

RASPRAVA I USPOREDBA CMYKIR I STUPNJEVITE GCR SEPARACIJE BOJA I BOJILA

DISCUSSION AND COMPARISON OF CMYKIR AND GRADUAL GCR SEPARATIONS OF COLORS AND DYES

Silvio Plehati¹, Jana Žiljak Gršić², Nikolina Stanić Loknar³

¹Fotosoft d.o.o., Zagreb

²Tehničko veleučilište u Zagrebu, Vrbik 8, Zagreb

³Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, Getaldićeva 2, Zagreb

Sažetak

U ovoj studiji dajemo usporedbu dvije vrste separacije boja iz RGB (V - vizualno) digitalnog zapisa u CMYK bojila s kojima će se izvoditi tisak. Separacije su zasnovane s različitim premisama u primjeni, a namjenjene su svaka sa svojim specifičnim zadatkom što daje različite rezultate. Algoritmi koriste svojstva procesnih bojila CMY koje mijenjamo sa karbon crnim bojilom po metodi GCR. U CMYKIR separaciju ulazi dodatna nezavisna monokromatska slika nazvana „Z“. Ta slika sadrži željene vrijednosti za kanal/komponentu K. Sa uspješnom ugradnjom Z slike u K kanal, postignuti ćemo cilj da se ta Z slika manifestira, prepoznaje tek u NIR spektru. Z slika je skrivena od golog oka. U ovom članku objavljujemo model CMYKIR separacije preko regresijskih jednadžbi za primjenu u offsetnom tisku. Za nekoliko izabranih bojila sa testne fotografije, demonstriraju se vrijednosti današnje prakse GCR separacije u pet stupnjeva. Za ista bojila prikazali smo numeričke vrijednosti po CMYKIR modelu za Karbon crno bojilo pokrivenosti od 40%. Usporedili smo postojeće stupnjevite GCR modele s kontinuiranim izborom K vrijednosti u CMYKIR separaciji. Izabrane boje demonstriraju ograničenja i domenu moguće upotrebe CMYKIR separacije.

Ključne riječi: GCR, CMYKIR, separacija boja, infracrveno, INFRAREDESIGN

Abstract

In this study, we compare the two types of color separations from RGB (V - visually) digital record to the CMYK dyes which will be printed. Separations are based on different premise in the application, and each one is dedicated to its specific task, which gives different results. The algorithms use the properties of process CMY dyes that we change with carbon black dye by the GCR method. In the CMYKIR separation enters an additional independent monochromatic image named as "Z". This image contains the desired values for channel/component K. By successfully installing the Z image into the K channel, we will achieve the goal of manifesting and recognizing this Z image only in the NIR spectrum. The picture is hidden from the naked eye. In this article, we publish the CMYKIR separation model using regression equations for offset printing. For several selected dyes from the test photo, we present values of today's practice of GCR separation in five degrees. For the same colors, we have shown numerical values for the CMYKIR model for the carbon black 40% coverage. We compared existing gradual GCR models with a continuous selection of K values in CMYKIR separation. Selected colors demonstrate constraints and the possible use of CMYKIR separation.

Keywords: GCR, CMYKIR, colour separation, infrared, INFRAREDESIGN

1. Uvod

1. Introduction

1.1. Opći pristup separaciji bojila po GCR postupku

1.1. *The general approach to dye separation by GCR procedure*

Ideja separacije bojila po metodi CMYKIR (cijan, magenta, žuta, infracrvena) je prvi puta objavljena u časopisu *Infrared Physics and Technology* 2009. [1]. Nizali su se radovi, a principi spajanja dvije slike su objavljeni u časopisu *Journal of Imaging Science and Technology* [2]. Različite primjene dualnih slika su demonstrirane s modelima za tisak s tonerom, inkjet tisak, sitotisak, za različite materijale; papir, platno, keramika, koža, svila, te za njih pripadna bojila. Objavljeni su radovi: tisak na prozirnem materijalu, etiketa na polipropilenu [3], [4] te tisak na tekstilu [5]. U proceduru INFRAREDESIGN® je uveden pojam „blizanci boja i bojila“ koji poistovjećuje dva i više bojila jednakih boja, a koji različito apsorbiraju radijaciju u NIR spektru [6]. Ideja o dualitetu bojila je prihvaćena u izradi dokumenata pa je ta inovacija široko primjenjena i predložena grafičkoj industriji [7]. Grafički modeli skrivanja i prepoznavanja informacija u dva svjetlosna spektra primjenjuju se u sigurnosnoj grafici s proširenjem povezivanja vektorske i piksel grafike [8].

