jezgra



Slika 1.6: Hijerarhija 2D binIDCT jezgra

Kako bi se došli do zaključka o greškama koje jezgra prave u obradi, bilo je potrebno napraviti verifikaciono okruženje u kome bi se procesirale realne slike. Takvo okruženje je prikazano na slici 1.7. Ulaz 2D binIDCT jezgra je direktno spojen na izlaz 2D binDCT jezgra. Ovo je protokol omogućavao te nije bilo potrebno praviti dodatnu logiku za prilagođenje protokola između jezgara. Slike su predstavljene u

tekstualnim fajlovima. U procesu obrade slike se vrši direktna transformacija i nakon toga odmah sledi njena inverzija. Na ovaj način dolazimo do podataka obrade samo ovih modula te analizom rezultata dolazimo do zaključaka o greškama koje ova jezgra unose.



Slika 1.7: Verifikaciono okruženje za obradu realnih slika

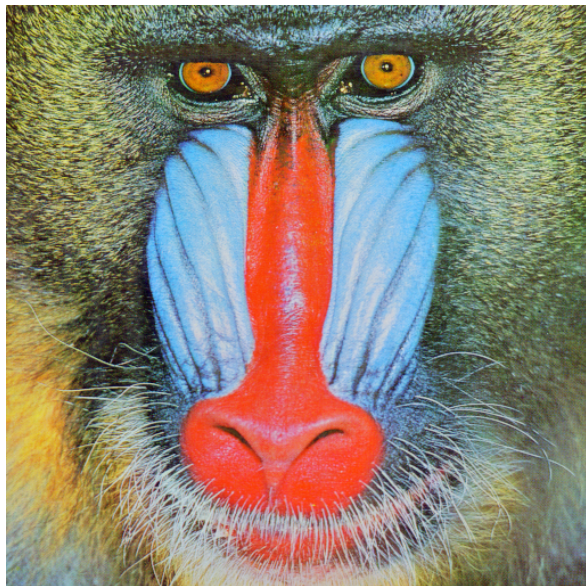
Pri obradi korišćene su slike, koje predstavljaju standardne test slike za potrebe testiranja različitih procesa obrade slika. Tako na slici 1.8 vidimo sliku *Lena* u rezoluciji 512 x 512 piksela, a na slici 1.9 vidimo sliku procesiranu kroz verifikaciono okruženje za procesiranje slika. Dati su podaci o srednjoj kvadratnoj grešci (MSE) kao i podatak o odnosu signala i šuma (PSNR). Poređenja radi, JPEG kompresija kvaliteta 90 (10% gubitka u odnosu na original) ima PSNR oko 40dB. Iz ovoga izvodimo zaključak da su aproksimacije diskretne kosinusne transformacije veoma zanimljive za korišćenje u realnim aplikacijama jer slike vizuelno izgledaju identično. Slike 1.10 i 1.11 ilustruju obradu slike *Mandrill*. Ova slika je takođe dimenzija 512 x 512 piksela.



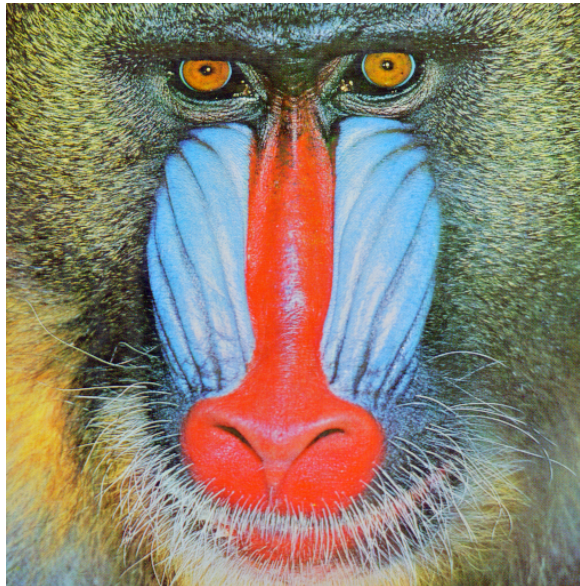
Slika 1.8: Test slika Lena



Slika 1.9: Procesirana slika Lena
(MSE = 0.313 PSNR = 53.18dB)



