

Primena mapa vizuelnog značaja u objektivnoj proceni kvaliteta slika

Boban Bondžulić, Vladimir Petrović i Dimitrije Bujaković

Apstrakt—U radu je analizirana mogućnost primene mapa vizuelnog značaja u objektivnoj proceni kvaliteta slika. Analiza je sprovedena na sedam javno dostupnih baza slika sa subjektivnim impresijama kvaliteta i sa reprezentativnim brojem vizuelnih signala. U okviru baza nalaze se podskupovi slika nastali primenom modifikacija karakterističnih za obradu i prenos vizuelnih signala. Pokazano je da se uvođenjem mapa vizuelnog značaja mogu poboljšati performanse objektivne procene kvaliteta zasnovane na očuvanju informacija o gradijentu.

Ključne reči—Objektivna procena kvaliteta slika, očuvanje parametara gradijenta, vizuelni značaj.

I. UVOD

ALGORITMI za procenu kvaliteta slike/videa najčešće imaju dve faze. U prvoj fazi kvalitet se evaluira na lokalnom nivou i dobija se mapa kvaliteta/degradacije na nivou piksela. U drugoj fazi koristi se prostorno udruživanje lokalnih skorova kako bi se od mape kvaliteta/degradacije dobila zbirna vrednost kvaliteta slike/videa. I dok je veliki trud uložen u razvoj prve faze procene kvaliteta, optimalna strategija integracije lokalnih skorova kvaliteta je predmet brojnih istraživanja. Najčešće korišćena tehnika prostornog udruživanja jeste usrednjavanje (prostorno i vremenski) [1].

Problemi sa prostorno-vremenskim usrednjavanjem se javljaju kada degradacija nije uniformno raspoređena u prostoru slike ili se menja tokom vremena. Na primer, kada u malom delu slike postoji degradacija, posmatrač će veću pažnju obratiti regionu lošeg kvaliteta i daće procenu nižu od srednje vrednosti mape kvaliteta/degradacije.

Ponderisanje lokalnih skorova može se podeliti na dve klase (sa različitim podklasama) [2]: (1) kvalitetom vođena integracija (Minkovski integracija, integracija na osnovu lokalnih vrednosti kvaliteta/degradacije – primenom monotone funkcije usrednjavanja ili korišćenjem najnižih skorova kvaliteta) i (2) integracija na osnovu sadržaja (korišćenjem informacionog sadržaja, korišćenjem realnih mapa subjektivnog značaja i korišćenjem mapa dobijenih primenom računarskih modela).

Boban Bondžulić – Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu, Generala Pavla Jurišića Šturma 33, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: bondzulici@yahoo.com).

Vladimir Petrović – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: vpetrovic@visaris.com).

Dimitrije Bujaković – Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu, Generala Pavla Jurišića Šturma 33, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: dimitrije.bujakovic@va.mod.gov.rs).

Generalno je prihvaćeno da snažne degradacije u prostoru i/ili vremenu imaju veliki efekat na krajnju impresiju kvaliteta [3, 4]. Snažne degradacije daju niske vrednosti sličnosti izvornog i test signala, pa se korišćenjem najnižih skorova kvaliteta može formirati krajnja impresija o kvalitetu.

Rad [5] se može svrstati u radove koji u ponderisanju lokalnih skorova kvaliteta koriste sadržaj slike. Autori su krenuli od pretpostavke da je tokom posmatranja slika prirodnih scena optimalni subjektivni značaj proporcionalan lokalnom informacionom sadržaju slike (broj bita potrebnih za njegovu interpretaciju).

Za ponderisanje lokalnih skorova kvaliteta mogu se koristiti realne mape vizuelnog značaja – mape izvedene iz eksperimenata u kojima se kroz posmatranje kretanja zenice ljudskog oka u procesu evaluacije kvaliteta određuju vizuelno značajni regioni u slici/videu [6, 7]. Međutim, korišćenje ovakvih mapa značaja je nepraktično u realnim aplikacijama procene kvaliteta slike, pa se umesto realnih mapa koriste mape izvedene iz računarskih modela [8].

Često korišćene mape subjektivnog značaja [9, 10] koriste jednostavna obeležja kao što su veličina, intenzitet, boja i orijentacija [9], odnosno osvetljaj, kontrast i osvetljaj nakon filtriranja slike propusnicima opsega [10].