GCR (skr. Gray Color Replacement) separacija je industrijski standard separacije u CMYK koji koristi crnu boju s kojom se vrši zamjena druge tri komponente (CMY). Ova separacija se koristi u tisku novina i časopisa. K – crni kanal je pojačan kako bi osigurao čistu, dublju crnu pogotovo za tekst. Prednosti popularnosti GCR separacije u ne-novinskom tisku su što će vrlo malo boja biti kontrolirano sa crnim kanalom (K), zauzvrat sivi tonovi su balansirani. Promjenom CMY komponenti mijenja se K udio i s time se prikrivaju manje greške unutar CMY registra (paseira). Najveća i najčešća prednost GCR separacije je cijena crne boje koja je jeftinija od CMY i tu se postižu uštede u tisku. U ovom članku su podaci prikazani grafovima realne separacije uz stupnjevanu prisutnost crnog bojila.

U programu Photoshop ponuđeno je pet različitih GCR intenziteta: None, Light, Medium, Heavy i Maximum. Model „None“ pretvara RGB u C0M0Y0 boju bez prisutnosti crne komponente. Taj prelaz je opisan relacijom (1). Svaka od boja ima raspon u vrijednostima od nule do jedan. U Photoshopu se te vrijednosti digitalno opisuju: RGB od 0 do 256 (osam bitno: 0 – 28). CMY su vrijednosti od 0 do 100 u postotcima pokrivenosti pojedinih komponenti.

Povezanost RGB i CMY:

$$\begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

Konvencionalna (školska) separacija bojila je definirana preko relacije (2):

$$\begin{bmatrix} C_K \\ M_K \\ Y_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K \\ K \end{bmatrix} \quad (2)$$

2. Stupnjevito separiranje po GCR metodi

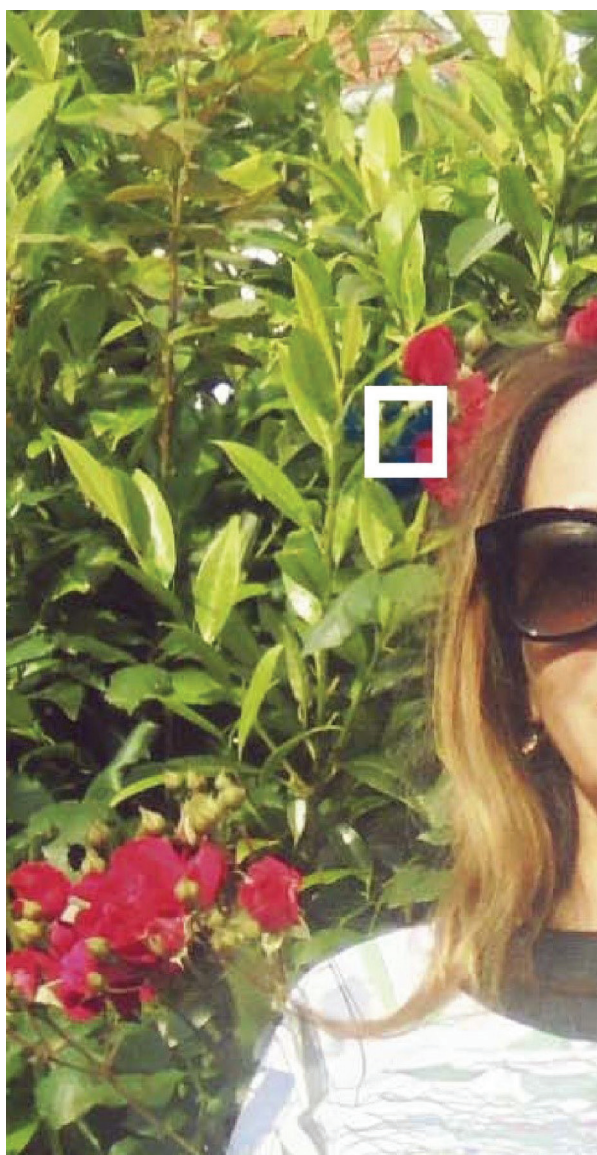
2. Gradual separation by GCR method

Relacija (2) je tvrdnja da se uz podizanje crnog bojila K jednako toliko smanjuje udio svake od bojila cijan, magente i žute. Ova tvrdnja nije održiva u realnim pigmentima pa proizvođači bojila razvijaju svoje tablice i algoritme koji su prilagođeni pojedinim materijalima bojila i papira na koji se bojila nanose.

