

INFO-1040
Priljeno/Received: 2008-09-21

UDK: 659.2: 681.3: 338.24:519.714:007
Izvorni znanstveni rad / Original Scientific Paper

UPRAVLJANJE INFORMACIJAMA U INFRACRVENOM DIJELU SPEKTRA

INFORMATION CONTROL IN THE INFRARED AREA OF SPECTRUM

*Vilko Žiljak, Klaudio Pap, Ivana Žiljak, Jana. Ž. Vujić**

Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska*
Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, Higher school of Polytechnics, Zagreb, Croatia

Sažetak

Ciljano projektiranje grafika koje se instrumentalno detektiraju samo izvan svjetla u kojem se prepoznaju boje, područje je zaštite dokumenata s tiskarskim tehnikama. Doprinos ovog rada je postavljanje metode dvostruke separacije u sivom (akromatskom) području za tiskarski sustav s procesnim bojama. Cilj metode je stvaranje izdvojene grafičke informacije koja se može detektirati samo u infracrvenom području. Projektiranje grafike za blisko infracrveno područje valnih duljina od 700 do 1000 nm je polazište diskusije zaštite grafičkog proizvoda nastale tiskarskim tehnikama s različitim materijalima. Nazvana kao "infracrvena informacija", obuhvaća individualiziran izbor boja i individualizirano sakrivenu informaciju, zaštićenu od kopiranja ili reproduciranja. IR informacija nastala dvostrukom separacijom, nazvanom "IR separacija", nosi sa sobom i dva nezavisna podatka. Prvi je slika koja je određena maskom da se vidi samo u infracrvenom svjetlu. Drugi podatak je samo pozitivna razlika između intenziteta zacrtnjenja slike koja se vidi u dnevnom svjetlu i intenziteta zacrtnjenja maske na istom pikslu. Nakon IR separacije ne smije se u reprodukciji prepoznati njeno prisustvo u vidnom području što je uvjet i u konvencionalnim metodama separacije UCR, GCR i UCA. Cilj IR separacije je ugraditi IR informaciju u sliku tako da je čitka samo u IR valnim duljinama.

Abstract

Designing of graphics that are detected only outside the range where colors are recognized falls into the area of document security with printing techniques. This paper's contribution is in setting the double separation method in the grey (achromatic) area for the printing system with process printing inks. The method's goal is generating a separate piece of graphic information that can be detected in the infrared area only. The initial point for a discussion on graphic product security generated by printing techniques with different materials is designing of graphics for the near infrared area having a wavelength range of 700 to 1000 nm. Named "infrared information", it covers an individualized color choice and individualized hidden information, protected against copying or reproduction. The IR information generated by double separation and called "IR separation" carries in itself two independent pieces of information. The first one is the image determined by the mask so that it is observed under infrared light only. The second piece of information is only the positive difference between the image gray intensity seen in daylight and the mask's gray intensity in the same pixel. After IR separation, its presence must not be detected in the reproduction visible area, what is the condition for conventional UCR, GCR and UCA separation methods as well. The goal of IR separation is to incorporate IR information into the image in such a manner that it is readable in IR wavelengths only.

1. Uvod

Gotovo sve boje stvarane su stoljećima za slikarstvo vidnog područja ljudskog oka. Niti danas nema nikakove informacije u katalogima boja o tome kako se one odazivaju u ultravioletnoj ili infracrvenoj radijaciji čije se valne duljine naslanjaju na vizualni prostor. Te valne duljine se mogu detektirati s najrazličitijim komercijalnim instrumentima. UV i IR detektori su u masovnoj primjeni prepoznavanja originalnosti vrijednosnica te kontroli posebnih prostora. Odazivanje tiskarskih

boja u infracrvenom dijelu spektra istraživalo se i primjenjivalo samo kao ciljane spot boje. Rezultat toga je izvedba vrijednosnica samo s jednim IR tonom jer su ograničenja određena uvođenjem posebnog tiskarskog agregata za svaku spot boju. U umjetničkom području slikarstva nema nikakovog primjera korištenja IR svojstva spot komponenti u bojama. Znanja i primjena tih svojstva boja mogla bi u potpunosti osigurati provjeru originalnosti svakog umjetničkog djela.

Infracrvena informacija postavlja se kroz procesne tiskarske boje od kojih su cijan (C),