Mape vizuelnog značaja izvedene korišćenjem pristupa opisanih u [9, 10] integrisane su sa objektivnim merama procene kvaliteta slike i videa u [11, 12]. Pokazano je da se uvođenjem mapa subjektivnog značaja poboljšavaju performanse objektivnih mera.

II. PRIMENA MAPE SUBJEKTIVNOG ZNAČAJA U EVALUACIJI KVALITETA

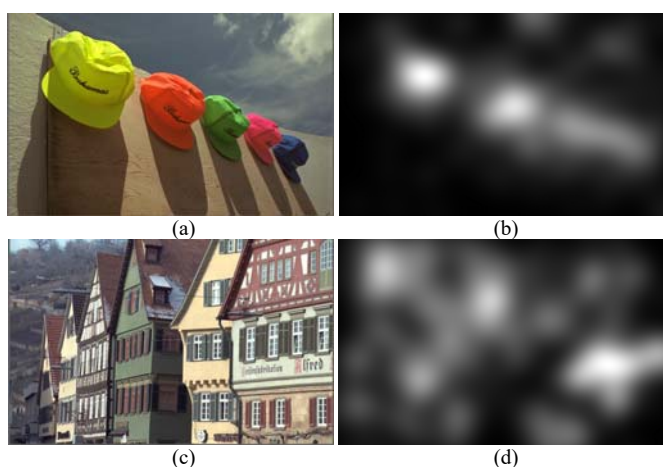
Ukoliko je poznata mapa subjektivnog značaja, krajnja mera kvaliteta se može dobiti kao normalizovana suma mape kvaliteta test slike, Q^{AB} , modulirane sa mapom subjektivnog značaja w . To znači da se mera kvaliteta test slike B u odnosu na originalnu sliku A može dobiti kao [1]:

$$Q_w^{AB} = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M Q^{AB}(n,m)w(n,m)}{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M w(n,m)}, \quad (1)$$

gde $Q^{AB}(n,m)$ predstavlja vrednost sličnosti test slike i izvorne slike na poziciji (n,m) . U radu se za određivanje sličnosti koristila gradijentna objektivna mera predložena u [13]. U gradijentnoj proceni polazi se od izdvajanja parametara gradijenta (amplituda i orijentacija) i korišćenja subjektivnog modela očuvanja gradijenta. Očuvanje parametara gradijenta

lokalnih regiona integrali se u jednu numeričku vrednost, Q^{AB} , koja odlikava kvalitet test slike i ima vrednost u opsegu od nula do jedan [13]. Umesto mere očuvanja informacija o gradijentu, Q^{AB} , može se koristiti bilo koja druga mera koja u evaluaciji kvaliteta polazi od analize očuvanja informacija ili strukturne sličnosti na nivou piksela.

Iz (1) se uočava da je evaluacija značaja potrebna u istoj rezoluciji kao što su rezolucije test i izvorne slike i njen cilj je formiranje mape subjektivnog značaja, $w(n,m)$, koja odlikava subjektivnu važnost svakog piksela slike. Na Sl. 1 prikazane su dve izvorne slike i njihove mape vizuelnog značaja (svetlije vrednosti imaju veći vizuelni značaj). Izvorne slike su iz LIVE baze slika [14], dok su mape vizuelnog značaja izvedene iz realnih eksperimenata sa 20 posmatrača [15]. Za razliku od mape vizuelnog značaja izvorne Sl. 1(a), gde su posmatrači fokusirani na objekte u prednjem planu, vizuelni značaj izvorne Sl. 1(c) je ravnomernije raspoređen.



Sl. 1. (a) izvorna slika, (b) mapa vizuelnog značaja Sl. 1(a), (c) izvorna slika i (d) mapa vizuelnog značaja Sl. 1(c).

III. ODREĐIVANJE MAPE SUBJEKTIVNOG ZNAČAJA

Ljudski vizuelni sistem koristi brojne interne mehanizme u određivanju subjektivnog značaja prezentovanih informacija. Ovi mehanizmi obuhvataju više nivoe obrade kao što su detekcija i prepoznavanje objekata, spoznaja situacije i sl.