Za testiranje GCR separacije prema konvencionalnoj separaciji bojila (2) odabrali smo fotografiju snimljenu s RGB digitalnom kamerom (Slika 1). Na toj fotografiji napravili smo odabir područja (označeno bijelim pravokutnikom) početnih koordinata piksela x,y (210,236). Na tom odabiru će se testirati GCR postupak separacije.

Na odabranom području veličine 30x35 px napravili smo odabir od 6 boja za koje ćemo diskutirati GCR separaciju. Odabrane boje su označene od 1 do 6 s pripadajućim koordinatama piksela (x,y):

1- smeđa (27,1); 2 - crvena (23,24); 3 - siva (8,9); 4- žučkasta (14,4); 5- zelena (11,14) i 6 - plava (13,34). Poslije testiranja promatramo grafikone Slika 3. (smeđe bojilo) i Slika 4. (crveno bojilo).

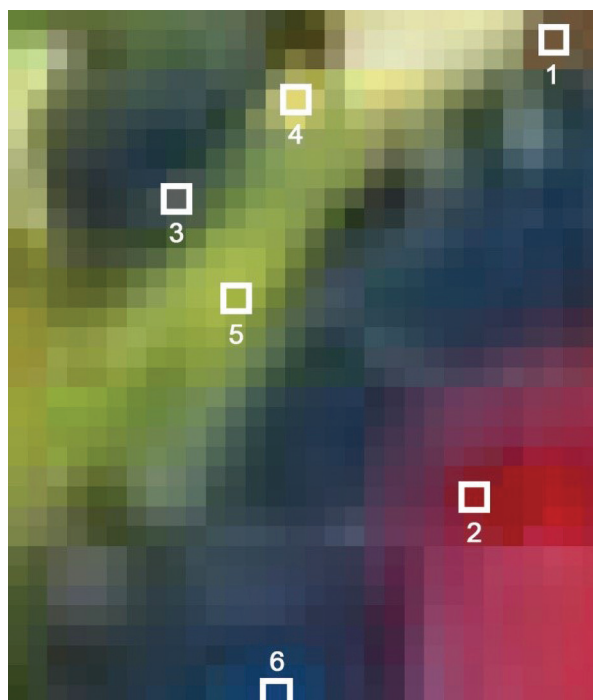


Slika 1 Odabir područja fotografije za testiranje GCR separacije boja

Figure 1 Choose a photo area to test the GCR color separation

Separacija s intenzitetom „MAX“ je receptura bojila C, M, Y, nazvana XK gdje se postiže maksimalna moguća zamjena bojila C, M, Y i K. To je stanje bojila u kojem barem jedna od C, M, Y ima vrijednost nula.

Smeđe bojilo (Slika 3.) je mjereno s početnim vrijednostima C0, M0, Y0: 56, 67, 79%. Kod ovog bojila je skok kod GCR-LIGHT separacije na žutoj komponenti koja umjesto da pada prema konvencionalnoj separaciji (2) ona raste. Tek na slijedećoj separaciji GCR-MEDIUM dolazi do smanjenja žute komponente, gdje crna komponenta već premašuje vrijednosti cijana.

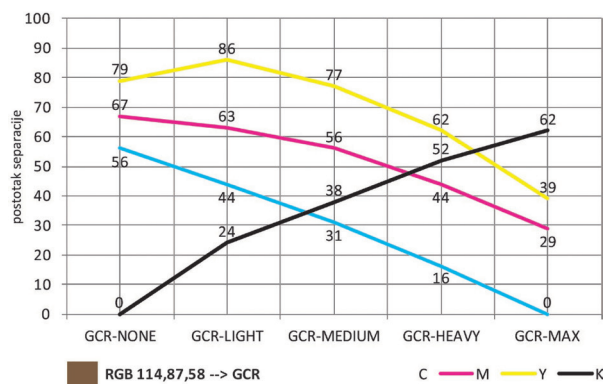


Slika 2 Odabranih 6 uzoraka boja iz područja za separaciju 30x35 px

Figure 2 Selected 6 color samples from the separation area 30x35 px

Na maksimumu (GCR-MAX) crna komponenta je na 62%, a cijan na 0%.