magenta(M) i žuta(Y) nevidljive iznad 750 nm, a crna, preciznije karbon (K) crna procesna boja je vidljiva u bliskom infracrvenom dijelu spektra. Naše oko s receptorima crvena (R), zelena (G) i plava (B) omogućuje doživljavanje boja koje komplementarno korespondiraju procesnim CMY bojama. Konvencionalne relacije su: C+R =1; M+G=1; Y+B=1 koje vrijede na primjer u PostScript jeziku kao bazna konverzija. Za crnu je postavljena relacija: K=C+M+Y s jednakim udjelima C, M i Y. Zbog toga su moguće zamjene crne boje za CMY. Preciznost zamjena u realnoj tehnici tiska ovisi o vrsti izvorišta svih tih procesnih boja kao i o materijalu na koji se te boje nanose. U uvodu se može naznačiti da postoji beskonačno mnogo različitog doziranja crne boje i oduzimanja CMY boja, a da se pri tome održi isti ton boje za područje valnih duljina svjetlosti na koje je osjetljivo naše oko. Polazište tvrdnji o mogućnosti projektiranja infracrvene grafike bazira se na svojstvima tiskarskih boja. Boje cijan, magenta i žuta ne vide se u valnim duljinama iznad 750 nm, a s njima je moguće postići sivi ton za vidno područje. IR grafika se kreira s karbon crnom koja je vidljiva i iznad tog područja radijacije. Procesne CMYK boje time omogućuju dvostruko svojstvo u separaciji pa time i ciljanu kontrolu planiranja grafike koja se vidi u dnevnom svjetlu, kontrolu intenziteta vidljivosti u IR svjetlu te koliko se instrumentalno ne vidi u pojedinim valnim duljinama. To može poslužiti kao osnova pojavljivanja i sakrivanja informacije za naše oči kao i za instrumentalno prepoznavanje infracrvene grafike, što je naročito zanimljivo u zaštitnoj grafici /1/. Zaključak u uvodnom dijelu ovog rada je da se crna boja može planirano nanositi na sliku prema infomacijama o ciljanoj vidljivosti IR grafike za IR svjetlo.

2. Model tona boje u prostoru V s prelazom u CMYK sustav

Definira se prostor V kroz sustave boja: a) crvena (R), zelena(G) i plava(B); b) kut tona boje (H), zasićenje(S) i svjetlina(B); te c) Lab sustav koji precizno opisuju ton boje u području vidljivosti (V) ljudskog oka:

$$V = \begin{bmatrix} R & H^{\circ} & L \\ G & S\% & a \\ B & B\% & b \end{bmatrix} \quad (1)$$

Predmet ovog rada je sivo područje interpretirano kroz RGB i CMYK sustav boja. Doživljaj sivog postiže se izjednačenjem vrijednosti R, G, B. U realnoj upotrebi tiskarskih boja nije moguće postići sivi ton s jednakim vrijednostima C, M i Y premda teorija u separaciji boja počinje s takovim postavkama.

Za svaki ton boje moguće je pridružiti CMY (%) preko vektora

$$X_0 = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

gdje su sve vrijednosti date u postotcima pokrivenosti pojedine procesne boje. Oznaka "nula" u indeksu sugerira boju koja nema crnu komponentu iz procesne skale boja.

Definirajmo vektor za realne boje u tiskarstvu kao

$$X = \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} \quad (3)$$

u ovisnosti o zadanom zacrnjenju K (%) preko relacije:

$$X = X_0 - E^* \begin{bmatrix} K \\ K^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

gdje je E matrica parametara određene kolor postavke (izraz "color setting" u programskim sustavima za upravljanje bojama i obrade slike) s kojom se ugrađuju tiskarske informacije: vrsta tiskarske tehnologije, vrsta boje i vrsta papira (odnosno medija na koji se prenosi boja).

Definira se još i posebna točka X za X_{max} kao

$$X_{max}^{colorsetting} = \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \\ K_{max} \end{bmatrix} \quad (5)$$

gdje jedna od komponenti CMY poprima vrijednost nula, a K postiže svoj maksimum zadržavajući isti ton boje određen matricom V.

Vrijednosti X i X_0 su jednake za K=0 što u rječniku "infracrvene informacije" znači da se boja neće vidjeti u IR svjetlu. Vrijednost K postiže maksimum kada jedna od komponenti ili C, ili M, ili Y padne na nulu čime je za svaki V određen K_{max} .

2.1. Model boja u realnom tisku

Vrijednosti u matrici E mijenjaju se prema kolor postavkama koje su definirane u dijelu separacije od prelaza od RGB u CMY kolor prostor. U tablici 1 date su vrijednosti vektora E, X_0 te X_{max} za nekoliko sivih boja za kolor postavke "Euroscale Uncoated

v2", "Japan Color 2002 Newspaper" i digitalnog tiska Xeikon "X4". Budući da se razmatra sivi ton, za vrijednosti "tona boje H⁰" u matrici E nisu date vrijednosti. Za sve sive boje su vrijednosti saturacije jednake nuli. Isto je i s parametrima *a* i *b* u *Lab* sustavu boja.

Relacije u tablicama 1,2 i 3 su pripremljene za kontinuirano projektiranje tih tonova boja. Za boju br. 1 dat je grafički prikaz ovisnosti zamjene CMY komponenti sa K komponentom za kolor postavke "Euroscale Uncoated v2" koja je publicirana u programima za obradu slike. Na istom grafikonu su date color postavke za "Japan Color 2002 Newspaper" i digitalni tisak Xeikon. Tu se vidi koliko mnogo utječu tiskarske tehnike, boje i papir na metode separacije. Pogrešno odabrane postavke koje definiraju nanos boja, uveliko će izmijeniti informacije na tiskovini. Ova ilustracija je potrebna kako bi se napravio odmak od konvencionalnog pristupa diskusije separacije i primjene GCR, UCA i UCR procedura.