U radu je ispitana tehnika određivanja vizuelnog značaja na osnovu informacionog sadržaja [13], i to na dva načina. Prvi način je na osnovu lokalnog informacionog sadržaja izvorne slike (slike A):

$$w(g_A) = -\log_2 P(g_A), \quad (2)$$

gde je $P(g_A)$ funkcija gustine verovatnoće amplitude gradijenta izvorne slike. Iz (2) se vidi da značaj piksela zavisi od raspodele vrednosti gradijenta. Značaj piksela na poziciji (n,m) se može tumačiti kao broj bita potrebnih za reprezentaciju vrednosti njegovog gradijenta $g_A(n,m)$.

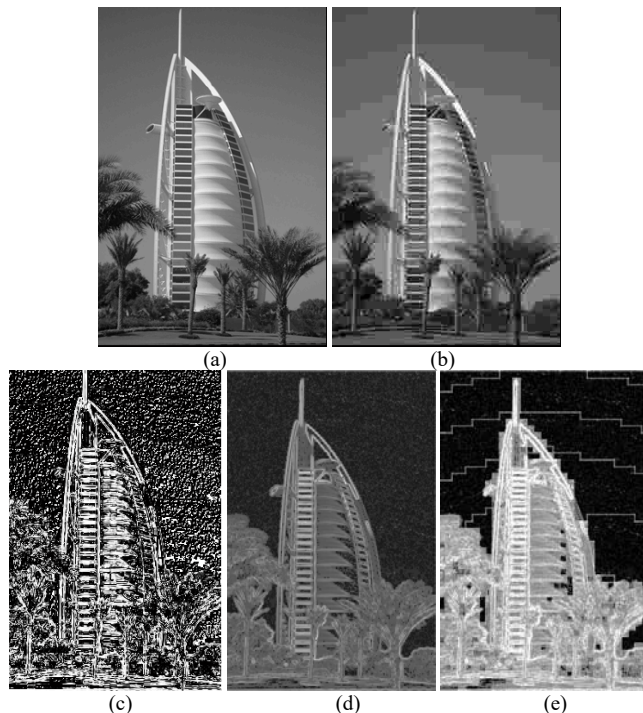
Kako bi se u obzir uzeo i lokalni informacioni sadržaj test slike uvedena je i druga funkcija značaja piksela:

$$w(g_A, g_B) = -\log_2 P(g_A, g_B), \quad (3)$$

gde je $P(g_A, g_B)$ združena raspodela amplituda gradijenta izvorne i test slike. Na ovaj način zbirna procena (1) će ispunjavati uslov simetrije ($Q_w^{AB} = Q_w^{BA}$).

Uvođenjem funkcija značaja (2) i (3) izbegava se heurističko određivanje značaja piksela sa nultim gradijentom, tj. značaj se određuje iz realnih podataka.

Na Sl. 2 prikazane su izvorna i test slika, mapa očuvanja informacija o gradijentu (svetlije vrednosti odgovaraju boljem očuvanju izvornih informacija) i mape značaja dobijene na predložene načine (svetlije vrednosti imaju veći značaj).



Sl. 2. (a) izvorna slika, (b) test slika, (c) mapa očuvanja informacija o gradijentu, (d) i (e) mape subjektivnog značaja dobijene korišćenjem (2) i (3).

Sa Sl. 2(c) i 2(d) vidi se da objekti u prednjem planu imaju veći subjektivni značaj od pozadine (nebo). Takođe, sa Sl. 2(d) vidi se da pikseli kod kojih postoje degradacije dobijaju na značaju – pikseli pozadine kod kojih se uočava blokovski efekat. Ovi pikseli dobijaju na značaju jer se u formiranju mape značaja pored izvorne koristi i test slika (na kojoj su prisutne degradacije).

IV. REZULTATI

Mape subjektivnog značaja koje su dobijene na osnovu (2) i (3) integrisane su sa mapama očuvanja informacija o gradijentu i dobijene su vrednosti kvaliteta Q_{w1}^{AB} i Q_{w2}^{AB} , tim redom. Mapa vizuelnog značaja koja se koristi kod mere Q_{w1}^{AB} izvedena je iz amplitude gradijenta izvorne slike, dok se kod mere Q_{w2}^{AB} koristi mapa vizuelnog značaja izvedena iz amplituda gradijenta izvorne i test slike. Doprinos upotrebe mape subjektivnog značaja u proceni kvaliteta analiziran je na sedam javno dostupnih baza slika sa dostupnim subjektivnim impresijama kvaliteta (LIVE [14], Toyama [16], IVC [17], CSIQ [18], VCL@FER [19], MCL JCI [20] i JPEG XR [21]). Rezultati sprovedene analize dati su u Tab. I–XIV. U tabelama su predstavljene performanse standardne mere očuvanja gradijenta, Q^{AB} (sa usrednjavanjem), ponderisanih mera, Q_{w1}^{AB} i Q_{w2}^{AB} , i objektivne mere koja se u prethodnim