U ovom primjeru je došlo do potpune zamjene komponente, cijan.



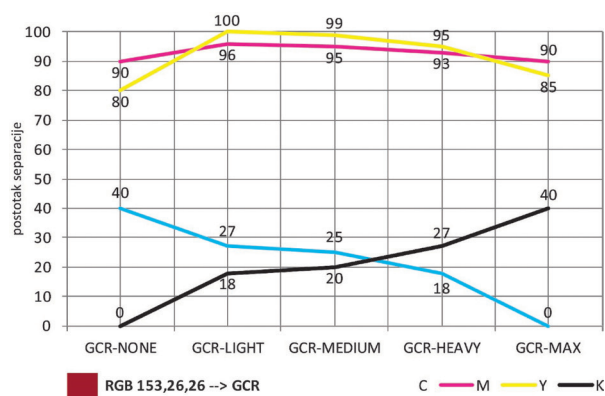
Slika 3 Grafikon smeđeg bojila RGB: 114, 87, 58

Figure 3 Brown color chart RGB: 114, 87, 58

Crveno bojilo (Slika 4.) ima visoki udio magente i žute boje: C0, M0, Y0; 40, 90, 80 respektivno za K=0.

U maksimumu je količina cijan bojila pala na nulu, a ostale M, Y, K su 90, 85, 40.

U tom sastavu CMYK bojila, vrijednost pokrivenosti crnog bojila je 40%.

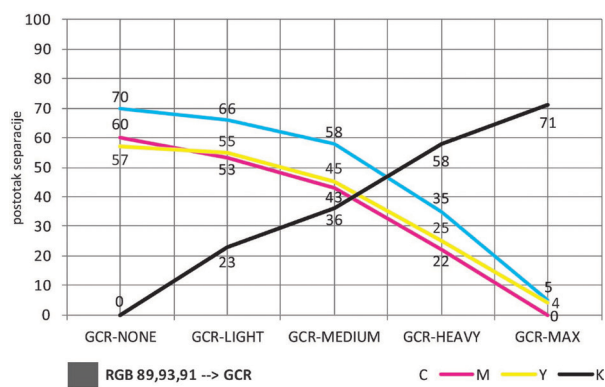


Slika 4 Grafikon crvenog bojila RGB: 153, 26, 26

Figure 4 Red color chart RGB: 153, 26, 26

Primjer smeđeg i crvenog bojila nam govori da je relacija separacije (2) samo smjer zamjene C, M, Y s crnim bojilom. U crvenom bojilu je separacija po konvencionalnom postupku iznenađenje. Gotovo nema nikakvog pada M i Y, čak niti kada je vrijednost karbon bojila 40%.

Odstupanja od relacije (2) su vrlo velika za ostale primjere bojila.



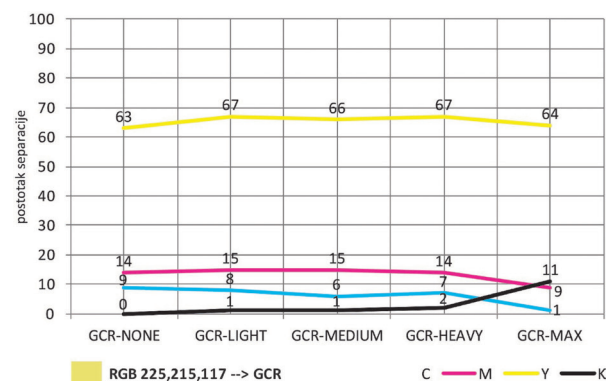
Slika 5 Grafikon sivog bojila RGB: 89, 93, 91

Figure 5 Gray color chart RGB: 89, 93, 91

Sivo bojilo (Slika 5.) je mjereno s početnim vrijednostima C0, M0, Y0: 70, 60, 57%. Sivo bojilo ima skoro jednake vrijednosti tokom cijelog područja separacije, odnosno povećanja zastupljenosti crnog bojila. Maksimum se postiže kada je zastupljenost sva tri bojila jednaka nuli. Tada je vrijednost pokrivenosti crnog bojila jednaka čak 71%.

