

# PROŠIRENJE VIZUELNOG DOŽIVLJAJA-DODATNO UNAPRIJEĐENJE ISKUSTVA U BLISKM INFRACRVENOM PODRUČJU

## AUGMENTED EXPERIENCE-NEAR INFRARED SPECTRUM ADVANCED VISION EXPANDING

**Agić A<sup>1</sup>, Agić D<sup>2</sup>, Denis Jurečić<sup>1</sup>, Vilko Žiljak<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Grafički Fakultet

<sup>2</sup> Akademija tehničkih znanosti Hrvatske

### Sažetak

Dvojnomo slikom dodajemo vizuelnu informaciju. Vidljivo područje se na taj način instrumentalno proširi, te se dodatna slika smješta u drugo blisko infracrveno područje. Bez instrumentalne podrške druga slika je nedostupna promatraču, a osim toga je i osigurana od krivotvorenja. Sustav prikazivanja vidljive i instrumentalno vidljive slike bazira se na apsorpcijsko/refleksijskim svojstvima procesnih bojila te karbon crne, na reproduksijskim postupcima separacije u vidljivom, ali i NIR području. U radu se daje razlika između standardnih separacijskih prelaza RBG u CMYK te one prema CMYKIR separaciji.

Ključne riječi: Dvojna slika, Z područje, prošireni doživljaj boja, CMYKIR

### Uvod

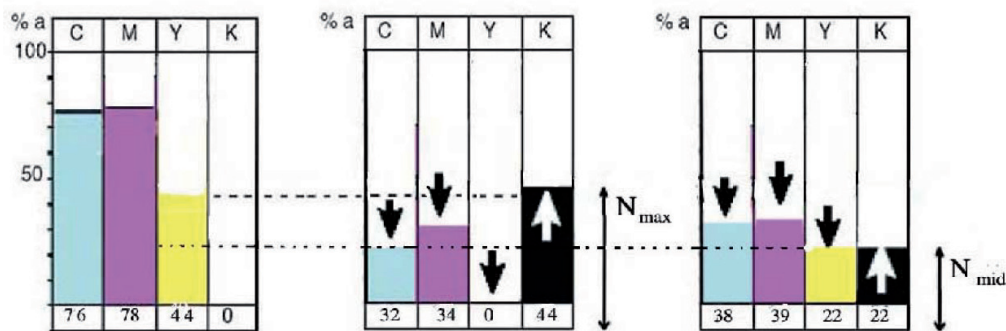
Nastanak dvostruke slike rezultat je refleksijskih svojstava korištenih materijala u vizuelnom i NIR području [1] [2]. Vizuelna slika, odnosno slika koja se stvara u području promatranja golim okom rezultat je standardnih grafičkih reproduksijskih postupaka. Bez obzira da li je slika koja će se vizuelno promatrati nastala snimanjem u prirodi ili snimanjem nekog objekta, skenirana ili programski generirana, datoteka će biti generirana u RGB sustavu prikazivanja. Naravno da vizuelna slika podliježe RGB postavkama ICC profila, te postavkama za promatranje. Za potrebe otiskivanja koristi se autotipijski sustav prikazivanja. Autotipijski sustav podrazumijeva subtraktivni način miješanja boja uz izabrani rasterski model realizacije tiskovnih elemenata. Uz osnovni subtraktivni model moguće je u grafičkim postupcima koristiti i proširene sustave nestandardnih boja, no onda je miješanje boja namjensko [3]. U takovim slučajevima najčešće je potrebno proširiti reproduksijski postupak za neprocesne boje, te definirati dodatne programske kanale i realizirati dodatne tiskovne forme, što često omogućava i primjenu na nestandardnim materijalima i naprednim autotipijskim metodama [4] [5].

Specifičnost grafičke reprodukcije je u tome da se u standardnim slučajevima koristi i crni kanal, odnosno crna boja kao četvrta u reprodukciji. Crnom bojom se postiže niz značajki od kojih neke opisuju poboljšanje kvalitete i vizuelnog dojma reprodukcije, ali i mogućnost zamjene dijela kromatskih reproduksijskih značajki-pokrivenosti kromatskih boja jeftinijom crnom bojom. U toj se situaciji govori o stupnju moguće akromatske zamjene. Istovremeno se otvara mogućnost stvaranje jednog te istog vizuelnog doživljaja jedne iste boje, ali primjenom niza različitih kombinacija osnovnih boja, te u pravilu karbon crne.