analizama pokazala pouzdanom – VIF (Visual Information Fidelity) [22]. Performanse su predstavljene kroz stepen slaganja subjektivnih i objektivnih skorova, tj. kroz koeficijent linearne korelacije, LCC, i korelaciju rangova, SROCC [23], kako na nivou baza tako i na podskupovima slika u okviru baza. Podskupovi slika i baze na kojima je ponderisanje sa informacionim sadržajem donelo poboljšanje su obeležene znakom (+).

U Tab. I i II date su performanse objektivnih mera procene kvaliteta na LIVE bazi slika. Uočava se da je ponderisanje sa mapama subjektivnog značaja na svim podskupovima kao i na kompletnoj bazi donelo poboljšanje.

TABELA I
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA LIVE BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9772 | 0.9560 | 0.9645 (+) | 0.9650 (+) |
| JPEG | 0.9864 | 0.9653 | 0.9764 (+) | 0.9758 (+) |
| White noise | 0.9839 | 0.9466 | 0.9664 (+) | 0.9581 (+) |
| Gaussian blur | 0.9743 | 0.9429 | 0.9562 (+) | 0.9563 (+) |
| Fast fading | 0.9617 | 0.9655 | 0.9655 | 0.9679 (+) |
| LIVE baza | 0.9597 | 0.9378 | 0.9502 (+) | 0.9461 (+) |

TABELA II
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA NA LIVE BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9696 | 0.9503 | 0.9565 (+) | 0.9579 (+) |
| JPEG | 0.9846 | 0.9650 | 0.9741 (+) | 0.9739 (+) |
| White noise | 0.9858 | 0.9298 | 0.9528 (+) | 0.9439 (+) |
| Gaussian blur | 0.9728 | 0.9548 | 0.9631 (+) | 0.9639 (+) |
| Fast fading | 0.9650 | 0.9639 | 0.9686 (+) | 0.9702 (+) |
| LIVE baza | 0.9636 | 0.9385 | 0.9520 (+) | 0.9488 (+) |

Uvođenje mapa subjektivnog značaja u proceni kvaliteta kompletne Toyama baze nije dovelo do značajnog dobitka, Tab. III i IV. Performanse ponderisanih mera na globalnom planu su u nivou performansi izvorne, Q^{AB} procene. U okviru baze došlo je do poboljšanja performansi na JPEG2000 podskupu i do proporcionalnog pogoršanja performansi na JPEG podskupu. Iako je došlo po pogoršanja performansi na JPEG podskupu, performanse ponderisanih objektivnih mera su i dalje bolje od performansi VIF mere.

TABELA III
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA TOYAMA BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|-------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9622 | 0.9234 | 0.9405 (+) | 0.9391 (+) |
| JPEG | 0.9000 | 0.9603 | 0.9437 | 0.9419 |
| Toyama baza | 0.9137 | 0.9322 | 0.9352 (+) | 0.9341 (+) |

TABELA IV
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA NA TOYAMA BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|-------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9559 | 0.9191 | 0.9336 (+) | 0.9321 (+) |
| JPEG | 0.9061 | 0.9543 | 0.9380 | 0.9342 |
| Toyama baza | 0.9077 | 0.9276 | 0.9289 (+) | 0.9271 |

Ponderisanje sa mapama subjektivnog značaja vizuelnih informacija dovelo je do poboljšanja performansi gradijentne objektivne mere na tri podskupa i kompletnoj IVC bazi, Tab. V i VI.

TABELA V
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA IVC BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9347 | 0.8629 | 0.8964 (+) | 0.8912 (+) |
| JPEG | 0.9387 | 0.9090 | 0.9324 (+) | 0.9241 (+) |
| Gaussian blur | 0.9887 | 0.9781 | 0.9759 | 0.9771 |
| JPEG lumichr | 0.9149 | 0.9332 | 0.9134 | 0.9141 |
| LAR coded | 0.9055 | 0.8998 | 0.9190 (+) | 0.9123 (+) |
| IVC baza | 0.9026 | 0.8813 | 0.8846 (+) | 0.8864 (+) |