Žućkasto bojilo (Slika 6.) je mjereno je s početnim vrijednostima C0, M0, Y0: 9, 14, 63%. Kod ovog bojila kroz sve navedene separacije žuta komponenta se kreće u rasponu od 63-67%.

Smanjenjem cijana dolazi do povećanja magente i žute s malim prirastom crne komponente. Na GCR-HEAVY dolazi do malog skoka cijana i žute dok crna poraste za malo. Na GCR-MAX dolazi do naglog smanjenja cijana na 1% gdje i magenta i žuta padaju dok crna poraste na 11%. U ovom bojilu žuta je zastupljena u svim separacijama jednako, ali ne prema relaciji (2).

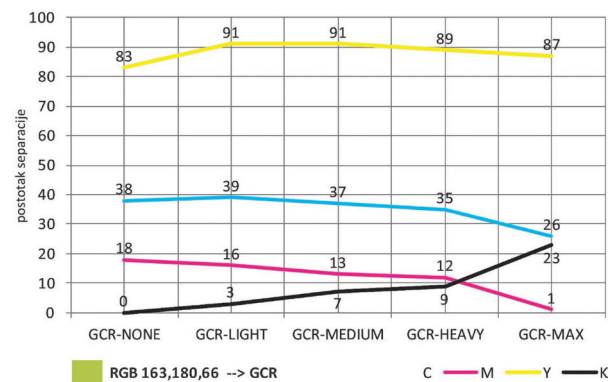


Slika 6 Grafikon žućkastog bojila RGB: 225, 215, 117

Figure 6 Yellowish color chart RGB: 225, 215, 117

Zelenkasto bojilo (Slika 7.) je mjereno je s početnim vrijednostima C0, M0, Y0: 38, 18, 83%. Kroz sve separacije žuta kao najjača komponenta kreće se u rasponu od 83-87%.

Magenta pada (uglavnom pravocrtno), a nagli pad se događa između GCR-HEAVY i GCR-MAX separacije, ali zato žuta komponenta je porasla kroz sve separacije. Ovo bojilo će na GCR-MAX imati konačnu vrijednost crne komponente 23% dok magenta je 1% i zamijenjena je s crnom komponentom. Kod ovog bojila također ne vrijedi konvencionalna separacija (2).

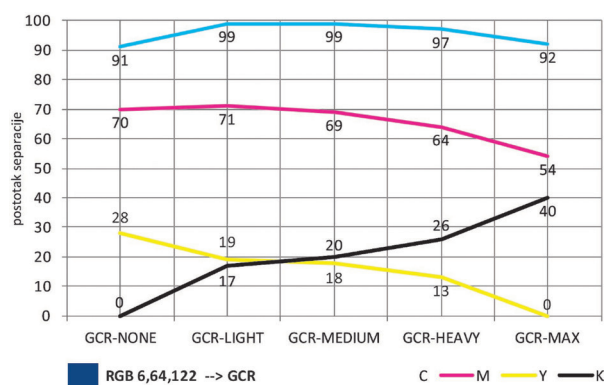


Slika 7 Grafikon zelenkastog bojila RGB: 163, 180, 66

Figure 7 Greenish color chart RGB: 163, 180, 66

Plavo bojilo (Slika 8.) je mjereno je s početnim vrijednostima C0, M0, Y0: 91, 70, 28%. U separaciji GCR-LIGHT je oštra zamjena žute komponente s crnom komponentom, dok cijan raste na veću vrijednost, magenta poraste za vrlo malo (1%). Već u slijedećoj separaciji GCR-MEDIUM crna komponenta postaje veća po vrijednosti od žute, cijan ostaje na istoj vrijednosti, a magenta opada. U konačnici na GCR-MAX dolazi do potpunog poništavanja žute komponente (0%) gdje je crna komponenta na 40%, a magenta je pala na 54%. Cijan je na istoj vrijednosti kao u GCR-NONE, kreće se u rasponu od (91-99%).

Primjer odskače od separacije po relaciji (2).