Izabrani su primjeri za tri tona boje s RGB vrijednostima: V₁=90, 90, 90; V₂=120, 120, 120; te sivi ton: V₃=150,150,150. Za sve te tonove prikazana je translacija u CMY boje (za K=0) za tri različite kolor postavke. Početne vrijednosti CMY se međusobno

jako razlikuju za Euroscale i Xeikon dok se za JapanNP održava izjednačenje. Ta zadnja kolor postavka održava približnost CMY boja u cijelom daljnjem razvoju s povećanjem karbon crne. Moglo bi se reći da je pad CMY komponenti linearan, ali s mnogo većim koeficijentom pada (-1,42) nego u konvencionalnoj teoriji. Za ovaj tisak potrabno je upotrijebiti crnu boju ako se žele postići tamni tonovi što je i preporuka proizvođačima boje za novinski tisak.

Kolor postavka Xeikona ima najniži početak što upućuje na zaključak da se tamno sivi tonovi mogu postići sa samo CMY komponentama. Taj tisak sa vlastitim svojstvima tonera, pogodan je za dizajniranje infrared grafike čemu pogoduje spori pad CMY komponenta i postizanje njihove nulte pozicije na vrijednosti od preko 80 % crne za 90% RGB sivu, naprimjer. Vrijednosti CMY padaju po kvadratnoj relaciji s blagim padom na malim vrijednostima crne komponente.

Sve komponente u primjerima su dovoljno velike da imaju širok raspon kontinuiranog pojavljivanja u IR dijelu spektra. Cilj je pokazati nesustavnost definicije separacije u realnom tisku. Minimalna vrijednost intenziteta jedne od CMY boje će osigurati K_{max} koji sigurno izaziva IR informaciju prepoznatljivu s IR kamerom.

siva $V_1 = \begin{bmatrix} 90 & H^0 & 38 \\ 90 & 0 & 0 \\ 90 & 35 & 0 \end{bmatrix}$	$X_0^{euro} = \begin{bmatrix} 80 \\ 65 \\ 62 \end{bmatrix};$	$E^{euro} = \begin{bmatrix} 0.1204 & 0.01159 \\ 0.2357 & 0.00813 \\ 0.1387 & 0.00736 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{euro} = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 8 \\ 75 \end{bmatrix}$
	$X_0^{japanNP} = \begin{bmatrix} 96 \\ 95 \\ 93 \end{bmatrix};$	$E^{japanNP} = \begin{bmatrix} 1.4268 & -0.0013 \\ 1.7308 & -0.0049 \\ 1.4977 & -0.0013 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{japanNP} = \begin{bmatrix} 6 \\ 1 \\ 0 \\ 66 \end{bmatrix}$
	$X_0^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 68 \\ 55 \\ 68 \end{bmatrix};$	$E^{Xeikon} = \begin{bmatrix} -0.0573 & 0.00923 \\ -0.014 & 0.00736 \\ 0.17398 & 0.00389 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 3 \\ 86 \end{bmatrix}$

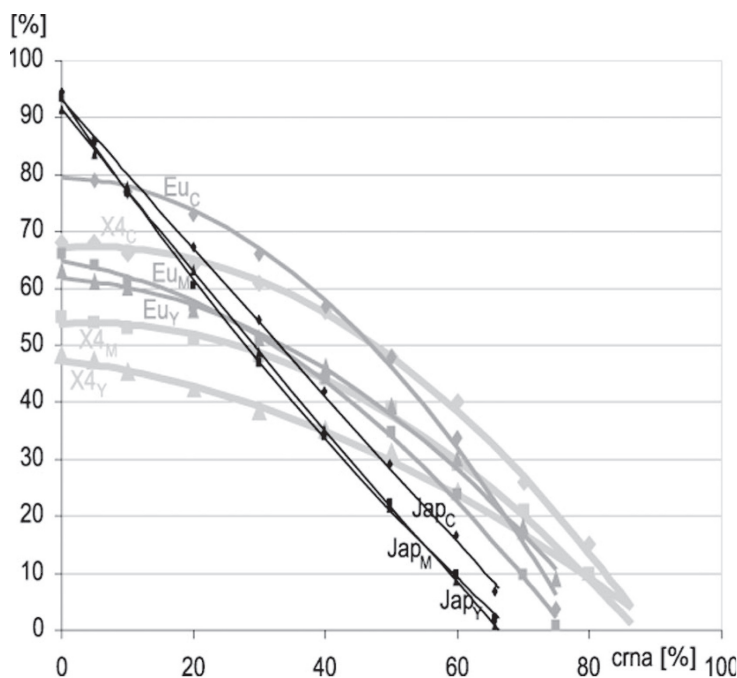
Tablica 1. Tamni ton sive boje koji se može postići u različitim kolor postavkama

siva $V_2 = \begin{bmatrix} 120 & H^0 & 51 \\ 120 & 0 & 0 \\ 120 & 47 & 0 \end{bmatrix}$	$X_0^{euro} = \begin{bmatrix} 67 \\ 51 \\ 50 \end{bmatrix};$	$E^{euro} = \begin{bmatrix} 0.5273 & 0.0096 \\ 0.3785 & 0.0067 \\ 0.3585 & 0.0063 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{euro} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 5 \\ 60 \end{bmatrix}$
	$X_0^{japanNP} = \begin{bmatrix} 62 \\ 56 \\ 57 \end{bmatrix};$	$E^{japanNP} = \begin{bmatrix} 0.8623 & 0.0053 \\ 1.102 & -0.0007 \\ 1.0102 & 0.0016 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{japanNP} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 52 \end{bmatrix}$
	$X_0^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 58 \\ 45 \\ 35 \end{bmatrix};$	$E^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 0.3352 & 0.0051 \\ 0.2596 & 0.0047 \\ 0.1686 & 0.0040 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 74 \end{bmatrix}$