Slika 1.10: Test slika Mandrill



Slika 1.11: Procesirana slika Mandrill
(MSE = 0.313 PSNR = 52.9dB)

Prilikom sinteze je korišćen je programski paket Xilinx ISE 13.3. Učestanost IP jezgara koja je procenjena od strane alata iznosi 120.6 MHz za 2D binDCT i 101.9 MHz za 2D binIDCT IP jezgro. Procenjena učestanost odstupa $\pm 10\%$ od realne učestanosti jer je to samo procena alata nakon sinteze. Hardverski resursi potrebni za realizaciju IP jezgara na Kintex7 FPGA integrisanom kolu su prikazani u tabeli 1.2.

Tabela 1.2: Hardverski resursi IP jezgara

Komponenta	2D binDCT	2D binIDCT
Sabirac/oduzimac	67	67
Multiplexer	9	41
Registri	857	857
Xor	0	64

Realizacija rešenja i mogućnost primene:

Rešenje je realizovano u vidu softverskih IP jezgara u jeziku za opis digitalnog hardvera (VHDL) bez korišćenja specifičnih tehnoloških konstrukcija određenog proizvođača (npr. kompanije Xilinx) te se kao takva mogu upotrebiti u realizaciji složenijih IP jezgara kao npr. hardverski akceleratori za JPEG, H263+, MPEG i druge kompresione standarde u raznim tehnologijama (npr. FPGA, ASIC, ASSP itd).

Podnosilac prijave

Sednica Veća nastavnika Katedre za elektroniku

Vreme: Petak, 12. juna 2015. godine u 9:00

Broj: Sednica broj 15/15

Prisustvovali: dr Ljiljana Živanov, dr Miloš Živanov, dr Mirjana Damnjanović, dr Rastislav Struharik, dr Ivan Mezei,
mr Kalman Babković, msc Vladimir Rajs, msc Milan Lukić

Dnevni red

- nepotrebno izostavljeno -

2. Tehničko rešenje

Autori: Stefan Mijić, Rastislav Struharik, Ivan Mezei,

Naziv: IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju

Predlog recenzenata je:

doc. dr Nebojša Pjevalica, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

doc. dr Tatjana Nikolić, Elektronski fakultet u Nišu

Zaključak: predlog je jednoglasno usvojen.



Dr Mirjana Damnjanović
šef Katedre za elektroniku



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: _____
Ваш број: _____
Датум: 2015-03-10

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 45. редовној седници одржаној дана 02.09.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 10.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензента

Тачка 12.1.1: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Доц. др Небојша Пјевалица, ФТН НС
- Доц. др Татјана Николић, Електронски факултет у Нишу

Назив техничког решења:

ИП ЈЕЗГРА ЗА ДИРЕКТНУ И ИНВЕРЗНУ ДВОДИМЕНЗИОНАЛНУ ДИСКРЕТНУ КОСИНУСНУ ТРАНСФОРМАЦИЈУ

Аутори техничког решења: Стефан Мијић, Растислав Струхарик, Иван Мезеи;

- непотребно изостављено -

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки

**Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma
za priznanje tehničkog rešenja**

Na osnovu dostavljenog materijala, u skladu sa odredbama Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj Republike Srbije («Službeni glasnik RS», br. 38/2008) recenzent doc. dr Tatjana Nikolić ocenila je da su ispunjeni uslovi za priznanje svojstva tehničkog rešenja sledećem rezultatu naučnoistraživačkog rada:

Naziv:

IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju

Autori:

Stefan Mijić, Rastislav Struharik, Ivan Mezei

Kategorija tehničkog rešenja

Softver, M85

Obrazloženje

Recenzent je utvrdio da je predloženo rešenje urađeno za potrebe daljih istraživanja iz oblasti digitalne obrade signala na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32016.

Subjekt koji rešenje koristi je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu.

Predloženo rešenje je urađeno 2015. godine.