Slika 8 Grafikon plavog bojila RGB: 6, 64, 122

Figure 8 Blue RGB color chart: 6, 64, 122

U programima za separaciju boja je velika ponuda tzv. „color settinga“. Izabire se: vrsta tiska, vrsta papira, odnosno materijala na koji se nanose boje. Za mnoge uređaje nemamo uređen "color setting" pa ulazimo u kompromis. Iskustveno određujemo izbor metode i procedure separacije. Kod GCR definiranih separacija događaju se nepredviđeni skokovi u odnosu na konvencionalnu separaciju kada se očekuju pravocrtni padovi određenih komponenti bojila.

3. Separacija realnih bojila i prijedlog analitičkog izraza

3. Separation of real dyes and suggestion of analytical expression

Načini izračunavanja separacije bojila u programima od Photoshopa do CTP-a (computer to plate) nisu poznati.

To su tajne proizvođača softvera i uređaja koje se koriste u tiskarskoj industriji, posebno u grafičkoj pripremi. Povećanje udjela crnog bojila smanjuje ukupne količine bojila koje se nanose na papir. To je važno pitanje u tisku visokih naklada kao npr. u novinskoj proizvodnji. Naša istraživanja polaze od pretpostavke da se željena količina crnog bojila zadaje kao posebna slika [2]. Mi razvijamo separaciju bojila sa zadanom crnom pokrivenošću za svaki pojedini piksel. Tu postoje ograničenja. Konačno rješenje je kompromis između željenog zacrtnjenja i maksimalne zamjene karbon crnog bojila sa C, M, Y.

Programi za izradu separacija ne koriste konvencionalne (školske) separacije nego uglavnom vlastite ("lookup") tabele prema kojima vrše separaciju. Za korisnika su ti algoritmi nepoznati. Radi toga možemo ne vjerovati u održavanje definicije boje nakon tiska. Zaključak bi bio; da je upotreba konvencionalne separacije opasna za primjenu. Korištenje „colorsettinga“ za set procesnih bojila koja su nama nedostupna je neprihvatljivo. CMYKIR separacija bojila inzistira na visokoj (apsolutnoj) jednakosti boja nakon tiska kako se skrivena slika ne bi nazirala. Jer, skrivena slika ima vlastitu prepoznatljivost pa ju naše oči zamjećuju kao siluetu, a ne prema dobroj ili lošoj separaciji. Prigovori INFRAREDESIGN® tisku su, u prvom pogledu, usmjereni na tvrdnju „da se nešto vidi“.

Naša istraživanja su usmjerena prema iskorištavanju svojstva karbon crnog bojila u području bliske infracrvene radijacije. Zbog toga je uveden analitički pristup izračunavanju odnosa C, M, Y i K budući da smo u području umjetničke reprodukcije gdje se inzistira na visokoj jednakosti dva stanja bojila. Uvedeni su pojmovi „blizanci bojila“ jer se ovisnost X0 i X40 (4) i (5) odvija na samo dvije pozicije zamjene C, M, Y sa K. Dva bojila su jednakih boja, a različitog sastava sa zadanom vrijednosti K nezavisno od slike koja se priređuje za tisak.

Pristup separaciji realnih materijala i pripadnih bojila opisujemo kao proširen model GCR-a, postavljen pod nazivom VIS/NIR (Vizualno/blisko infracrveno).

Relacija VIS/NIR separacije [1]:

$$X_K = A_K * X_0 \quad (3)$$

gdje je:

$$\mathbf{X}_0 = \begin{bmatrix} Y_0 \\ M_0 \\ C_0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{X}_K = \begin{bmatrix} C_K \\ M_K \\ Y_K \end{bmatrix} \quad (5)$$

U ovom članku, podaci u matrici A se odnose na separaciju u digitalnom tisku (OKI 5431) za vrijednost $K=40$. Matrica A za X40 nastala je na temelju stotinjak mjerenja jednakosti dvaju bojila u vizualnom spektru nakon tiska. Jednakost bojila ocjenjuje se u (u prvom stupnju) vizualno, a potom mjerenjem razlike dvije boje postupkom ΔE . Za izmjerene vrijednosti, izračunate su linearne relacije statističkom regresijskom analizom. Rezultat parametara je dat u matrici (6)

$$A_{40} = \begin{bmatrix} -0.0513 & -0.0797 & \mathbf{1.1581} & -24.89 \\ -0.0670 & \mathbf{1.2537} & -0.170 & -31.66 \\ \mathbf{1.0691} & 0.0296 & 0.0165 & -41.14 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Vrijednosti na dijagonali matrice A se približavaju vrijednosti jedan: cijan, 1.0691; magenta 1.2537; žuta 1.1581. Ostale vrijednosti A11 do A33 su veoma male. Njih nazivamo „popravicima“ u odstupanju od konvencionalne relacije separacije postavljene u relaciji (2).