Tablica 2. Srednji ton sive boje koji se može postići u različitim kolor postavkama

$siva$ $V_3 = \begin{bmatrix} 150 & H^0 & 63 \\ 150 & 0 & 0 \\ 150 & 59 & 0 \end{bmatrix}$	$X_0^{euro} = \begin{bmatrix} 47 \\ 37 \\ 36 \end{bmatrix};$	$E^{euro} = \begin{bmatrix} 0.5272 & 0.01086 \\ 0.4456 & 0.00670 \\ 0.4510 & 0.00487 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{euro} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 5 \\ 46 \end{bmatrix}$
	$X_0^{japanNP} = \begin{bmatrix} 42 \\ 35 \\ 37 \end{bmatrix};$	$E^{japanNP} = \begin{bmatrix} 0.71642 & 0.00818 \\ 0.81594 & 0.00209 \\ 0.80745 & 0.00283 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{japanNP} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 39 \end{bmatrix}$
	$X_0^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 42 \\ 33 \\ 27 \end{bmatrix};$	$E^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 0.1358 & 0.00913 \\ 0.4485 & 0.00175 \\ 0.3419 & 0.00156 \end{bmatrix};$	$X_{max}^{Xeikon} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 58 \end{bmatrix}$

Tablica 3. Svijetli ton sive boje koji se može postići u različitim kolor postavkama



Graf 1. Grafikon sive boje (RGB=90) održavanja istog sivog tona za različita miješanja udjela procesnih boja i različite kolor postavke

Izvedba infracrvene informacije ovisi o prirodi procesnih boja. Predlaže se da se za postizanje intenzivnog IR efekta upotrebe one procesne boje s kojima se (samo s CMY komponentama) može znatno pokriti tamni ton sive boje. Isti zaključak je dobiven i u šarenim tonovima, tonovima koji počinju s međusobno različitim RGB vrijednostima.

2.2. Model boja u PostScriptu

Za PostScript bazični model karakteristično je da je nezavisan od bilo kakvog realnog tiska. U PostScriptu se ne govori o kolor postavkama koje nastupaju tek u grafičkoj pripremi za primjenu u

realnom tisku. PostScript vrijednosti u matrici E su 1 za sve tri CMY boje uz linearni član, te nula uz kvadratni član relacija smanjenja CMY komponenti. Vrijednost K_{max} jednaka je najmanjoj vrijednosti od C,M,Y boje na nultoj definiciji CMY separacije:

$$= \min(C_v, M_v, Y_v) \quad (6)$$

$$E^{PostScript} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Početno stanje PostScript separacije određeno je trivijalno preko direktne translacije:

$$X_0 = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - R \\ 1 - G \\ 1 - B \end{bmatrix} \quad (8)$$

Budući da se sivi ton postiže s jednakim vrijednostima $R=G=B$; obilježeno s D , može se napisati za PostScript interpreter:

$$X = \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}; \quad X = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K \\ K \end{bmatrix}; \quad (9)$$

a kroz RGB je sivi ton određen s

$$X = \begin{bmatrix} 1 - D - K \\ 1 - D - K \\ 1 - D - K \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Ovakova situacija ne odgovara realnim tiskarskim bojama ali je primjenjena u školskim opisivanjima separacije na razini PostScript interpretera.

Postavljen je tekst koji nosi dvije informacije. Izabrana su slova koja se vide u infracrvenom svjetlu. U sakrivanju s

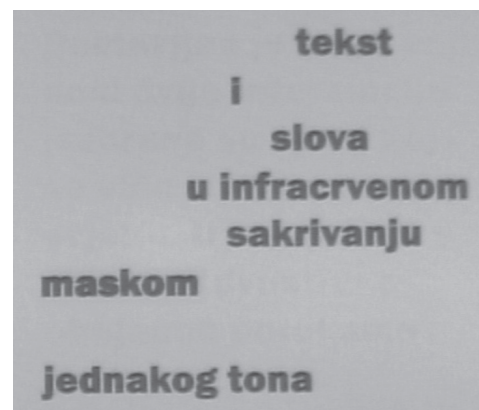
maskom dvostruko obojanim porukama

a) **jednakog tona.**

U realnom tisku se mnoge boje ne mogu postići bez prisutnosti crne komponente jer su tako projektirani pigmenti. To se izrazito pokazuje na tamnim tonovima novinskog ofset tiska. Visoke naklade inzistiraju na procesnim bojama koje imaju koeficijent pada CMY što je moguće veći, uz porast crne komponente. Nasuprot, digitalni tisak ne šteti na CMY komponentama. Njihov pad je spor ali je zato pogodan za postizanje kontrasta u IR separaciji.

3. Transformacija informacije od X_0 do X_{\max} u sakrivanju teksta u tekstu

Korištene su boje definirane u poglavlju 2. Mjerenje odziva u infracrvenom dijelu spektra provedeno je na sistemu *Projectina* koji posjeduje IR kolor video kameru u spektralnom području od 350nm do 1000nm. Za eksperimentalno mjerenje koristili su se filteri of 570, 610, 630, 645, 665, 695, 715, 780, 830 and 1000 nm. Slika 1 pokazuje stanje grafike u dva osvjetljenja: dnevno svjetlo (Sl.1a) i ostatak informacije vidljiv pod infracrvenim svjetlom (Sl. 1.b).