TABELA VI
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA NA IVC BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 | 0.9356 | 0.8606 | 0.8932 (+) | 0.8905 (+) |
| JPEG | 0.9240 | 0.8905 | 0.9153 (+) | 0.8982 (+) |
| Gaussian blur | 0.9729 | 0.9669 | 0.9616 | 0.9646 |
| JPEG lumichr | 0.8775 | 0.9083 | 0.8879 | 0.8918 |
| LAR coded | 0.8878 | 0.8460 | 0.8700 (+) | 0.8652 (+) |
| IVC baza | 0.8964 | 0.8699 | 0.8759 (+) | 0.8766 (+) |

Ponderisanje sa mapama subjektivnog značaja donosi dobitak na podskupovima CSIQ baze i bazi u celini, Tab. VII i VIII. Ovaj dobitak se naročito uočava kod slika sa šumom.

TABELA VII
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA CSIQ BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------------|--------|----------|---------------|---------------|
| White noise | 0.9606 | 0.8433 | 0.8870 (+) | 0.8731 (+) |
| JPEG | 0.9883 | 0.9527 | 0.9785 (+) | 0.9777 (+) |
| JPEG2000 | 0.9776 | 0.9396 | 0.9602 (+) | 0.9580 (+) |
| Pink noise | 0.9568 | 0.8222 | 0.8752 (+) | 0.8616 (+) |
| Gaussian blur | 0.9736 | 0.9297 | 0.9404 (+) | 0.9392 (+) |
| Contrast decrements | 0.9416 | 0.9422 | 0.9496 (+) | 0.9482 (+) |
| CSIQ baza | 0.9252 | 0.8556 | 0.8794 (+) | 0.8769 (+) |

TABELA VIII
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH SKOROVA NA CSIQ BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------------|--------|----------|---------------|---------------|
| White noise | 0.9575 | 0.8399 | 0.8846 (+) | 0.8688 (+) |
| JPEG | 0.9703 | 0.9378 | 0.9598 (+) | 0.9602 (+) |
| JPEG2000 | 0.9671 | 0.9255 | 0.9475 (+) | 0.9449 (+) |
| Pink noise | 0.9509 | 0.8170 | 0.8655 (+) | 0.8512 (+) |
| Gaussian blur | 0.9744 | 0.9438 | 0.9519 (+) | 0.9510 (+) |
| Contrast decrements | 0.9345 | 0.9437 | 0.9511 (+) | 0.9491 (+) |
| CSIQ baza | 0.9194 | 0.8520 | 0.8754 (+) | 0.8741 (+) |

Uvođenje mapa subjektivnog značaja dovodi do značajnog poboljšanja performansi ivične objektivne procene na podskupovima VCL@FER baze slika (Tab. IX i X). Dobitak na nivou kompletne baze je nešto niži.

TABELA IX
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH
SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA VCL@FER BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| White noise | 0.9762 | 0.8742 | 0.9198 (+) | 0.9073 (+) |
| Gaussian blur | 0.9601 | 0.8947 | 0.9076 (+) | 0.9073 (+) |
| JPEG2000 | 0.9600 | 0.9127 | 0.9434 (+) | 0.9428 (+) |
| JPEG | 0.9585 | 0.8856 | 0.9309 (+) | 0.9277 (+) |
| VCL@FER baza | 0.8922 | 0.8694 | 0.8705 (+) | 0.8791 (+) |

TABELA X
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I
OBJEKTIVNIH SKOROVA NA VCL@FER BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| White noise | 0.9688 | 0.8516 | 0.9020 (+) | 0.8844 (+) |
| Gaussian blur | 0.9575 | 0.8746 | 0.8905 (+) | 0.8905 (+) |
| JPEG2000 | 0.9499 | 0.9004 | 0.9287 (+) | 0.9285 (+) |
| JPEG | 0.9519 | 0.8786 | 0.9281 (+) | 0.9235 (+) |
| VCL@FER baza | 0.8866 | 0.8692 | 0.8610 | 0.8721 (+) |

Na MCL JCI bazi slika sa JPEG kompresijom i visokom prostornom rezolucijom primena mapa vizuelnog značaja dovela je do značajnog dobitka (Tab. XI i XII). Koeficijent linearne korelacije i korelacija rangova su porasli za 10%.

