

DIRAK PRO

Boban Kasalović, ETF Beograd

Sadržaj - Dirak Pro je najnovija verzija u Dirak familiji kodeka namenjena za profesionalnu upotrebu u ozbiljnim produkcionim sistemima. Ovaj papir daje kratki opis i problematiku ovog kodeka. Takođe on daje originalne rezultate objektivne analize Dirak kodeka u osnovnoj verziji

Gljučne reči – Dirak Pro, video, kompresija, kvalitet objektivna.

I. Uvod

Pojavom digitalnog videa kao i digitalnog načina prenosa video *stream*-a došlo je do mnogih prednosti u odnosu na klasične analogne sisteme kao što su: nema gubitaka nivoa signala u samim prenosnim kanalima, efikasno procesiranje i obrada u nelinearnim montažama, efikasno kodovanje i jednostavno emitovanje u savremenim *Play-out* sistemima. Za razliku od krajnjih korisničkih sistema za video kompresiju, kao i potreba za određenim kvalitetom kodovanog videa, produkcionim zahtevima su mnogo rigorozniji po pitanju mnogih segmenata kompresione povorke.

Ipak i sa takvim prednostima digitalno procesiranje digitalnog video signala ima određene probleme koje se naročito ističu u sistemima gde se zahteva visok kvalitet kodovanog videa. Novi sistemi sa boljim kompresionim performansama su postali neophodni za korišćenje u limitiranim opsezima. Iako su ti opsezi u okviru samog produkcionog centra znatno veći od multimedijalnih protoka kod krajnjih korisnika, oni ne pružaju dovoljnu komociju za nesmetan prolazak kvalitetnog videa posebno HD. Takođe pojavljuje se i problem kašnjenja signala, koji proističe iz velikog broja konverzija i kompleksnog računanja prilikom samog kodovanja.

Razmatrajući svu problematiku ozbiljnog video procesiranja, radna grupa koja je ne tako davno začela ideju konvencionalnog Dirak kodeka je krenula sa razvojem novog kompresionog postupka za ozbiljne profesionalne zahteve – Dirak Pro. Kao i prethodne verzije Dirak kodeka i njegov osnovni princip je sačuvati jednostavnost – *Keep it simple*, ali su se pojavila i nova dva principa, a to su efikasnost i brzina. Tipični produkcionim procesi uključuju kompresiju bez gubitaka ili bez vizuelnih gubitaka sa malim kašnjenjem. Dirak se ustremio da zadovolji i ovaj zahtev.

U drugom poglavlju rada dat je kratak opis Dirak Pro kodeka. Treće poglavlje je rezervisano za delimičan opis tehničkih karakteristika, koje su u razvoju, i čije je

shvatanje od suštinske važnosti za izgled konačne verzija kodeka. Četvrto poglavlje je praktični doprinos ovog rada razvoju primarnog kodeka Dirak, jer su u njemu prikazani originalni rezultati objektivne procene trenutnog kodeka Dirak.

II. Dirak PRO

Dirak Pro je verzija kodeka iz Dirak familije kompresionih postupaka, optimizovana za profesionalne produkcijske aplikacije, specijalno za one potrebe gde se ističe visoki kvalitet i malo kašnjenje (velika kašnjenja prisutna u pojedinim implementacijama koja se koriste za *broadcast* ili internet aplikacije se mogu poništavati). Prvi put se zvanično pojavio na ovogodišnjem IBC-u [1]-[2]. Dirak Pro je prirodan razvoj Diraka, namenjen da ispuni zahteve za slabom kompresijom i malim kašnjenjem u *broadcast* produkcijama, studijskim operacijama, post produkciji i arhiviranju.

Pošto je Dirak otvorena tehnologija, ona će raditi na svim glavnim operativnim sistemima, kao što je Windows, Macintosh ili Linux. Takođe kao otvoreni sistem, lako ga je uvući u veliki opseg različitog hardvera, od specijalnih procesora signala do specijalnih aplikativnih LSI kola. Dirac Pro je sposoban za korišćenje u post produkciji na rezoluciji do 4k sa osnovnim lejerom plus proširenim sistemom, prateći veoma visok kvalitetni radni tok. Veoma je fleksibilan i podržava mnoge formate slike, formate odabiranja kao i opseg boja. Formati odabiranja mogu biti 4:4:4 ili 4:2:2, kvantizacija može biti do najviše 16-to bitne kvantizacije.