### Akromatska zamjena

Prihvaćena pretpostavka je da se tri procesne boje mogu u nekoj složenoj (tercijarnoj) boji proporcionalno zamijeniti crnom. Standardne grafičke akromatske metode zamjene obuhvaćene su postupcima UCR (undercolor removal), CCR (complementary color removal), PCR (polychromatic color removal). Akromatska redukcija se izražava se kao postotak pokrivenosti moguće zamjene kromatskih boja crnom. Teoretski gledano opseg zamjene je između 0% zamjene i potpune moguće zamjene. Slika 1 prikazuje CMY kombinaciju potpune proporcionalno moguće zamjene, CMY+K kombinaciju, te srednje zamjene, aproksimativno 50%.

Današnje aplikacije za obradu i korekciju slika većinom prihvaćaju module za akromatsku redukciju. Moguća su podešavanja krivulja crne prirasta elementa i ukupne pokrivenosti (po ICC propisima), ali sam iznos redukcije u većini programa za separaciju ide stupnjevito od "none", "light", "medium", "heavy" to "maximum" moguće zamijene. Stupnjeviti sustav ne dozvoljava neka fina podešavanja, i dosta je nefleksibilan kod većine slika koje se obrađuju. Takav način zamjene podržava većina programskih aplikacija za obradu slika kod RGB / CMYK separacija



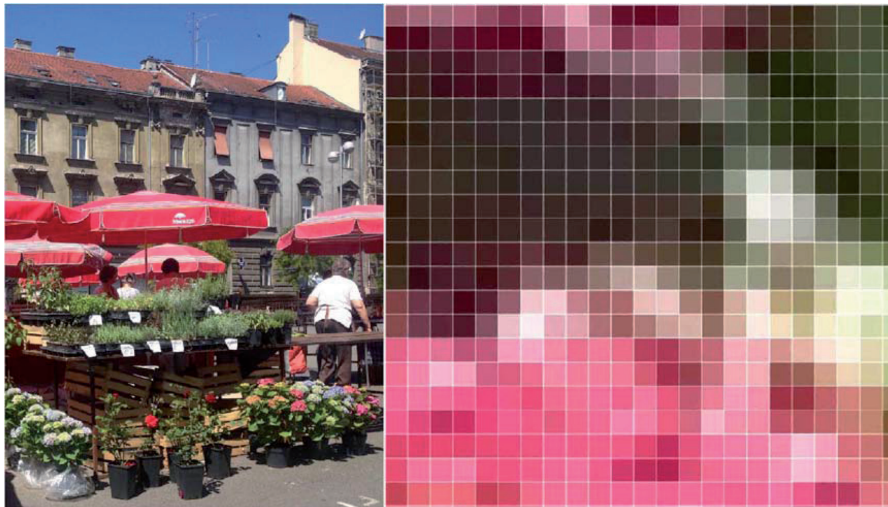
**Slika 1: prikaz akromatske redukcije (primjer potpune redukcije- $\max \hat{a}Y=0$ , i "medium" zamjene, aproksimativno 50%  $\hat{a}K=22$ )**

koje se obrađuju. Problem nastaje kod višebojnih slika sa nizom tonova i boja, gdje svaki slikovni element na slici može postići drugu akromatski iznos. To u većini slika za prikazivanje u vizuelnom području nije značajan problem. Za sakrivenu Z sliku takav način pokazuje se nepogodnim, obzirom da pokrivenost K iznosa u takvom slučaju varira od jednog do drugog slikovnog elementa, slika 2.

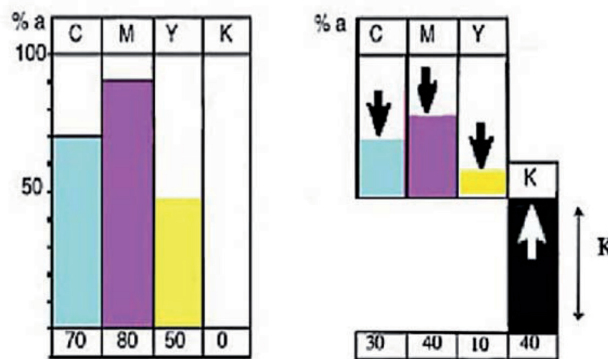
U takvim slučajevima sekundarna slika se mora pozicionirati prema mjestima vizuelne slike gdje je moguća potrebna akromatska zamjena.