TABELA XI
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH
SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA MCL JCI BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|--------------|--------|----------|---------------|---------------|
| MCL JCI baza | 0.8884 | 0.7879 | 0.8515 (+) | 0.8594 (+) |

TABELA XII
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I
OBJEKTIVNIH SKOROVA NA MCL JCI BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|--------------|--------|----------|---------------|---------------|
| MCL JCI baza | 0.8791 | 0.7863 | 0.8472 (+) | 0.8554 (+) |

Primena mapa subjektivnog značaja dovela je do poboljšanja performansi gradijentne objektivne procene na podskupovima i na kompletnoj JPEG XR bazi slika visoke prostorne rezolucije (Tab. XIII i XIV).

TABELA XIII
KOEFIČIJENT LINEARNE KORELACIJE (LCC) SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH
SKOROVA (NAKON NELINEARNE REGRESIJE) NA JPEG XR BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|----------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 4:2:0 | 0.9683 | 0.9483 | 0.9697 (+) | 0.9696 (+) |
| JPEG2000 4:4:4 | 0.9544 | 0.9225 | 0.9342 (+) | 0.9401 (+) |
| JPEG | 0.9643 | 0.9432 | 0.9448 (+) | 0.9433 (+) |
| JPEG XR MS | 0.9247 | 0.9231 | 0.9271 (+) | 0.9307 (+) |
| JPEG XR PS | 0.9657 | 0.9266 | 0.9423 (+) | 0.9420 (+) |
| JPEG XR baza | 0.9389 | 0.9269 | 0.9326 (+) | 0.9335 (+) |

TABELA XIV
KORELACIJA RANGOVA (SROCC) SUBJEKTIVNIH I
OBJEKTIVNIH SKOROVA NA JPEG XR BAZI SLIKA

| | VIF | Q^{AB} | Q_{w1}^{AB} | Q_{w2}^{AB} |
|----------------|--------|----------|---------------|---------------|
| JPEG2000 4:2:0 | 0.9601 | 0.9323 | 0.9586 (+) | 0.9544 (+) |
| JPEG2000 4:4:4 | 0.9268 | 0.9225 | 0.9364 (+) | 0.9400 (+) |
| JPEG | 0.9107 | 0.8746 | 0.8772 (+) | 0.8824 (+) |
| JPEG XR MS | 0.8824 | 0.9148 | 0.9122 | 0.9109 |
| JPEG XR PS | 0.9305 | 0.9012 | 0.9181 (+) | 0.9187 (+) |
| JPEG XR baza | 0.9130 | 0.8995 | 0.9133 (+) | 0.9128 (+) |

Analiza performansi objektivnih mera na globalnom planu (nivou kompletnih baza) i na nivou podskupova signala unutar baza, pokazuje da performanse objektivnih mera zavise od izbora baze i od izbora podskupa, tj. tipa degradacije. Zbog toga se može reći da ne postoji univerzalna objektivna mera procene kvaliteta koja će biti upotrebljiva u svim situacijama – za različite tipove degradacije, za različite primene i sl.

Uvođenjem ponderisanja objektivna procena na osnovu očuvanja informacija o gradijentu se po performansama približava znatno složenijoj VIF meri. Takođe, može se reći da ne postoji neka značajna razlika u performansama ponderisanih mera Q_{w1}^{AB} i Q_{w2}^{AB} .

Kako analizirane baze sadrže slike sa istim modifikacijama – JPEG klasa postoji u svih sedam baza, JPEG2000 klasa u šest baza, zamrljanje (blur) u četiri baze i aditivni Gausov šum u tri baze, analizirane su performanse objektivnih mera na ovim podskupovima. Performanse objektivnih mera na podskupovima slika iz baza date su na Sl. 3, pri čemu se kao parametar poređenja koristi korelacija rangova (SROCC).

Sa Sl. 3 se uočava da za isti tip degradacije performanse objektivnih mera značajno zavise od izbora baze. Uvođenje mapa vizuelnog značaja dovelo je do poboljšanja gradijentne procene kvaliteta na svim bazama koje sadrže JPEG2000 klasu slika (Sl. 3(b)) i klasu slika sa aditivnim Gausovim šumom (Sl. 3(d)). Primena mapa vizuelnog značaja dovela je do poboljšanja performansi na šest od sedam analiziranih baza sa JPEG klasom slika (Sl. 3(a)), odnosno tri od četiri analizirane baze sa podskupom slika sa zamrljanjem (Sl. 3(c)). Izuzeci koji su uočeni su iz Toyama i IVC baza slika, koje imaju uži dinamički opseg kvaliteta od ostalih baza slika [8].