Naglašavamo: za svaku tehnologiju tiska i pripadnog materijala potrebno je provesti zasebne eksperimente za određivanje vrijednosti u matrici A.

Tablica 1.

Table 1.

X_0 , C,M,Y, K=0, %	CMY za K= 40%	K_{\max} u Z slici %
40, 80, 90	10, 56, 53	40
70, 60, 57	48, 28, 19	40
9, 14, 63	-18, -19, 25	13
38, 18, 83	13, -21, 47	17
56, 67, 79,	31, 38, 42	40

Eksperimentalno je utvrđeno da se pokrivenost K sa 40% (karbon crnog bojila) očituje na NIR kameri kao potpuno (100 %) tamna – crna boja. Zbog toga, preporuča se, da je priprema Z slike u rasponu od nule do 40% pokrivenosti. Boje 4. i 5. su svjetle. Za njih je izveden kompromis.

Ako je na tom pikselu vrijednost Z veća od 13% odnosno 17% za boju br. 5., tada je K smanjen na 13% odnosno 17% pokrivenosti. Korigirana bojila C, M, Y za bojilo br. 5. su: 22, 0, 68 % .

4. Zaključak

4. Conclusion

Raščlanjivanjem GCR metode zamjene C, M, Y bojila s karbon crnom, prema 5 ponuđenih stupnjeva te testiranjem na uzorku slike za odabrani set od 6 boja, napravljena je usporedba sa analitičkom relacijom CMYKIR separacije. Utvrđeno je da opće prihvaćene postavke konvencionalne GCR/CMYK separacije (za odabrane boje) se uvelike razlikuju od INFRAREDESIGN® ideje dvostruke slike. Programi za separacije i "color settings-i" koji su ponuđeni u GCR/CMYK postupku, koriste (za nas) skrivene načine izračuna ("lookup tablice"). CMYKIR ideja realizira skrivenu sliku Z koja je programirana, ugnježdjena u karbon crnom kanalu grafičke pripreme. Grafika Z se prepoznaje tj. izdvaja u zapisu s NIR kamerom čija konstrukcija je objavljena na Tehničkom veleučilištu u časopisu Polytechnic&Design [9]. CMYKIR separacija je ekstremno osjetljiva. Do danas nismo našli niti jednu postavku boja u programima za obradu slika koja bi kvalitetno izvela skrivanje slike Z.

Sa sadašnjim ponuđenim postavkama i ponuđenim profilima GCR, separaciju je nemoguće prilagođavati i koristiti za prelaz iz RGB u CMYKIR. U razvoju CMYKIR separacije K komponenta bojila (karbon crna) je unaprijed zadana za svaki piksel posebno kao nezavisna Z slika. Uvedeni su posebni izračuni blizanaca bojila, novi plan eksperimenata tiskarskim postupcima uz stalna mjerenja razlike dvije boje postupkom ΔE . Prihvaćeni podaci se obrađuju regresijskom statističkom analizom kako bi se dobile linearne jednadžbe za potpuno sakrivanje infracrvene Z slike od V slike koja se izdvaja za vizualno promatranje. Naš plan je daljnji razvoj matematičkih modela na bazi eksperimenatalnog tiska za različite materijale i pripadne tiskarske tehnologije. Predlažemo nova područja primjene CMYKIR metode u grafičkoj industriji.