Raznolikost u postizanju akromatskih zamjena može dovesti do stanovitih odstupanja u kolorističkim značajkama pojedinih slikovnih elemenata. Ako bi se gledalo sa strane sekundarne slike, raznolikost akromatske zamjene (iznos pokrivenosti crnom) bi varirao, te bi moglo doći do neujednačene vizualizacije sekundarne slike. Takove i slične situacije upućuju nas na generiranje namjenskih rasterskih elemenata, kojima se ublažavaju vizuelni prelaz između dvojnih boja. Za pozicioniranje sekundarne slike kod Z barijere na 1000 nm potrebno je usaglasiti područja odgovarajuće-zadovoljavajuće akromatske zamjene za što je proveden niz ispitivanja. [6] [7].

Kod NIR-Z tj CMYKIR [14] tehnologije zamjenu crne tretiramo kao akromatsku izmjenu. Kako bi ta izmjena postizala optimalni rezultat, postavljen je sustav interpolacijskog X0-X40 iznosa redukcije [15]. Nizom ispitivanja utvrđeno je da je zajednički optimalni određeni dio akromatske zamjene 40% pokrivenosti crnom, kao balans između akromatske zamjene i instrumentalne čitljivosti sekundarne slike. Slika 3 prikazuje princip akromatske zamjene CMYKIR tehnologije, gdje je pokrivenost crne (K) linearno definirana za sve slikovne elemente, te se odračunava po pokrivenosti za neku boju slikovnog elementa po principima grafičke akromatske redukcije. Slučaj kada je moguća

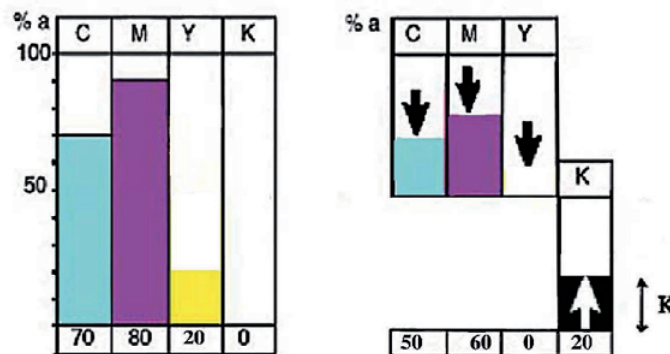


Slika 2: slika i dio slikovnih elemenata, detalj povećano (prikazuju CMY model, primjer da svako pojedino mjesto nije podobno za akromatsku zamjenu)



Slika 3: prikaz fiksne akromatske zamjene CMYKIR tehnologije (za ak 0.4)

fiksna akromatska zamjena manja od predviđenih 40% kao što se može dogoditi kod snimljenih slika iz prirode, prikazana je sa slici 4. Na takovim mjestima programiranje sekundarne slike je otežano, jer se ne postiže potrebnih interpolacijski iznos zamjene, i sekundarna slika ne će biti korektna. Kod generiranih grafika namjenske boje se podešavaju za interpolacijske potrebe blizanaca do ak 0.4.



Slika 4 : prikaz fiksne zamjene kada je mogući ak manji od 0.4

## Vizuelna i NIR selekcija, dvojni parovi

Primarna selekcija se odvija u vizuelnoj domeni, gdje se optičkim sustavom stvara RGB datoteka. Treba napomenuti da RGB optički sustav selekcije ima svoje specifičnosti-odstupanja apsorpcije/transparencije u vizuelnom, ali i u proširenom području. RGB datoteka se može vizuelizirati na zaslonima, ali za potrebe otiskivanja potrebna je subtraktivni raspored boja. U tom trenutku iz RGB datoteke dolazimo do stvaranja ili CMY ili CMYK kombinacija, koje zovemo dvojčeki ili dvojne boje [8] [9]. Dvojne boje vizuelno daju isti doživljaj boje (minimalni mogući kolorimetrijski  $\Delta E$ ). Kada na (nekom) zadanom mjestu reprodukcije nema elementa sekundarne slike reproducirati će se prvi (CMY) dvojček, a ako ima elementa sekundarne slike dolazi CMYK dvojček. Izmjenu i moguća podešavanja provodi namjenski razvijeni programski CMYKIR programski modul. [10]

Kako je već napomenuto, prva selekcija je stvaranje RGB vizuelnog sustava. Prelazom na subtraktivni sustav otvara se mogućnost sekundarne selekcije, odnosno diskriminante između korištenih boja. Procesne boje u vizuelnom svojim selektivnim apsorpcijama moduliraju doživljaje boja, a crna je modulator intenziteta. Vizuelni dio nakon 750 nm prestaje. Slijedi ga produženo područje gdje počinje razdvajanje refleksija procesnih boja i crne, ali postoji i negativni utjecaj optičkog sustava, koji se vidi barijernim snimanjem. Poželjno je razdvajanje krivulja refleksija procesnih boja i crne. Ako je taj uvjet ispunjen konačna diskriminanta, Z slika na 1000 nm biti će stabilna i osigurana. [11] [12]. Slika 5 prikazuje apsorpcije para dvojnih boja kroz cijeli spektar 400-1000 nm.