Subjekt Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je rešenje prihvatio za potrebe daljih istraživanja iz oblasti razvoja hardverskih akceleratora za različite kompresione standarde.

Rezultati su verifikovani od strane Nastavno-naučnog veća Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Predloženo rešenje se koristi kao IP jezgro za dalja istraživanja i za implementaciju u sistemima za obradu slike koji su zasnovani na metodama za kompresiju podataka.

Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi je hardversko ubrzavanje algoritama u FPGA tehnologiji.

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava je smanjenje površine koju IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju zauzimaju na integrisanom kolu, kao i smanjenje potrošnje. Predložene gradivne komponente su zasnovane na sabiranju i pomeranju u fiksom zarezu, pa je na taj način eliminisana potreba za računanjem u pokretnom zarezu. Ove komponente su jednostavnije od komponenti zasnovanih na množačima u pokretnom zarezu koji je hardverski veoma složen.

Stanje rešenosti tog problema u svetu je sledeće – Postojeća rešenja pokazuju da je diskretna kosinusna transformacija, DCT, pogodna za obradu slike. Većina današnjih metoda kompresije podataka sa gubitkom, radi zauzimanja manje mesta na masovnim memorijama i zauzimanja manjeg opsega pri prenosu komunikacionim medijima, koristi diskretnu kosinusnu transformaciju i njenu inverziju. Realizacija efikasne arhitekture za izračunavanje aproksimacije jednodimenzionog DCT-a, nazvana binDCT, predstavlja aktivnu istraživačku oblast. Predloženo tehničko rešenje zasnovano je na ovoj arhitekturi.

Suština tehničkog rešenja sastoji se u projektovanju IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju na integrisanom kolu. Na ovaj način se povećava brzina kompresije što je od velikog značaja u sistemima koji zahtevaju veliki broj slika u sekundi. BinDCT, kao aproksimacija DCT-a, odlikuje se malom hardverskom složenošću, ali unosi određenu grešku u radu. Nalazi primenu u sistemima čiji je imperativ mala potrošnja (npr. prenosni uređaji sa baterijskim napajanjem), a greška kompresije nije od presudnog značaja.

Karakteristike predloženog tehničkog rešenja su sledeće: Na osnovu uvida u prateću dokumentaciju koja sadrži detalje vezane za projektovanje, simulaciju i verifikaciju IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju, kao i sprovedenih testova za procenu performansi, može se zaključiti da predloženo rešenje karakteriše mala hardverska složenost, mala potrošnja, velika brzina rada i mogućnost višestrukog korišćenja.

Rezultat je realizovan na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu i primenjuje se u daljim istraživanjima iz ove oblasti kao i u fazi projektovanja budućih hardverskih akceleratora u sistemima za kompresiju podataka.

Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja su sledeće: Predloženo rešenje je realizovano u vidu softverskih IP jezgara u jeziku za opis digitalnog hardvera (VHDL) i kao takvo može se upotrebiti u realizaciji složenijih IP jezgara kao npr. hardverski akceleratori za JPEG, H263+, MPEG i druge kompresione standarde u raznim tehnologijama (npr. FPGA, ASIC, ASSP itd).

Na osnovu svega navedenog recenzent je ocenio da rezultat naučnoistraživačkog rada pod nazivom «IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju» predstavlja naučni rezultat koji pored stručne komponente pruža originalni naučnoistraživački doprinos.

Recenzent:



Doc. dr Tatjana Nikolić

RECENZIJA TEHNIČKOG REŠENJA

„IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju“

Kratak prikaz razmatranog tehničkog rešenja

Razmatrano tehničko rešenje je iz oblasti digitalne obrade signala, uže iz domena digitalne obrade slike, a konkretno se odnosi na razvoj IP jezgara u VHDL jeziku za opis fizičke arhitekture. Razmatrano tehničko rešenje predstavlja realizaciju dvodimenzionalne diskretne kosinusne transformacije realizovano kao konačni automat u prostoru stanja sa putanjom za obradu podataka.