5. REFERENCE**5. REFERENCES**

- [1.] V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak, "CMYKIR security graphics separation in the infrared area", *Infrared Physics and Technology* Vol.52. No.2-3, p: 62-69, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001
- [2.] Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana; Žiljak-Vujić, Jana; 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. <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2010.54.1.010502>
- [3.] Branka Morić Kolarić, Mirna Grgić, Denis Jurečić, Petar Miljković: Sigurnosna etiketa soka od aronije skanirana u blokadama u bliskom infracrvenom spektru, *Polytechnic&Design*, Vol 5. No 4, p:280-286; 2017; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-4-12
- [4.] Martina Friščić, Ana Agić, Ivana Žiljak Stanimirović; Visual and infrared graphic applied through dedicated halftoning for transparent polypropylene packaging; *Tehnički vjesnik* 24, 1(2017), p 225-230, ISSN 1330-3651, ISSN 1848-6339; DOI: 10.17559/TV-20151231105549
- [5.] Darija Ćutić, Denis Jurečić, Branka Morić, Sanja Bjelovučić Kopilović, Sigurnosni infracrveni dizajn slika portreta na modnoj odjeci, *Safety infrared design of a portrait pictures on a fashion clothing*, *Polytechnic&Design*, Vol. 6, No. 2, 2018, p:118 - 122, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2018-6-2-06
- [6.] Ivan Pogarčić, Ana Agić, Maja Matas; Evaluation of the colorant twins for the neutral grey spectra in infrared graphic procedure; *Tehnički vjesnik* 23, 6(2016), p:1659-1664; ISSN 1330-3651, ISSN 1848-6339 ; DOI: 10.17559/TV-20150303132036
- [7.] Li, C.; Wang, C.; Wang, S.J. A Black Generation Method for Black Ink Hiding Infrared Security Image. // *Applied Mechanics and Materials*, Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 262 (2013), pp. 9-12. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.262.9

- [8.] Aleksandra Bernašek, Ljilja Ivančević; Sigurnost u dizajnu dokumenata i vrijednosnica, *Safety design of documents and securitie*; *Polytechnic&Design*, Vol. 4, No. 1, 2016. pp: 60 - 67; ISSN 2459-6302; ISSN ;1849-1995; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-08
- [9.] Ivan Rajković, Vilko Žiljak; Usage of ZRGB video camera as a detection and protection system and development of invisible infrared design; *Polytechnic & Design*; ZAGREB UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES; Vol. 4, No. 1, 2016. pp: 54 - 59; ISSN 2459-6302; ISSN; 1849-1995; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07

AUTORI · AUTHORS**Silvio Plehati**

Završio je Tehničku školu u Daruvaru 1997., stručno zanimanje Elektrotehničar. Diplomirao je na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu 2003. godine, smjer Informatički dizajn

i stekao stručno zvanje inženjer informatike. 2010. godine završio je Specijalistički diplomski stručni studij informatike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu i stekao naziv stručni specijalist inženjer informacijskih tehnologija. Zaposlen je u poduzeću Fotosoft. Do sada je objavio je radove na: Međunarodnoj Design konferenciji (www.designconference.org), međunarodnom DAAAM Simpoziju (www.daaam.info), te međunarodnoj konferenciji Tiskarstvo i dizajn (www.tiskarstvo.net). Područja interesa su: grafičke tehnike i tehnologije, grafičke zaštite, multimedija i 3D, 3D tisak i mikroelektronika.

Korespondencija

splehati@gmail.com

Jana Žiljak Gršić - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu *Polytechnic & Design* Vol. 1, No. 1, 2013.

Korespondencija

jziljak@tvz.hr

**Nikolina Stanić Loknar**

Rođena je u Zagrebu gdje je završila osnovnu i srednju školu. Diplomirala, magistrirala i doktorirala je 2004., 2007. i 2010. na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tema doktorata joj je bila „Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici“, a mentor izv. prof. dr. sc. Klaudio Pap. Od 2005. godine radi na Katedri za računarsku grafiku i multimedijske sustave na matičnom fakultetu. Godine 2007. dobila je stipendiju Centra za mobilnost „Centar za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposobljanja CEMPIUS“ u trajanju od tri mjeseca koje je provela na Sveučilištu u Ljubljani. U suradničko zvanje više asistentice za područje tehničkih znanosti izabrana je 2011. godine na Fakultetskom vijeću Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U znanstveno zvanje znanstvenog suradnika u znanstvenom području tehničkih znanosti, polje grafička tehnologija izabrana je 2014. godine, a u znanstveno-nastavno zvanje docentice 2015. godine. Područje istraživanja i znanstvenog rada obuhvaća tipografiju, računarsku i sigurnosnu grafiku. Objavila je preko 50 znanstvenih i stručnih radova.

Korespondencija

stanicnikolina@gmail.com