Dvojni parovi 1C i 2C. su izabrani parovi za generiranu grafiku, namjenski predviđeni i selektirani na osnovi drugih paleta boja. Primijenjena akromatska zamjena aplicirana je u smislu ujednačavanja blizanaca, kako bi vizuelno bili isti kod određenog izvora svjetla, te diferencirani za NIR područje. Osim vizuelnog interesantno je prelazno područje, približno 750-850 nm, te Z područje. Mjerenja i ispitivanja provode se forenzijskim uređajem Projektina. Za vidljivo područje spektralne krivulje se blizu i isprepliču se, što ukazuje na njihovu vizuelnu podudarnost. Prelazno područje je dobro razdvojeno, što je preduvjet za kvalitetnu Z sliku. Bitno je uočiti kako u oba slučaja blizanaca CMY definirani blizanac iskazuju manju apsorpciju (veću refleksiju), a IR blizanci sa K komponentom iskazuju veću apsorpciju. To se stvarno događa sekundarna selekcija, NIR selekcija, odgovarna za kvalitetnu Z sliku. U Z području kod ovih parova blizanaca situacija je jednoznačno definirana, gdje "vizualni" blizanci skoro jednako iskazuju spektralne krivulje, a isto

Dvojni par označen kao 1C, pokrivenosti  $\hat{a}_K$  CMY+K

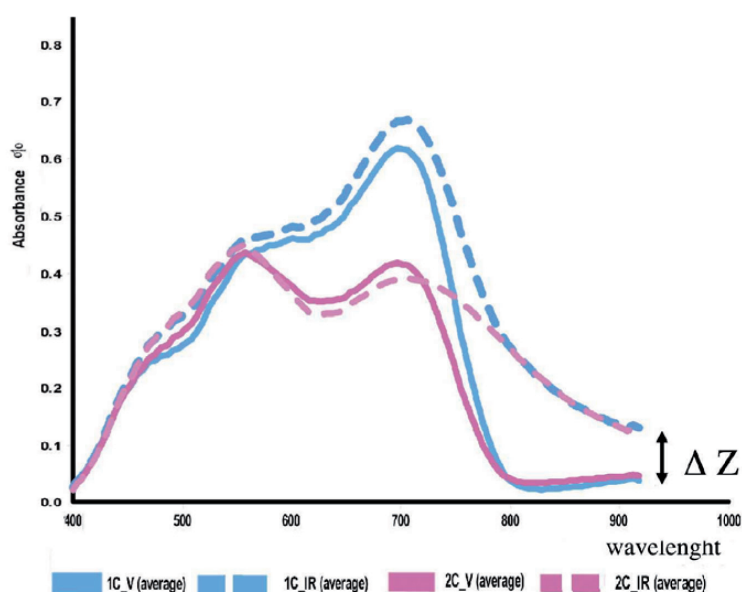
V: 77 78 45 0

IR 50 50 0 40

Dvojni par označen kao 2C, pokrivenosti  $\hat{a}_K$  CMY+K

V: 45 45 98 0

IR 7 13 82 40



Slika 5: dvojni parovi 1C i 2C vizuelni, i 1C i 2C IR (Analiza načinjena forenzičkim uređajem Projectina, Ultra Electronics Forensic Company, dozvolom dr. J. Žiljak)

tako i IR (Z) blizanci iskazuju skoro iste spektralne krivulje.[13]. Očito je da karbon crni udio ( $\hat{\text{K}} \text{ o.4}$ ) usmjeruje i iskazuje kod kompozitnih pokrivenosti karakterističnu spektralnu apsorpciju karbon crne, tj situaciju da je u promatranom području apsorpcija veća od one procesnih boja. U Z području jasno se distancirane spektralne krivulje V i IR blizanaca. Njihova razdvojenost je dovoljna jasna i nedvojbeno, te će Z slika biti lako instrumentalno određena. Takav raspored spektralnih krivulja kao i iskazana razlika zadovoljavaju postavljenim zahtjevima. Prebacivanje u područje nekog drugog profila, rekalkulacija pokrivenosti, presnimavanje ili neka slična akcija ne će više proizvesti dobro prepoznatljivu te stabilnu i zaštićenu sliku.