Možemo koristiti SD interfejs za procesiranje HD signala kompresijom 1,5 Gbit/s HDSDI u 270Mbit/s SDI ili SDTI. Takođe, kompresijom HDSDI signala za prilagođavanje Gigabitnom eternetu (do maksimalnih 600Mbit/s) bi takođe omogućilo HD procesiranje na jeftinijoj mrežnoj platformi. Dirac Pro omogućava minimalne artefakte na ovim nivoima kompresije.

Dirak Pro će podržavati sledeće mogućnosti, za potrebe profesionalnih korisnika:

- Intra frejm
- bez pododabiranja
- kompresiju bez gubitaka ili bez vizuelnih gubitaka
- 10-to bitni 4:2:2
- lak prenos (može koristiti speltar transportnih standarda uključujući MPEG-2 I SDTI)
- mala kompleksnost prilikom dekodovanja
- otvorena specifikacija
- kompatibilnosti sa različitim proizvođačima

- podržava različite HD formate i protoke

I Dirak Pro kao i osnovni Dirak je tzv. Otvorena tehnologija, pa je izvorni kod Diraka licenciran pod Mozilla Public License Version 1.1.

III. Tehničke karakteristike

Kao i konvencionalni Dirak osnovu svog kvaliteta traži *wavelet* transformaciji, kao osnovnom unapređenju u odnosu na ostale vrste kodiranja [3]-[4]. Osnovna razlika između Diraka i Dirak Pro je tretman u završnom procesu kompresije-aritmetičko kodovanje. Aritmetičko kodovanje je intenzivan proces i unosi kašnjenje. Ovo je stavka koja je veoma nepovoljna u visoko kvalitetnim produkcionim zadacima. Aritmetičko kodovanje omogućava možda i najznačajnija smanjenja protoka sa velikom kompresijom materijala Ipak u vrhunskoj produkciji postoji vrlo mala dobit velikom kompresijom. Zato je Dirak Pro isključio aritmetičko kodovanje.

Postoje dve specijalne aplikacije koje su primarni cilj za Dirak Pro.

1. Prva je kompresija sa malim kašnjenjem za prenos uživo. Ona koristi pažljivo izabrane opcije kompenzacije pokreta, izbegavajući kašnjenje kao najznačajniju osobinu. Sa malim kašnjenjem, sistem se može koristiti za bežične linkove, unutar ili izvan studija.
2. Druga specijalna aplikacija je mala kompresija kako bi se omogućilo kodovanje sa praktično nikakvim gubicima. To nam omogućava slanje 1080 *progresiv* formata preko infrastrukture koja je namenjena za 1080 *interlaced*.

High-end produkcije se drastično prebacuju na visoko kvalitetni 1080 P50/60 ali ovaj format zahteva znatno veći protok nego postojeći 1,5 Gbit/s HDSDI interfejs. Dirak PRO profil omogućava transport ovih visoko kvalitetnih slika preko konvencionalnog HD intrfejsa. Dalje aplikacije mogu biti bez gubitaka ili bez vizuelnih gubitaka za potrebe arhiviranja materijala.

Za postojeće linkove, kompresijom 1,5 Gbit/s HDSDI u 270Mbit/s SDI ili SDTI bi omogućio korišćenje standardnih infrastruktura za rutiranje HD signala. Takođe, kompresijom HDSDI signala mogli bi ga prilagoditi gigabitnom eternetu (600Mbit/s), tako da bi omogućili HD procesiranje na znatno jeftinijoj mreži. Dirak Pro daje fenomenalne rezultate na ovim nivoima kompresije.

IV. Objektivna procena kvaliteta Diraka

Pošto je Dirak Pro izašao relativno skoro nije bilo mogućnosti za njegovu objektivnu analizu, ali je za potrebe ovog rada urađena objektivna procena njegovog prethodnika. Izvršeno je objektivno poređenje sa dva kodeka koja su u ranijim istraživanjima pokazala najbolje rezultate, a to su H.264 i DivX Pro [5]-[9].