V. ZAKLJUČAK

Generalno se može zaključiti da je na globalnom planu, kao i na podskupovima slika, uvođenjem mapa subjektivnog značaja ostvaren dobitak. Dobitak zavisi od baze nad kojom se radi, kao i od izbora podskupa slika. Takođe, uočeno je da za istu degradaciju izvornog signala, performanse značajno zavise od izbora baze. Zbog toga je evaluaciju performansi objektivne mere potrebno sprovesti na više baza slika. Na svim bazama slika razlike u performansama između dva predložena pristupa sa ponderisanjem nije značajna.

ZAHVALNICA

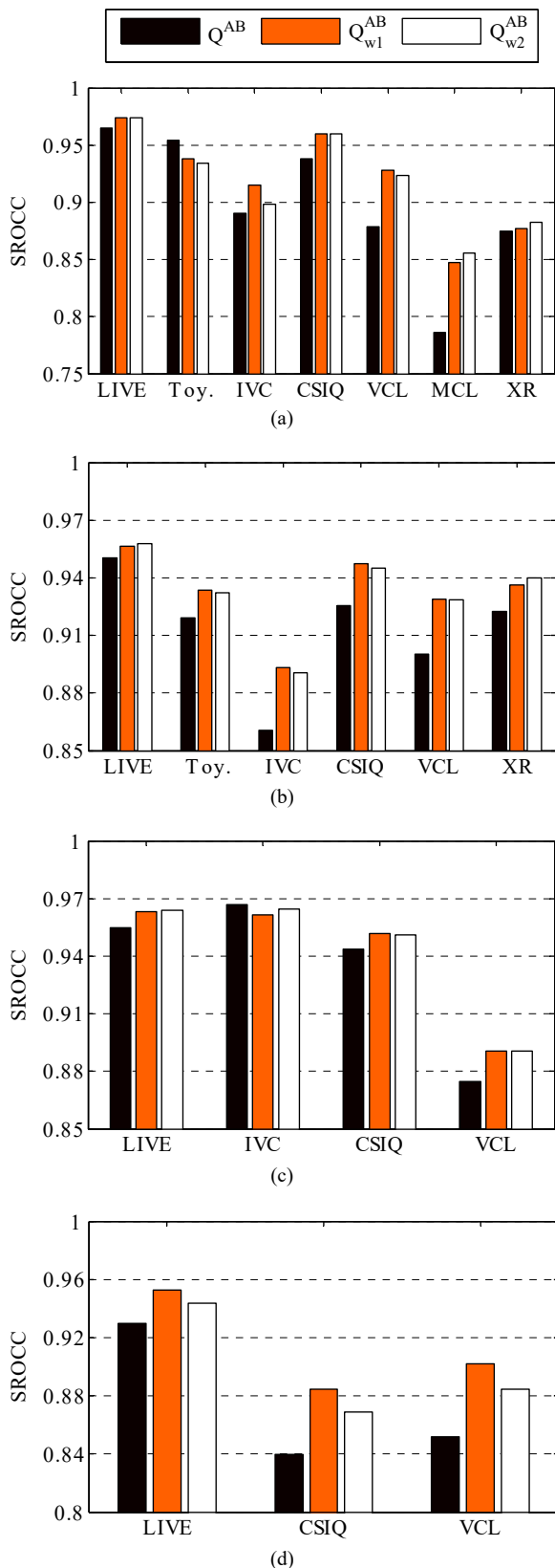
Ovo istraživanje je deo projekta VA-TT/1-17-19 podržanog od strane Ministarstva odbrane Republike Srbije.

ABSTRACT

This paper presents the possibility of using a visual importance maps in objective image quality assessment. Analysis was conducted on seven publicly available datasets with subjective impressions of image quality and with a representative number of visual stimuli. Within the datasets there are subsets with typical modifications in signal processing and transmission. It has been shown that the introduction of a visual importance maps can improve performance of objective gradient-based image quality assessment metric.

Visual importance pooling in objective image quality assessment

Boban Bondžulić, Vladimir Petrović and Dimitrije Bujaković



Sl. 3. Performanse objektivnih mera na podskupovima slika sa istom degradacijom: (a) JPEG kompresija, (b) JPEG2000 kompresija, (c) zamrljanje i (d) aditivni Gausov šum.