## Zaključak

Podešavanje parametara ključno je za kvalitetu sekundarne slike. Ujednačenost optičkog doživljaja u vizuelnom području te distanciranost spektralnih krivulja u produženom i proširenom području (Z) osigurava postojanost Z slike. Princip akromatske redukcije koja je ugrađen u niz aplikacija za obradu slika nije se pokazao kao kvalitetno rješenje za CMYKIR reprodukciju. Akromatska zamjena sa fiksnim udjelom pokrivenosti karbon crne te ujednačavanje značajke V i Z blizanca pokazalo se kvalitetnijom opcijom. Na žalost za niz različitih boja i materijala spektralni podaci nisu poznati, te ih je potrebno odrediti. Obzirom na vrlo široke mogućnosti primjene to je i nadalje poticaj tehnolozima, dizajnerima i umjetnicima i ostalim zainteresiranim na daljnji rad, unapređivanje sustava i primjena CMYKIR tehnologije.

## Reference

- [1] Žiljak V. Pap, K, Žiljak, I: Infrared hidden CMYK graphics. Imaging Science Journal. 58, 1(2010), pp. 20-27. DOI: 10.1179/136821909X12520525092882
- [2] Žiljak, V. Pap, K. Žiljak I: CMYKIR security graphics separation in the infrared area. // Infrared Physics and Technology. vol. 52, no. 2-3, pp. 62-69, Mar. 2009.
- [3] Friščić, M. Žiljak Stanimirović I. Žiljak Vujić, J: Infrared Technology in Flexographic Printing With Spot Colors, Proc. of 16th Conference of PDC Blaž Baromić, 2012, pp. 503-512.
- [4] Žiljak I. Pap, K, Žiljak-Vujić J: Infrared Design on Textiles as Product Protection. Tekstil. 58, 6(2009), pp. 239-253.
- [5] Žiljak-Vujić, J, Pap K, Žiljak, I: Design with mutant modulation screen elements. International Circular of Graphic Education and Research. 1(2008), pp. 22-28.

- [6] Agić D, Rudolf M, Agić A, Stanić Loknar N: Case Study Carbon Black Separation Extended Features, International Symposium on graphic engineering and design, GRID (6, 2012) Novi Sad, Proceedings, ISBN 978-86-7892-457-6, pp 187-195
- [7] Agić D, Strgar Kurečić M, Mandić L, Pap K: Black Separation Strategies in Colour Reproduction, DAAAM International Scientific Book 2009. 8 [2009] ISSN 1726-9687; 001-008. DOI: 10.2507/daaam.scibook.2009.01
- [8] Žiljak Vujić J, Bernašek A, Žiljak Stanimirović I: The Twins Spectrum of the Blue Colour Z14 for Offset Printing According to Infraredesign Theory, Blaž Baromić 2014.
- [9]. Agić D, Agić A, Bernašek A: Blizanci Bojila za proširenje Infra informacijske Tehnologije, Polytechnic and design, Vol 1, No 1, 2013, Zagreb 2013., pp 28-31. DOI 10.19279 TVZ 2013-1-1 03
- [10] Pap K, Žiljak Vujić J, Leiner Maksan U, Uglješić V: Metoda izrade dualnog portreta na osobnim dokumentima, Polytechnic and Design, vol 1, no 1 2013, pp 33-39 DOI 10.19279 TVZ 2013-1-1 04
- [11] Žiljak, V, Pap, K, Stanimirović, I, Vujić, J: Managing Dual Color Properties with the Z-Parameter in the Visual and NIR Spectrum /Infrared physics & technology, 55(2012), pp 326-336.
- [12] Pap K, Žiljak, I, Žiljak-Vujic, J: Image Reproduction for Near Infrared Spectrum and The Infraredesign Theory, Journal of Imaging Science and Technology, vol. 54, no. 1, pp. 10502-1-10502-9(9) 2010.
- [13] Žiljak V: Collectiveness of Visual and Z-Infrared Spectrum in the Security Printing , Annual 2013 of the Croatian Academy of Engineering; pp 373- 396
- [14] Pap K, Žiljak I, Žiljak-Vujic J: Image Reproduction for Near Infrared Spectrum and the Infraredesign Theory, Journal of Imaging Science and Technology, vol. 54, no. 1, pp. 10502-1-10502-9(9) 2010
- [15] Žiljak V, Pap K, Žiljak I: Infrared hidden CMYK Graphics, The Imaging Science Journal, Vol. 58. Issue 1; (2010); 20-27; ISSN: 1368-2199; Online ISSN: 1743-131X, p:20-27, imsmpta 045.3d DOI: 1179/136821909X12520525092882