Digitalni video podaci, smešteni u video bazama i koji se distribuiraju kroz različite komunikacione mreže podložni su različitim tipovima (distorzija) za vreme akvizicije, kompresije, obrade, prenosa i reprodukcije. Na primer tehnike za kompresiju video materijala sa gubicima koje se

skoro uvek koriste da bi se smanjio opseg potreban za prenos i smeštanje video podataka, mogu da umanje kvalitet za vreme kvantizacije. Kao još jedan primer uzmimo digitalni video *stream* koji ide preko kanala sklonih greškama kao što su bežični kanali, može da bude primljen značajno izmenjen zbog slabljenja koja se javljaju u toku prenosa. Mreže sa paketskom komutacijom kao što je internet mogu da izazovu gubitke ili značajno kašnjenje primljenih paketa podataka u zavisnosti od uslova na mreži i kvaliteta servisa. Sve ove greške pri prenosu rezultuju izobličanjem primljenih podataka. Zato je imperativ za sisteme koji se bave video servisima da mogu da registriju i odrede stepen degradacije koja se pojavila u sistemu kako bi bili u mogućnosti da kontrolišu i eventualno povećaju kvalitet video podataka. Efektivna metrika za procenu video kvaliteta je od suštinske važnosti za ovu svrhu.

Najpouzdaniji način za procenu kvaliteta slike ili videa je subjektivna procena, pošto su ljudi krajnji korisnici za većinu aplikacija. Srednja vrednost procena (*mean opinion score* MOS), koja predstavlja meru za ocenu subjektivnog kvaliteta dobijenu od više posmatrača godinama se smatra najpouzdanijom formom za utvrđivanje kvaliteta. Ipak MOS metoda je nezgodna, spora i skupa za većinu aplikacija, to je razlog za nastanak objektivnih metodologija za procenu kvaliteta videa.

Cilj istraživanja objektivne procene video kvaliteta je dizajniranje kvalitetne metrike koja može automatski da proceni dobijeni video kvalitet.

Trenutno najčešće upotrebljavane metrike za procenu kvaliteta videa odnosno slike u prisustvu pune reference su srednja kvadratna greška (*mean squared error* MSE) i vršni odnos signal-šum (PSNR), koji se definišu kao:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{L^2}{MSE} \quad (1)$$

Gde N predstavlja broj piksela u slici ili video signalu, a x i y su i -ti pikseli u originalnoj i komprimovanoj sekvenci, respektivno. L je dinamički opseg vrednosti piksela. Kada se pikseli predstavljaju sa 8 bita L je jednako 255. MSE i PSNR su u širokoj upotrebi jer se jednostavno računaju, imaju jasno fizičko značenje, lako se matematički operiše s njima za potrebe optimizacije (MSE je diferencijabilna, na primer). Ipak MSE i PSNR su predmet čestih rasprava zato što pokazuju slab stepen korelacije sa subjektivnim kvalitetom. U poslednjih tri-četiri decenije uloženi su ogromni naponi da se razviju metode za objektivnu procenu kvaliteta slike odnosno videa (uglavnom za FR procenu kvaliteta) koje u sebe uključuju merenje kvaliteta zasnovano na percepciji tako što uzimaju u obzir karakteristike ljudskog vizuelnog sistema (HVS). Neki od razvijenih modela su komercijalno dostupni. Ipak, izveštaji pri testiranju sofisticiranih FR modela za procenu kvaliteta baziranih na HVS-u govore da je postignut samo ograničen uspeh.

U ovom delu pokušano je da se trenutni Dirak analizira objektivnom metodom, i to upravo koristeći ovu metriku.

Analiza je izvedena primenjujući Dirak kodovanje na više pažljivo biranih sekvenci, i računajući PSNR za svaki frejm i svaku komponentu (Y, U i V) određene sekvence. Za potrebe ovog rada izdvojene su dve sekvence za posebnim karakteristikama.

Sekvenca *Voz* je snimljena nestabilnom kamerom. Glavna karakteristika ove sekvence je brzo kretanje objekta sa puno detalja i velikim boja na delimično statičnoj površini. Ova sekvenca spada u red kritičnih za kodovanje, naročito pri malim protocima.



Slika 1. *Sekvenca Voz, frejm 1*

Sekvenca *Iz kola* je sa druge strane snimanje praktično stacionarnih pokreta ali iz pokretne kamere, pošto se nalazi u automobilu u pokretu.



Slika 2. *Sekvenca Iz kola, frejm 268*

Za realnu procenu kvaliteta kodeka najbolje je njegove karakteristike uporediti sa drugim kodecima. U ovom slučaju pozivajući se na rezultate (liter), upoređiću Dirak sa dva kodeka koja su se najbolje pokazala u ranijim razmatranjima [8]. To su VSS H.264 i DivX Pro. Upoređivanje ću uraditi poređenjem PSNR metrike, dobijene primenjujući ih na nekoliko sekvenci. U okviru svakog dela daću kratak opis sekvenci, i grafički predstaviti dobijene rezultate.

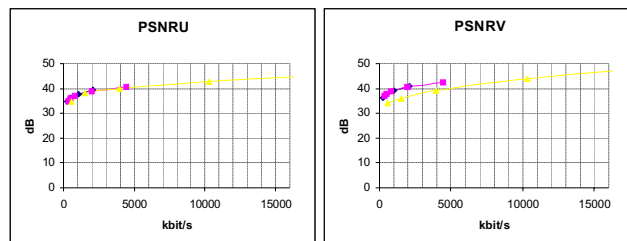
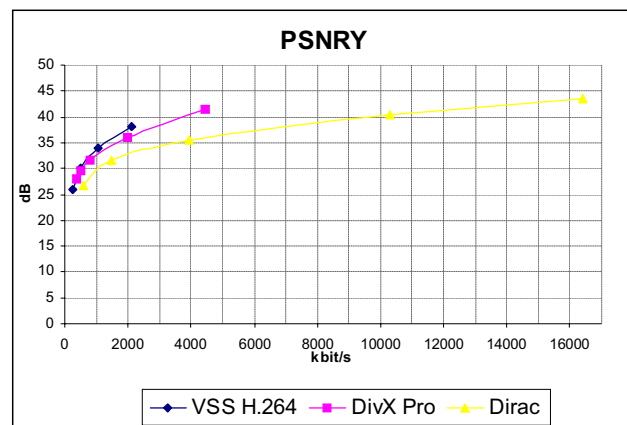
Tabela 1. Pregled sekvenci korišćenih za subjektivnu procenu kvaliteta

Naziv sekvence	Broj frejm. frejm.	Frejm. po sekundi	Veličina Fajla (KB)	Rezolucije i boje
Voz	300	25	91.141	360x288
Iz kola	500	25	151.895	360x288

A. Eksperimentalni rezultati

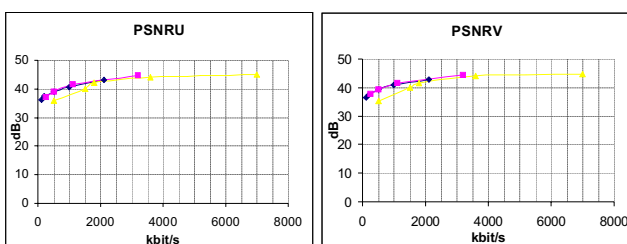
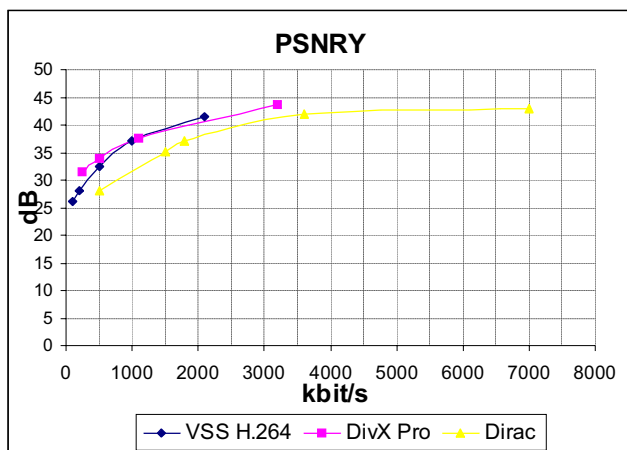
Trenutna verzija kodeka ne pruža mogućnost direktne promene veličine bitskog protoka, već se to radi izborom odgovarajućeg faktora kvaliteta. Prilikom računanja PSNR metrike, korišćen je program YUV Tools, koji u osnovi predstavlja YUV *player*. Ipak u okviru opcije YUV *analyzer* se nalazi deo za računanje PSNR. Ovaj softver, kao i većina sličnih, nalazi PSNR za sve tri komponente. Rezultate smešta u tekstualni fajl, odakle se mogu koristiti za dalju analizu.