LITERATURA

- [1] Z. Wang, X. Shang, "Spatial pooling strategies for perceptual image quality assessment," 14th IEEE International Conference on Image Processing, Proc. of papers, pp. 2945-2948, 2006.
- [2] M. Gong, M. Pedersen, "Spatial pooling for measuring color printing quality attributes," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 23, no. 5, pp. 685-696, 2012.
- [3] B. Bondzulić, V. Petrović, S. Mitrović, B. Pavlović, M. Andrić, "Visual attention pooling and understanding the structural similarity index in multi-scale analysis," *Optica Applicata*, vol. 44, no. 2, pp. 267-283, 2014.
- [4] J. Park, K. Seshadrinathan, S. Lee, A.C. Bovik, "Video quality pooling adaptive to perceptual distortion severity," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 22, no. 2, pp. 610-620, 2013.
- [5] Z. Wang, Q. Li, "Information content weighting for perceptual image quality assessment," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 20, no. 5, pp. 1185-1198, 2011.
- [6] H. Liu, I. Heynderickx, "Visual attention in objective image quality assessment: Based on eye-tracking data," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 21, no. 7, pp. 971-982, 2011.
- [7] H. Liu, U. Engelke, J. Wang, P. Le Callet, I. Heynderickx, "How does image content affect the added value of visual attention in objective image quality assessment?," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 20, no. 4, pp. 355-358, 2013.
- [8] B. Bondžulić, "Procena kvaliteta slike i videa kroz očuvanje informacija o gradijentu," Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2016.
- [9] L. Itti, C. Koch, E. Niebur, "A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, no. 11, pp. 1254-1259, 1998.
- [10] U. Rajashekar, I. Van Der Linde, A.C. Bovik, L.K. Cormack, "GAFFE: A gaze-attentive fixation finding engine," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 17, no. 4, pp. 564-573, 2008.
- [11] M.C. Farias, W.Y. Akamine, "On performance of image quality metrics enhanced with visual attention computational models," *Electronics Letters*, vol. 48, no. 11, pp. 631-633, 2012.
- [12] W.Y. Akamine, M.C. Farias, "Incorporating visual attention models into video quality metrics," Proc. SPIE 9016, Image Quality and System Performance XI, Paper No. 90160O, 2014.
- [13] B. Bondžulić, V. Petrović, "Edge-based objective evaluation of image quality," 18th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Proc. of papers, pp. 3305-3308, 2011.
- [14] H.R. Sheikh, Z. Wang, L. Cormack, A.C. Bovik, "LIVE image quality assessment database release 2," [Online] Available: <http://live.ece.utexas.edu/research/quality/subjective.htm>
- [15] H. Liu, I. Heynderickx, "TUD image quality database," [Online] Available: http://mmi.tudelft.nl/iglab/eye_tracking_1.html
- [16] Y. Horita, K. Shibata, Y. Kawayoke, Z.M. Parvez Sazzad, "MICT image quality evaluation database (Toyama database)," [Online] Available: <http://mict.eng.u-toyama.ac.jp/mictdb.html>
- [17] P. Le Callet, F. Autrusseau, "Subjective quality assessment IRCCyN/IVC database," [Online] Available: <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/ivcdb/>
- [18] E.C. Larson, D.M. Chandler, "The CSIQ image database," [Online] Available: <http://vision.okstate.edu/?loc=csiq>
- [19] A. Zarić, N. Tatalović, N. Brajković, H. Hlevnjak, M. Lončarić, E. Dumić, S. Grgić, "VCL@FER image quality assessment database," [Online] Available: <http://www.vcl.fer.hr/quality/>
- [20] L. Jin, J.Y. Lin, S. Hu, H. Wang, P. Wang, I. Katsavounidis, A. Aaron, C.-C. Jay Kuo, "MCL JCI dataset," [Online] Available: <http://mcl.usc.edu/mcl-jci-dataset/>
- [21] F. de Simone, L. Goldmann, V. Baroncini, T. Ebrahimi, "JPEG core experiment for the evaluation of JPEG XR image coding," [Online] Available: <http://mmspg.epfl.ch/iqu>
- [22] H.R. Sheikh, A.C. Bovik, "Image information and visual quality," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 15, no. 2, pp. 430-444, 2006.
- [23] ITU TUTORIAL, *Objective perceptual assessment of video quality: Full reference television*, ITU-T Telecommunication Standardization Bureau, 2004.