Slika 1. Sakrivanje teksta u tekstu: (a) tekst s istim sivim tonom (X), (b) IR skanirana slika X na 1000 nm (X-IR)

Informacija u tekstu se razdvaja na vidljivu i nevidljivu infracrvenu informaciju. Tekst na slici 1a napadnut je maskom u obliku istih slova. Rezultat je sakrivena poruka ciljanog sadržaja. Samo neka izabrana slova se vide u IR osvjetljenju. Oči ne mogu prepoznati "izabrana slova" u tekstu ako se gleda u dnevnom svjetlu. Maska ima slobodnu grafiku s ciljem demonstracije "rezanja" slova i znakova na različite načine. Riječ "maskom" ima okolinu izvedenu s istim tonom kao i sama slova. Zbog toga se ta riječ ne prepoznaje u slici namijenjenoj za gledanje u dnevnom svjetlu. Okolina je izvedena s obojenjem koje se ne vidi u IR valnim duljinama. Na

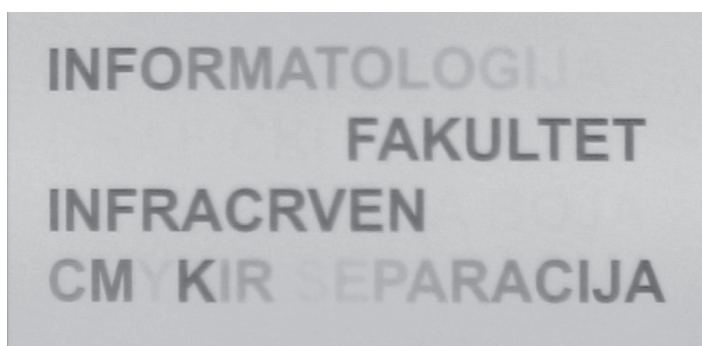
taj način je riječ postala informacija vidljiva samo u IR svjetlu.

Održavanje istog tona boje u vidnom dijelu spektra planira se kao podloga pojavljivanja različitog intenziteta u IR području. Preko relacija datih u poglavlju 2 planira se promjena pojavljivanja IR informacije.

Intenzitet pridruživanja infracrvenog efekta generira se iz relacija datih u tablicama 1, 2 i 3. Sivi ton V_1 ima najširiji prostor definicije sve do 86% karbon crne komponente za Xeikon tisak. Pogodan je za primjenu kontinuiranog pojavljivanja informacije u infracrvenom spektru.

INFORMATOLOGIJA GRAFIČKI FAKULTET INFRACRVENA BOJA CMYKIR SEPARACIJA

Slika 2.a. Tekst pripremljen za vidno područje ljudskog oka (X)



Slika 2.b. Kontinuirana promjena IR informacije: skanirana slika 2a (X-IR) na IR 1000 nm

To je ilustrirano s tekstom: "INFORMATOLOGIJA GRAFIČKI FAKULTET INFRACRVENA BOJA CMYKIR SEPARACIJA" kroz sliku 2a pripremljenu za vidno područje ljudskog oka (slika definirana vektorom X). Slika 2b je skanirana slika 2a s valnom duljinom od 1000 nm (IR dio slike X). Projektiranje maski za ovaj primjer ciljana je demonstracija mogućnosti programa za dvostruku separaciju. Prvoj riječi "INFORMATOLOGIJA" pridruženo je postepeno gubljenje IR obojenje. Druga i peta riječ su sakrivena od IR svjetla i ne vide se u IR 1000 nm. Kratica CMYKIR je dizajnirana s različitim intenzitetom pojavljivanja pojedinih slova u IR spektru. Zadnja riječ "SEPARACIJA" projektirana je s maskom postepenog pojačavanja IR obojenja. Primjer pokazuje širinu moguće kontrole upravljanja IR sivim tonovima.

4. Dvostruko rastriranje u infracrvenoj zaštitnoj grafici

Portret je tipična grafika na vrijednosnicama. Infracrvene boje se najčešće koriste kroz intaglio tisak. Boje se nanose kroz dva ili tri izvora na jednu tiskovnu formu u jednom prolazu papira. Boje su jedna do druge s razmazivanjem i prelaznim

miješanjem rubova planirane grafike. Te se grafike manifestiraju kao jednotonske ili dvotonske s prelaznom IR bojom. CMYKIR separacija omogućuje potpuno nezavisno planiranje IR grafike u neograničenom broju tonova. Ako bi se dizajnirao i samo jedan ton, on se nanosi po cijelom prostoru zaštićene vrijednosnice.

Demonstrira se dvostruka separacija s dva nezavisna rastera tipična na vrijednosnicama. Oba rastera se mogu izvesti kao spot boje nastale iz istog izvora procesnih boja. Prva boja je nevidljiva u IR valnim duljinama, a druga boja je vidljiva u valnim duljinama od 400 do 1000 nm, čime pokriva vidno područje i instrumentalnu detekciju infracrvenog područja.

Na slici 3 prikazuju su dva primjera dvostrukog IR rastriranja. Na njima se koriste rasteri čiji su autori ujedno i autori ovog članka. Na svakom portretu su implementirani parovi rastera s linijaturom od 10 lpi tako da je uvijek prvi pušten pod kutem od 45°, a drugi pod kutem od -45°. U prvom primjeru (slika 3a) upotrebljena su dva rastera iz baze rastera s kodnim oznakama R29 (pleter) i R33 (sinus) čija je PostScript definicija:

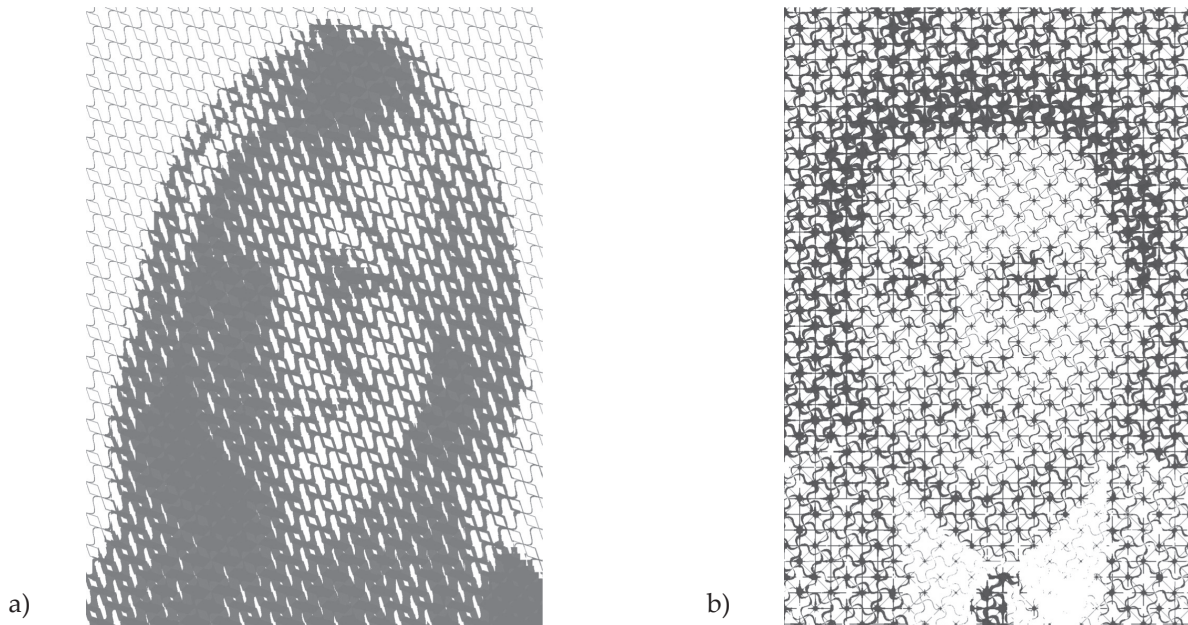
```
/R29 {abs neg exch abs 0.5 mul add 2 div abs 1 exch sub} bind def ,
```

/R33 {neg exch 180 mul sin 2 div add 3 div abs 1 exch sub} bind def .

Na drugom portretu (slika 3b) upotrebljeni su rasteri s kodnim oznakama R21 (propeler) i R24 (mreža) čije su PostScript definicije:

/R21 {dup 2 index 3 exp sub abs sqrt 3 1 roll 3 exp add abs sqrt exch sub abs 1 exch sub} bind def ,

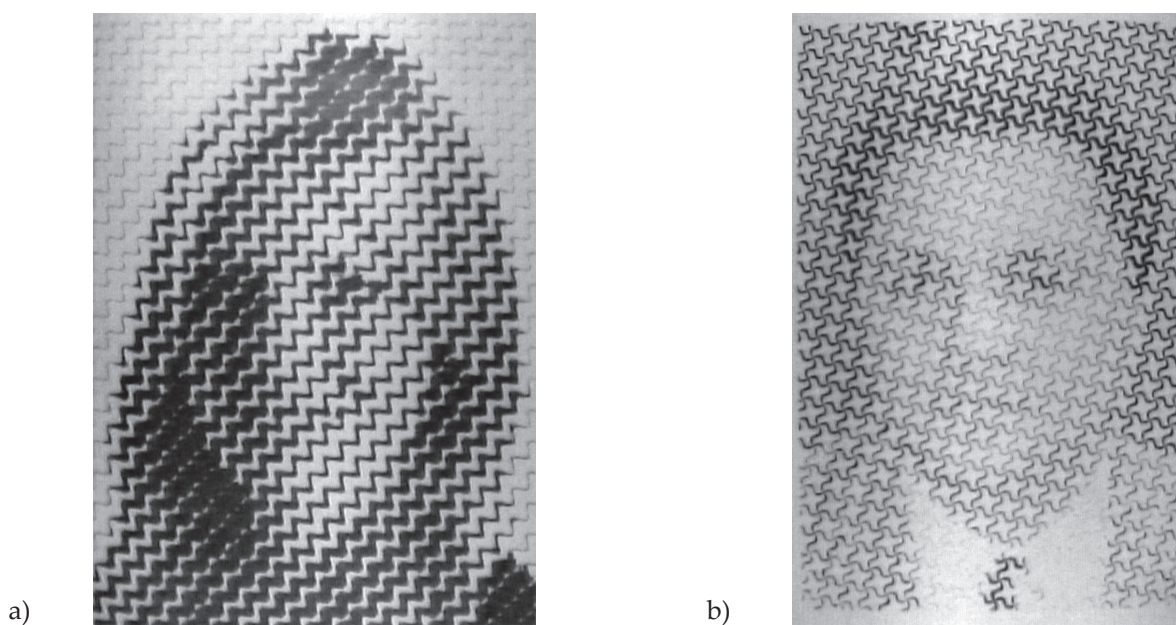
/R24 {dup 2 index dup dup mul mul mul abs sqrt 3 1 roll dup dup mul mul mul abs sqrt exch sub abs 1 exch sub} bind def .



Slika 3. Dvostruko IR rastriranje: (a) portret R29_R33 - X, (b) portret R21_R24 - X

Kada se portreti sa slike 3 testiraju na 1000 nm u bliskom IR području dobiju se rezultati prikazani na slici 4. Infrared izdvajanje rastera (X-IR) na prvom

portretu rezultira sinusnim rasterom (R33), a na drugom portretu s propeler rasterom (R21).



Slika 4. IR Interpretacija zaštićene slike na IR 1000 nm : (a) portret R29_R33 (X-IR), (b) portret R21_R24 (X-IR)

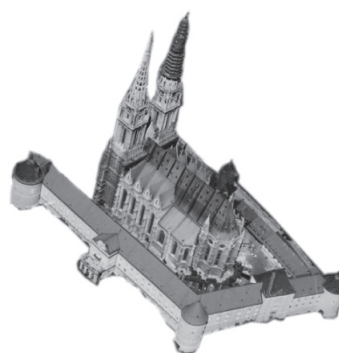
5. Grafika s kontinuiranom promjenom IR informacije

Početno rješenje dvostruke infracrvene separacije s neograničenim brojem tonova demonstrira se kroz spajanje dvije nezavisne slike. Cilj je da se jedna slika vidi u dnevnom svjetlu, a druga u infracrvenom svjetlu. Program razlikuje sliku A koja se separira prema informaciji iz slike B. Maska B će aktivirati doprinos infracrvene komponente na pikslu iz slike A prema tome koliki je intenzitet zacrnjenja na istom pikslu u slici B. Ako se provjeri da je intenzitet na slici A manji od intenziteta na slici B, tada je doprinos infracrvenog efekta smanjen na tom pikslu



a)

/2/. Za realne slike to je moguće pa se preporuča da se slika A postavi tamnije kako bi se njen udio u infracrvenom efektu smanjio. Kao rezultat, postavlja se tvrdnja da IR slika nosi u sebi informaciju obje slike. To je poseban oblik zaštite budući da je u krajnji rezultat uključen algoritam dvostruke separacije, valna duljina u kojoj se slika gleda te svojstva boja s kojima se tisak odvija. Infracrvena informacija nastala iz dvije slike demonstrira se slikama Zagreba i zagrebačke katedrale (Slika 5). U otisku slike se ne vidi da je ugrađena slika katedrale. Skaniranjem na 715 nm moguće je vidjeti siluetu katedrale, ali još su ostali elementi Zagreba. Na 850 nm nema više Zagreba, a ostaje samo katedrala.



b)

Slika 5. Kontinuirana promjena IR informacije: (a) Slika Zagreba – otisak X (b) maska u obliku katedrale za dobivanje IR informacije – slika B

Slika katedrale je sakrivena, ali je ugrađena u sliku Zagreba s ciljem da se prepozna u svjetlu koje se postiže samo instrumentalno. Takovu sliku gledamo s IR kamerom ili IR skanerom, ali ju ne možemo vjerno prenjeti u računalo. Da bi se napravila krivotvorina otiska X potrebno bi bilo imati sliku A i B iz kojih je slika X nastala /3/. Slika B translirana u IR sliku nosi u sebi informacije i slike A i slike B kroz CMYKIR separaciju čiji se algoritam podešava s nekoliko parametara. Da zaključimo: čistu sliku B se ne može izlučiti niti IR skaniranjem.

Premda se vidno područje ljudskog oka opisuje u rasponu od 400 do 700 nm, ono je različito za pojedine procesne boje. Slika Zagreba je otisnuta u boji s tim bojama uz postizanje sivog tona. Prvo slabljenje magente i žute vidi se na IR skaniranoj slici već na 570 nm. Došlo je do razdvajanja slike Zagreba i ugrađene katedrale. Cijan Xeikon tonera dobro se odaziva na 715 nm, a vidi se i na 780 nm.

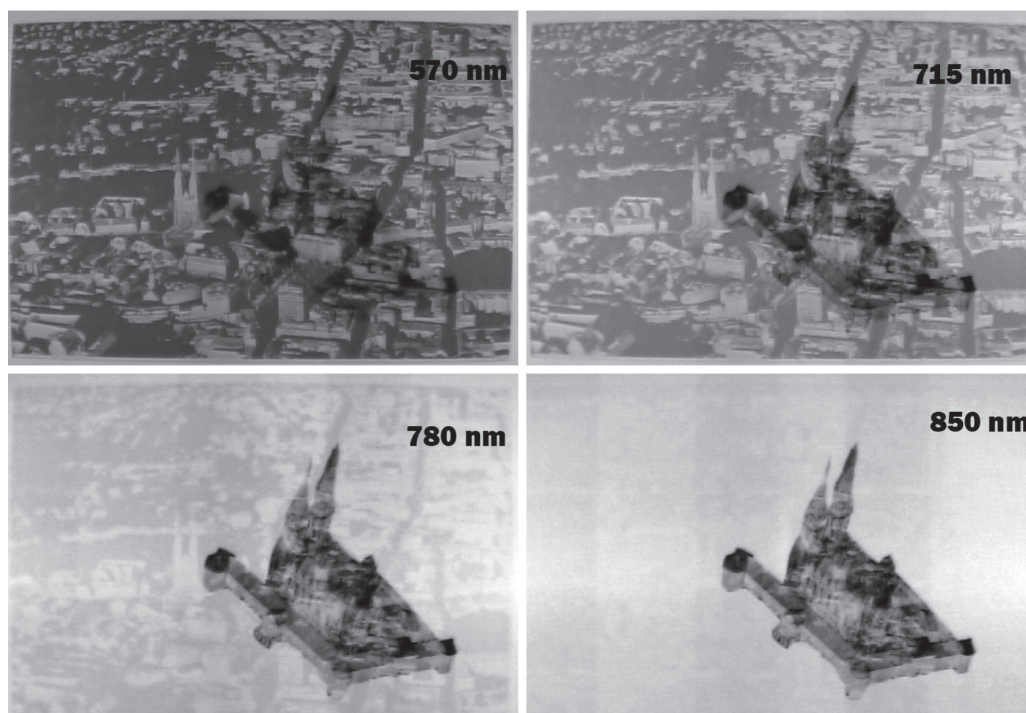
Druga razina zaštite informacije je sadržana u skaniranju IR slike kroz RGB sustav kakav je prisutan u današnjim skanerima i digitalnim

kamerama. Pri tom postupku se zauvijek izgubila četvrta komponenta procesnog seta boja K, koja je presudna za IR informaciju. Vraćanjem u tiskarski CMYK sustav, ne može se nakon takovog skaniranja ponoviti IR efekt /4/.

U poglavlju 2 dati su modeli triju sivih tonova. Ista je procedura za postizanje većeg broja tonova kako bi se simulirao kontinuirani sustav CMYKIR separacije. Testirani su različiti modeli kao što je interpolacija na bazi dvadesetak koraka regresija s velikim brojem mjerenja konkretnog otiska. Kontinuirano određenje promjene sivog modela zahtijeva iterativno podešavanje parametara u uvjetima zadane tiskarske tehnologije i boja za ciljane tehnike tiska. Primjeri u ovom članku izvedeni su na digitalnom tisku Xeikon i za njega su definirani parametri translacije separacije od RGB do procesnih boja.

6. Zaključak

Zaštita informacije s tiskarskim bojama izvodi se dvostrukim svojstvom boja da se isti ton boje



Slika 6. Skanirana slika X Zagreba u valnim duljinama 570, 715, 780 i 850 nm s postepenim pojavljivanjem slike katedrale

vidi ili ne vidi u dnevnom, odnosno infracrvenom dijelu spektra. Koriste se samo procesne boje s kojima se postižu obje boje istog tona. Programira se IR grafika s ciljem da se ta informacija izdvojeno vidi u infracrvenom svjetlu. I tisak i provjera IR efekta provode se konvencionalnim procedurama, tiskom i materijalima. To omogućuje primjenu CMYKIR separacije na svim grafikama koje nose dvostruku poruku obzirom na njenu vidljivost u području valnih duljina od 400 do 1000 nm. Ciljano se programira nanos tiskarske boje za pojavljivanje informacije u željenoj valnoj duljini. Taj princip se primjenjuje na svim tonovima boja za ljudsko oko, a da su svi istovremeno na istom otisku. To je novost u zaštitnom tisku jer se IR efekt danas primjenjuje na samo jednoj spot boji. U realnom tisku provodi se izračun kolor postavki. To upućuje da se izbor procesnih boja za datu tiskarsku tehniku izabire sa najmanjom osjetljivošću zamjene CMY komponenti s karbon crnom komponentom. Doprinos ovog rada

je nova metoda separacije RGB/CMYKIR koja ima cilj izazivanja infracrvene informacije u reprodukciji slike, vrijednosnica i grafike općenito.

Bilješke

- /1/ V. Žiljak, I. Žiljak, K. Pap, J.Ž. Vujić: IR securities area with process colors, TISKARSTVO 08, Zagreb, 2008, 40-41, ISBN: 978-953-7064-08-2
- /2/ I. Žiljak, J.Ž. Vujić, K. Pap: Colour control with dual separation for Daylight and Daylight / Infrared light, Advances in Printing and Media Technology, Vol. 35, Proceedings of the 35th International Research Conference of Iarigai, 2008, 273-278 ISBN: 987-3-9812704-0-2
- /3/ I. Žiljak, K. Pap, V. Žiljak: Translation of the Infrared into a Visible Area with Double Separation // Proceedings of the 19th Central European Conference on Information and Intelling Systems / Varaždin : Faculty of Organization and Informatics , 2008, 397-400, ISBN: 978-953-6071-04-3
- /4/ I. Žiljak, K. Pap, J.Ž. Vujić: Infraredesign, Scientific book, Fotosoft, Zagreb, ISBN: 978-953-7064-08-2