Vrlo je teško rezultate prikazati tabelarno, jer dobijeni protoci nisu uvek isti. Dobijeni rezultati za izabrane sekvence su predstavljeni na sledećim grafikonima.



Slika 3. *Rezultati objektivnih merenja kvaliteta za sekvencu Voz-sve tri komponente*

Čini se da u ovom slučaju Dirak ne daje baš očekivane rezultate. Ipak razlika u odnosu na H264 i DivX, kao dva najbolja kodeka nije baš velika. Sa obzirom da se ovde radi sa eksperimentalnom verzijom može se reći da ni performanse nisu dostigle svoj vrhunac. Konkretno ovde postoji kretanje voza kao objekta, pa bi se u smislu kretanja pojedinačnih objekata morale tražiti dalje optimizacije. Relativo veliki protoci pri kojima se dobija odgovarajući kvalitet pre svega su plod još uvek ne definisane sintakse Diraka.



Slika 4. Rezultati objektivnih merenja kvaliteta za sekvencu Iz kola

U ovom slučaju, situacija je nešto povoljnija što se tiče Diraka, jer na protocima od oko 2000 kbit/s rezultati su gotovo identični. Ipak i ovdje se na ostalim protocima oseća značajna razlika koja je plod nedovršenosti kodeka.

V. Zaključak

Dirac Pro u sebi uključuje neka nova dostignuća i ideje, a neke od njih su još uvek u razmatranju. Problematika procesiranja videa u vrhunskom kvalitetu može da bude veoma veliki zalogaj. To se naročito odnosi na sam način kodovanja. U ovom slučaju kompresija nesme biti niti složena, zbog kašnjenja, ali ni preslaba zbog limitiranih opsega. Čini se da Dirac Pro pruža neke garancije za kvalitetno procesiranje u profesionalne svrhe.

Rad obuhvata neke originalne rezultate dobijene objektivnom procenom ovog kodeka. Može se reći da rezultati i nisu baš najpovoljniji, zbog čega mogu i te kako da posluže svima onima koji iskreno žele napredak ovog kodeka. Pošto je reč o eksperimentalnoj verziji Diraka, ovakvi rezultati mogu biti posledica ne optimizacije, a tu pre svega se misli na još uvek ne definisanu sintaksu i drugo.

Praktičan doprinos rada leži u rezultatima objektivne procene kvaliteta trenutnog Diraka. Rad pre svega predstavlja nastavak analize i razrade Diraka u Srbiju, da na posredan način može da utiče na sve zainteresovane, kako u pristupanju projektu tako i u svojim sopstvenim dostignućima u složenom svetu video kompresija.

Dalje istraživanje u oblasti kodeka Dirac leži i u objektivnoj i subjektivnoj proceni samog Dirac Pro. Ipak

za takvo istraživanje potrebno je profesionalno produkcijsko okruženje. Ukoliko si ti uslovi budu ispunili sledeća tema biće verovatno i analiza Dirac Pro kodeka.

Literatura

- [1] <http://dirac.sourceforge.net/>
- [2] www.bbs.co.uk
- [3] Mojsilović, A, *Diskretna wavelet transformacija u analizi teksture*, doktorski rad, ETF Beograd 1997.
- [4] R. Polikar, „Wavelet tutorial“, open tutorial <http://users.rowan.edu/wavelet>
- [5] Kasalović, B, *Eksperimentalni video kodek Dirac*, diplomski rad, ETF Beograd 2006.
- [6] Ristić, D, Kasalović, B, *H.264/AVC među Srbima*, seminarski rad, ETF Beograd
- [7] Ristić, D, Josifović, I “Poređenje video kodnih postupaka: subjektivna procena kvaliteta”, *Zbornik Telfor 2005*, ETF Beograd
- [8] Josifović, I, Ristić, D, „Poređenje video kodnih postupaka: objektivna procena kvaliteta“, *Zbornik Telfor 2005*, ETF Beograd
- [9] Kasalović, B, „Eksperimentalni video kodek Dirac“, *Zbornik Telfor 2006*, ETF Beograd
- [10] *ITU - R Recommendation BT. 500 - 9 (1998)*, “Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures”.

ABSTRACT

Dirac Pro is experimental video codec based on wavelet technology; witch is specifying for professional production system. This paper presents an overview of this codec. Also it gives original results of research on objective assessment of primary Dirac codec quality done by author.

EXPERIMENTAL VIDEO CODEC DIRAC, Boban Kasalović