Celokupna VHDL implementacija urađena je generički, bez upotrebe specifičnih tehnoloških konstrukcija vezanih za pojedine proizvođače programabilne logike, što predstavlja posebnu prednost rešenja i čini ga primenljivim na različitim platformama.

Jezgra su projektovana i razvijena uz primenu najsavremenijih alata i metodologija za projektovanje i simulaciju sistema na platformama programabilne logike.

Ocena tehničkog rešenja

Uvidom u projektnu dokumentaciju je očigledno da autori ovog rešenja imaju značajno iskustvo u oblasti projektovanja digitalnog hardvera, sistema za obradu signala i svakako u oblasti projektovanja samostalnih uređaja. Originalnost ovog tehničkog rešenja je u primeni napredne programabilne logike čija implementacija na hardverskoj platformi predstavlja optimum po pitanju odnosa cene i performansi, a takođe omogućava jednostavan transfer izvorno razvijenih VHDL kodova ka samostalnim integrisanim kolima tipa ASIC. Primenjeno tehničko rešenje pored visokog kvaliteta i pouzdanosti odlikuje i rad u realnom vremenu.

Konačna ocena je da je reč o upotrebljivom, za praksu značajnom tehničkom rešenju, koje će unaprediti postojeće stanje u oblasti digitalne obrade signala u programabilnoj logici.

Značaj ostvarenih rezultata

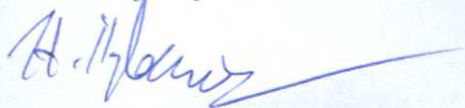
Značaj realizovanog tehničkog rešenja se ogleda u podizanju efikasnosti izračunavanja dvodimenzionalne diskretne kosinusne transformacije. To je od nesumljivog značaja za razvoj i primenu savremenih tehnologija u oblasti obrade signala.

Zaključak

Kao recenzent ovog tehničkog rešenja, smatram da ono ima sve potrebne elemente koji su neophodni za pozitivnu ocenu (originalnost, svrsishodnost, primenljivost i značaj), tako da predlažem da se prihvati kao novo tehničko rešenje na projektu TR32016 Ministarstva za nauku i tehnologiju u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) klasifikuje kao rezultat "M85 -Softver".

Novi Sad,
Dana 8.09.2015.

Doc. Dr Nebojša Pjevalica



Sednica Veća nastavnika Katedre za elektroniku

Vreme: Petak, 18. septembra 2015. godine u 11:00

Broj: Sednica broj 23/15

Prisustvovali: dr Laslo Nađ, dr Ljiljana Živanov, dr Miloš Živanov, dr Mirjana Damnjanović, dr Ivan Mezei, dr Predrag Teodorović, mr Milan Nikolić, mr Kalman Babković, msc Vladimir rajs, msc Milan Lukić
Sednici su prisustvovali i msc Dragomir Nikolić i msc Jovan Bajić.

Dnevni red

– nepotrebno izostavljeno –

4. Tehnička rešenja**4.1: Usvajanje recenzija tehničkog rešenja**

Na osnovu pozitivnog izveštaja recenzenata predlaže se usvajanje tehničkih rešenja pod nazivom:

„IP jezgra za direktnu i inverznu dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju“

Autori tehničkog rešenja: Stefan Mijić, Rastislav Struharik, Ivan Mezei

Recenzenti:

- doc. dr Nebojša Pjevalica, Fakultet tehnickih nauka u Novom Sadu
- doc. dr Tatjana Nikolić, Elektronski fakultet u Nišu

Zaključak: predlog je jednoglasno usvojen.



Dr Mirjana Damnjanović,
šef Katedre za elektroniku



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл
Ваш број:
Датум: 2015-10-13

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 1. редовној седници одржаној дана 01.10.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 12. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 12.2.3.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење:

Назив техничког решења:

ИП ЈЕЗГРА ЗА ДИРЕКТНУ И ИНВЕРЗНУ ДВОДИМЕНЗИОНАЛНУ ДИСКРЕТНУ КОСИНУСНУ ТРАНСФОРМАЦИЈУ

Аутори техничког решења: Стефан Мијић, Растислав Струхарик, Иван Мезеи.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки