

Ocenjivanje primene CBE i Intel zasnovanih platformi u domenu procene kvaliteta video signala u realnom vremenu

Nemanja A. Lukić¹, Milenko Z. Herget², Miodrag Temerinac³, Vladimir Kovačević⁴

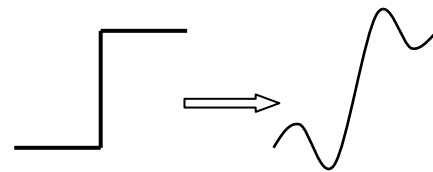
Sadržaj — U ovom radu je opisana uporedna implementacija algoritma za ocenu kvaliteta video signala na dve trenutno najatraktivnije platforme sa stanovišta obrade multimedijalnog sadržaja. Odabrane platforme su Intel i CBE, a kao reprezentativni (sa stanovišta kompleksnosti i uticaja na subjektivnu ocenu kvaliteta) algoritam za ocenu kvaliteta je izabrano merenje ringing artifakta.

Ključne reči — CBE (Cell Broadband Engine), Intel, ringing artefakt, realno vreme, SIMD

I. UVOD

USLED velikog razvoja u domenu digitalizacije, pokretna slika polako postaje deo svakodnevnice sve većeg broja ljudi. Sa digitalizacijom video signala se količina podataka koje je potrebno preneti povećava. To stvara potrebu za kompresijom podataka koji se prenose. Posledica kompresije podataka je pojava problema, u obliku izobličenja (engl. *artifacts*), koji nisu bili prisutni kod analogne slike. Da bi se korisnicima obezbedio željeni kvalitet javlja se potreba za primenom algoritama za nalaženje i merenje tih izobličenja. Neka od tih izobličenja su pseudo ivice (engl. *ringing*), zamućenost slike (engl. *blur*), pojava blokova (engl. *blocking artifact*), itd.

Ringing artefakt je jedan od najčešće prisutnih izobličenja. On predstavlja pojavu pseudo ivica u dekodovanoj slici nastalih usled loše kvantizacije koeficijenata diskretne kosinusne transformacije (DCT) prilikom procesa JPEG, za sliku i MPEG-2 kodovanja za video sekvencu. Artefakti se manifestuju u okolini oštrih ivica kao što je prikazano na Sl. 1.



Sl. 1. Izgled ivice pre i posle DCT (uzrok pojave ringing artifakta)

Cilj rada je implementacija algoritma za pronalaženje i merenje ringing artifakta u video sekvenci u realnom vremenu za različite veličine slike, od SD (engl. *Standard Definition*) do HD (engl. *High Definition*). Platforme koje su odabrane za implemetaciju su Intel i CBE. Implementacija je realizovana za obe platforme, radi upoređivanja brzina izvršavanja.

CBE platforma se koristi zbog svoje arhitekture koja je prilagođena vektorskoj (SIMD[1] – jedna instrukcija više podataka) obradi podataka. Programska podrška se piše na programskom jeziku C koji predstavlja praktičnije rešenje sa stanovišta brzine implementacije u odnosu na programsku podršku na jezicima za fizičku arhitekturu.

Intel platforma se koristi zato što kao i CBE podržava SIMD instrukcije, mada koriste različite instrukcione skupove. Programska podrška se piše u programskom jeziku C++.

II. PREGLED KORIŠĆENIH PLATFORMI

A. CBE

CBE procesor je heterogeni procesor sa radnom frekvencijom od 3.2GHz i sadrži 9 jezgara, jedno PPU (engl. *PowerPC Processor Unit*) i 8 SPU (engl. *Synergistic Processor Unit*) jezgara.

PPU je opštenamensko jezgro koje ima mogućnost da istovremeno izvršava dve niti zato što ima jednu skalarnu i jednu vektorsku ALU (engl. *Arithmetic Logic Unit*).

SPU je DSP (engl. *Digital Singal Processor*) jezgro koje poseduje 256KB lokalne memorije, 128 128-bitnih registara i jednu vektorsku ALU. SPU takode poseduje i jedan DMA (engl. *Direct Memory Access*) kontroler kome se zahtevi mogu programski izdavati. Tako se dobija

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 11005, od 2008. god.

¹Nemanja A. Lukić, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: nemanja.lukic@rt-rk.com

²Milenko Z. Herget, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: milenko.herget@rt-rk.com

³Miodrag Temerinac, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: miodrag.temerinac@rt-rk.com

⁴Vladimir Kovačević, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: vladimir.kovacevic@rt-rk.com

moгуćnost da se pristupa memoriji (radi čitanja ili upisa), dok se druge operacije nezavisno izvršavaju.

CBE platforma koristi poseban SIMD instrukcijski skup [2], koji se razlikuje od Intelovog SIMD instrukcionog skupa.

B. Intel

Frekvencija, veličina skrivene memorije i broj jezgara na Intel platformi variraju od modela do modela. Trenutno najveća frekvencija je 3.4GHz, veličina skrivene memorije je 12MB, a broj jezgara je četiri.

Intel poseduje nekoliko nivoa skrivene memorije koju jezgra međusobno dele, za razliku od CBE platforme. Prvom nivou (L1) pristupa samo jedno jezgro i sastoji se iz dela za podatke i dela za instrukcije. Drugi nivo (L2) dele između sebe dva jezgra, a treći (L3) je zajednički za četiri jezgra. Intelovi procesori za izvršenje vektorskog programskog koda nad 128-bitnim podacima mogu da podržavaju različite instrukcione skupove: SSE (engl. *Streaming SIMD Extensions*), SSE2, SSE3, SSSE3 (engl. *Supplemental Streaming SIMD Extensions 3*), SSE4.1 i SSE4.2 [3]. Što je model procesora novije generacije, to podržava veći broj instrukcionih skupova.

III. OPIS ALGORITMA

Ulazna sekvenca je u YUV 4:2:2 formatu. Obrada se obavlja nad poluslikama. Izlaz je tekstualna datoteka sa izmerenim vrednostima prisutnosti ringing artifakata u svakoj poluslici ulazne sekvence. Algoritam se sastoji iz tri faze.

U prvoj fazi se izračunavaju koeficijenti Haar *wavelet-a* [4,5]. U drugoj fazi se obavlja obrada po horizontalnoj osi. Obrađuje se posmatrajući po dva bloka (svaki po 8x8 tačaka), tako što se prvo pronađe ivica u tim blokovima korišćenjem izračunatih vrednosti Haar *wavelet-a*. Potom se izračunava vrednost ringing artifakata nad tim blokovima. Za otkriveni ringing artifakt se proverava da li prelazi dozvoljeni prag, da li pripada teksturi i da li se nalazi u okolini ivice. Ako prelazi prag, ne pripada teksturi i nalazi se u okolini ivice, njegova vrednost se uračunava, u suprotnom se zanemaruje.

U trećoj fazi se ponavlja druga faza, samo po vertikalnoj osi.

IV. OPIS REALIZACIJE

Rešenje je podeljeno u dve logičke celine: radno okruženje i obrada.

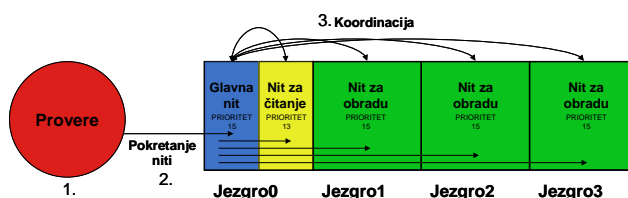
Radno okruženje služi za proveru da li su ispunjeni svi uslovi za izvršavanje programa (dovoljan broj jezgara (Intel), postojeća ulazna datoteka, itd.) i za koordinaciju niti programa. Ako su uslovi za izvršavanje programa ispunjeni pokreće se nit za učitavanje slike. Kada se učita prva slika sekvence, započinje se učitavanje sledeće slike i pokreću se niti obrade koje obrađuju prvo učitano sliku. Time se postiže da se za vreme obrade jedne slike dobavlja sledeća, tako da obrada nikad ne čeka na dobavljanje. Ovaj deo je isti na obe platforme.

A. Intel platforma

Za uspešno pokretanje programa je potrebno da procesor poseduje bar dva jezgra. Jedno jezgro je rezervisano za radno okruženje, dok se ostala mogu iskoristiti za niti obrade.

Zato što su na Intel platformi sva jezgra jednako pristupačna operativnom sistemu neophodno je podesiti prioritete (u cilju ređeg preključivanja). To je realizovano tako što se nitima obrade i glavnoj niti dodeljuje najviši mogući prioritet, a niti za učitavanje slike se dodeljuje za 2 niži prioritet. Nit za učitavanje slike dobija niži prioritet da ne bi preključivala glavnu nit, a da bi imala prioritet veći od većine procesa. Niti se po jezgrima raspoređuju podešavanjem maske afiniteta niti.

Podešavanjem prioriteta i afiniteta niti, značajno se umanjuje broj preključivanja niti, a samim tim se obrada ubrzava. Niti obrade na Intel platformi pristupaju podacima direktno u memoriji. Princip rada radnog okruženja je prikazan na Sl. 2.



Sl. 2. Princip rada radnog okruženja na Intel platformi

B. CBE platforma

Na CBE platformi podaci koji se obrađuju se kopiraju iz radne memorije u lokalnu memoriju SPU-a. Pošto je DMA programski upravljiv, kopiranje podataka i obrada se mogu izvršavati istovremeno, pri čemu se koristi tehnika dvostrukog dobavljanja podataka. Ta tehnika se sastoji od kopiranja u jednu polovinu bafera, dok se druga obrađuje. Kopiranje je neophodno zato što SPU ima malu lokalnu memoriju (256KB) i stoga ne mogu od jednom da stanu svi podaci koje je potrebno obraditi. Iz tog razloga su podaci raspodeljeni na linijske bafere (gde jedna linija predstavlja liniju ulaznog videa).

V. TEHNIKE OPTIMIZACIJE

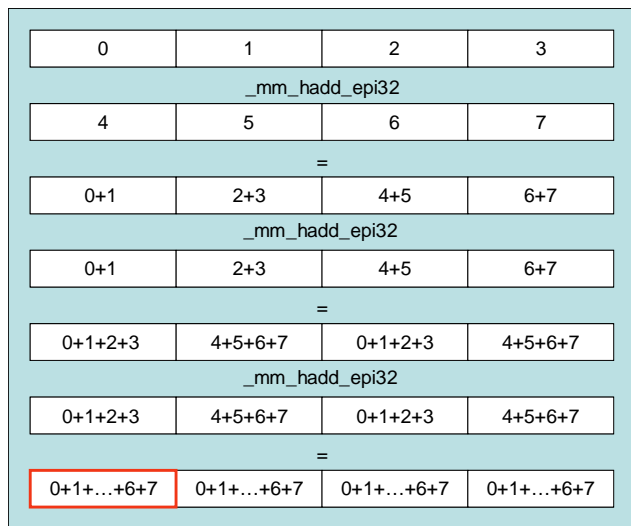
A. CBE platforma

Za razliku od Intel platforme, na kojoj za množenje postoje instrukcije koje funkcionišu tako da kada se pomnože dva vec16 (vektor sa 8 16-bitnih podataka), donjih/gornjih 16 bita množenja smešta u novi vec16, a gornjih/donjih 16 bita se zanemaruje, CBE platforma podržava celobrojno množenje tipova vec16 takvo da postoje dve instrukcije množenja. Instrukcija koja množi gornja četiri elementa iz jednog vec16 sa gornja četiri elementa drugog i smešta rezultat u vec32 (vektor sa 4 32-bitne vrednosti). Druga instrukcija radi isto to samo sa donja četiri elementa.

Kada je na Intel platformi potreban vec32 kao rezultat množenja, moraju se koristiti operacije kako bi se ukrstila dva dobijena vec16. Pošto se ovakvo množenje često koristi u obradi, ono predstavlja doprinos ubrzanju na CBE platformi.

B. Intel platforma

Na Sl. 3. je prikazano sumiranje dva vektora u skalar koje je omogućeno korišćenjem instrukcije podržane od Intel platforme.



Sl. 3. Optimizacija sumiranja na Intel platformi

Dodatne instrukcije, za maksimum, tj. minimum, koje omogućavaju lakše izvršavanje algoritma na Intel platformi su instrukcije koje iz dva vektora formiraju treći kod kog se na korespondentnim pozicijama nalaze veće, tj. manje vrednosti.

VI. REZULTATI MERENJA

Prilikom merenja performansi CBE platforme korišćen je IBM QS20 Blade Server.

Prilikom merenja performansi Intel platforme korišćene su dve različite platforme opisane u Tabelama 1. i 2.

TABELA 1: KOMPONENTE TESTIRANE INTEL PLATFORME1

Komponenta	Model
Procesor	Intel Core2Duo E8200 @ 2.67 GHz, 6 MB L2 cache
RAM	2x1GB Transcend RAM, 800 MHz
Matična ploča	MSI P35 Neo3

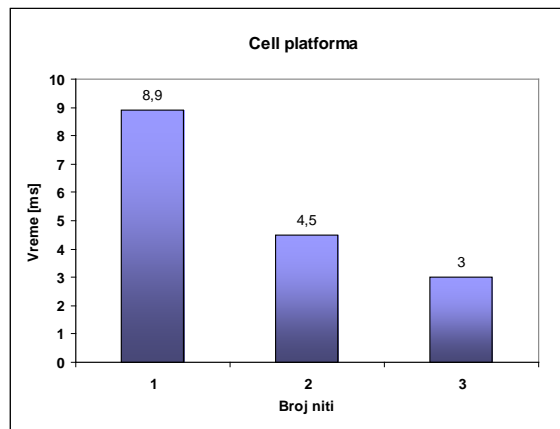
TABELA 2: KOMPONENTE TESTIRANE INTEL PLATFORME2

Komponenta	Model
Procesor	Intel Core2Duo E8400 @ 3.00 GHz, 6 MB L2 cache
RAM	4x1GB Kingston RAM, 800 MHz
Matična ploča	ASUS P5K-E

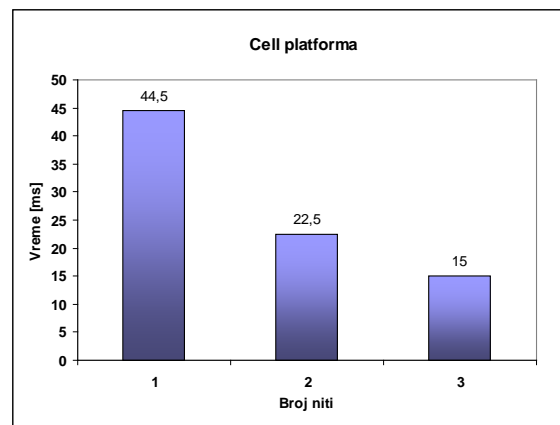
Sve brzine se odnose na srednju vrednost potrebnu za obradu jedne poluslike. Kao ulazne sekvence korišćene su

i SD (720x576, 100 poluslika) i HD (1920x1080, 20 poluslika) sekvenca. Oabrane sekvence predstavljaju standardne video sekvence sa VQEG[6]

Na Sl. 4. i 5. se nalaze rezultati vremena izvršavanja na CBE platformi za korišćenje 1, 2 i 3 jezgra nad SD i HD sekvencama.

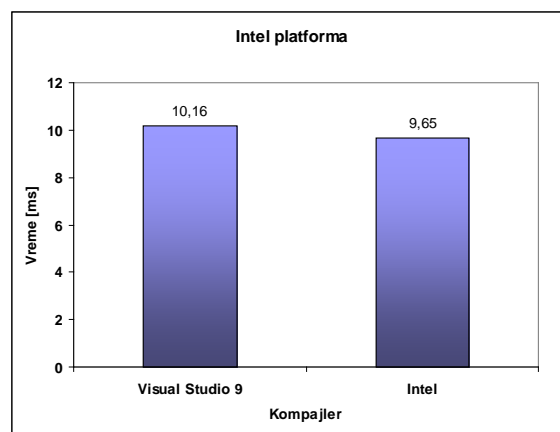


Sl. 4. Vremena izvršavanja na CBE platformi (SD).

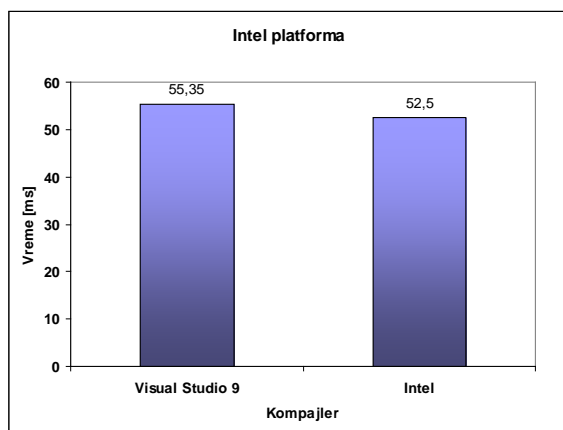


Sl. 5. Vremena izvršavanja na CBE platformi (HD).

Na Sl. 6. i 7. su prikazani rezultati vremena izvršavanja na Intel platformi 1 nad SD i HD sekvencama korišćenjem Intelovog i Visual Studio 9 prevodioca.

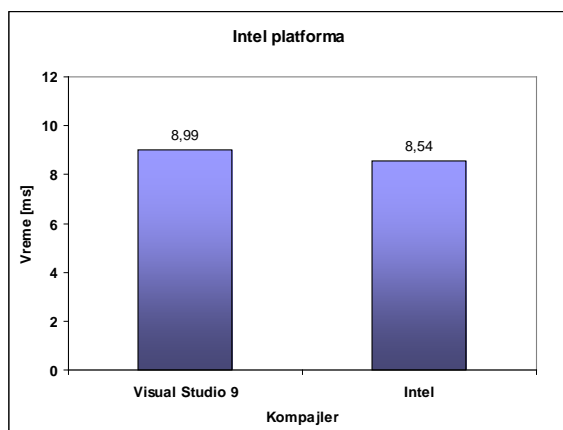


Sl. 6. Vremena izvršavanja na Intel platformi 1 (SD).

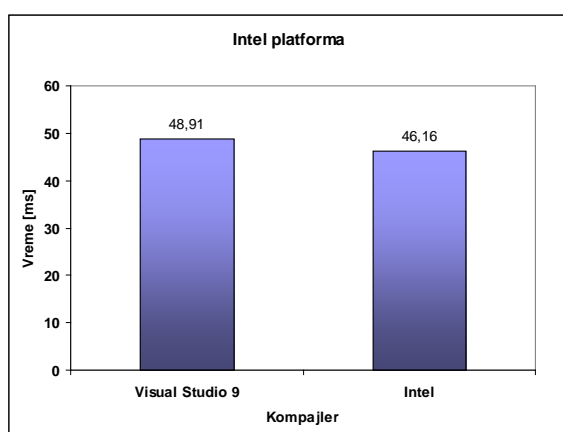


Sl. 7. Vremena izvršavanja na Intel platformi 1 (HD).

Na Sl. 8. i 9. su prikazani rezultati vremena izvršavanja na Intel platformi 2 nad SD i HD sekvencama korišćenjem Intelovog i Visual Studio 9 prevodioca.



Sl. 8. Vremena izvršavanja na Intel platformi 2 (SD).



Sl. 9. Vremena izvršavanja na Intel platformi 2 (HD).

VII. ZAKLJUČAK

Na osnovu procene se može uočiti da je na CBE platformi za obradu SD slike dovoljno jedno SPU jezgro, a za obradu HD slike je potrebno 3 jezgra da bi se obrada

obavljala u realnom vremenu (60Hz).

Na osnovu testiranja se vidi da je Intelovim procesorima za obradu SD slike u realnom vremenu dovoljno jedno jezgro. Skaliranjem se dobija da bi za obradu HD slike bilo potrebno 4 jezgra da bi se obrada obavljala u realnom vremenu (60Hz). Korišćenjem Intelovog kompajlera se dobija ubrzanje koje je od većeg značaja kada se obrađuje HD slika nego kada se obrađuje SD slika. Značaj je tu veći zato što se radi o razlici od nekoliko milisekundi, što je od jako velikog značaja kod obrade u realnom vremenu.

Prilikom testiranja na Intel platformi, vreme obrade za neke poluslike u video sekvenci je bilo znatno veće od proseka. Uzrok tome je to što svi procesi imaju pristup svim jezgrima i dolazi do preključivanja, što usporava obradu. Na CBE platformama do toga ne dolazi zato što se procesi operativnog sistema izvršavaju samo na PPU, a obrađuje se isključivo na SPU.

Prednosti CBE platforme su veliki broj registara, bolje organizovan instrukcijski skup i veći broj fizičkih jezgara.

Prednosti Intel platforme su velika skrivena memorija koju dele jezgra, jednostavna i brza realizacija programske podrške i dostupnost.

Procenu ringing artifakta u realnom vremenu je moguće realizovati i na jednoj i na drugoj platformi. Svaka ima svoje prednosti i mane.

LITERATURA

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/SIMD>
- [2] IBM Systems and Technology Group: C/C++ Language Extensions for Cell Broadband Engine Architecture
- [3] Intel® C++ Intrinsic Reference, Document Number: 312482-002US.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wavelet>
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Haar_wavelet
- [6] <ftp://ftp.crc.ca/crc/vqeg/TestSequences/Reference/>

ABSTRACT

This paper describes real-time implementation of video quality assessment algorithm on two platforms dedicated to multimedia processing. We have chosen Intel and CBE platforms for our implementation. For video assessment algorithm we have chosen ringing measurement algorithm as especially desired application in processing power and very important in subjective quality estimate.

EVALUATION OF CBE AND INTEL BASED PLATFORMS REGARDING REAL-TIME VIDEO QUALITY ASSESSMENT

Nemanja A. Lukić, Milenko Z. Herget, Miodrag Temerinac, Vladimir Kovačević