

Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić, Vilko Žiljak

Bliska infracrvena spektroskopija sivih bojila za sigurnost računalne grafike

Sažetak: Računalnu grafiku kreiramo uz respektiranje okruženja s dualnim kamerama. Tehnologija videonadzora naša je realnost; vizualni i infracrveni spektar. Sigurnosni dizajn dokumenata, odjeće i likovne umjetnosti planiramo s dvjema slikovnim informacijama ugniježđenim na istom mjestu. Još nije razvijen postupak skeniranja koji bi omogućio izvedbu duplikata takvog grafičkog uratka. Svi današnji kopirni uređaji proizvedeni su za vizualno svjetlosno područje sa RGB¹ zapisom. Sliku s dvama odvojenim sadržajima izvodimo bojilima proizvedenim za različite materijale: papir, tkaninu, keramiku, metal. Razvili smo postupak miješanja bojila pod nazivom 'blizanci'. Blizanci pigmenta i bojila imaju jednake spektrograme u vizualnom svjetlosnom području, ali različito apsorbiraju radijaciju u bliskom infracrvenom području. Računalne grafike s dualnim sadržajem za naše su oči jednoboje; sive i u vizualnom i sive u bliskom infracrvenom spektru. Naši modeli računalne grafike proširili su područje sigurnosnog tiska i bojenja tkanine u kamuflažnoj tehnologiji. Prezentiramo sivo obojenu računalnu grafiku s ugniježđenim portretom, koji je nevidljiv golom oku.

Ključne riječi: blizanci boja i bojila, digitalni tisak, NIR² spektar, računalna grafika, spektar bojila

¹ **RGB** (engl. *red*, crvena boja; *green* zelena boja; *blue*, plava boja); aditivni model boja kod kojeg se zbrajanjem osnovnih boja dobiva bijela boja. Jedna boja opisuje se kroz tri vrijednosti: dio crvene, dio zelene i dio plave boje. Svaki dio boje varira između 0 % i 100 %.

² **NIR** (engl. *near-infrared*); područje infracrvenog dijela spektra koje se koristi u bliskoj infracrvenoj spektroskopiji

Uvod

Predmet članka je sigurnosna računalna grafika, koja se različito manifestira u vizualnom (VIS, V) i bliskom infracrvenom spektru (NIR, Z). Na istom su mjestu spojene dvije slike koje svoje dijelove podređuju bojenju s planom zaštite od kopiranja, krivotvorenja, skeniranja i fotografiranja [1]. Simbioza dviju slika nov je način međusobnog zajedničkog stanja razvijenog za područje sigurnosnog tiska [2].

S novim algoritmom kontrole bojila digitalnog tiska spojene su dvije sive grafike, ali međusobno se isključuju konceptom Boolove algebre. Ideja je nastala nakon informacije da će se ova knjiga radova tiskati jednobojno, crnim tonerom. Siva boja koju vidi golo oko ima dvije recepture. Prva se sastoji od jednakih količina procesnih bojila cijan, magenta i žuta (C,M,Y) nazvana V, a druga, njezin blizanac, uključuje karbon crni toner, nazvan Z. Grafika Z raspoznaat će se tek NIR kamerom.

U članku je predstavljena animacija tranzicije dualne grafike od VIS do NIR spektra. Prikaz počinje prvom, vizualnom grafikom, koja se gubi uz pojavljivanje druge grafike. Isto se postiže i istodobim promatranjem grafike na papiru, ali dvostrukom ZRGB kamerom i filtrima za VIS i NIR spektar [3]. Skrivena Z grafika, nevidljiva golom oku, portret je osoba koje s nama razmatraju i razvijaju ovu inovaciju. Plan pripreme tiska zbornika ovog simpozija inicirao je ideju da se u nekim grafikama ugnijezdi slika ptice 'čigre' (zbog sličnosti slova s nazivom društva CIGRÉ, koje je organiziralo simpozij). Ako čitatelju nije dostupna grafička mapa, predlažemo da pogleda animacije na adresi <http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4>, www.vilko.ziljak.hr/vz001.swf s brojevima od /vz001 do /vz016, [4].

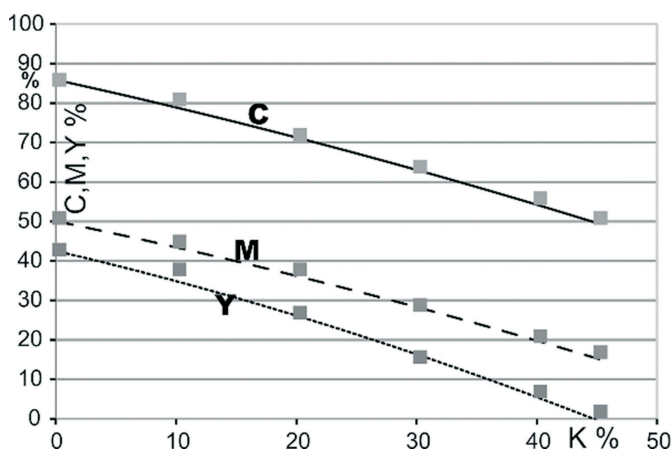
1. Boje i sivi ton

Boje promatramo kao mješavine bojila cijana, magente, žute i crne (C, M, Y, K) otisnute na papiru. Povezujemo ih s bojama prema osjetilima u našem oku: crvena, zelena i plava (R, G, B). Jednostavne relacije poveznica su: $C + R = 1$; $M + G = 1$; $Y + B = 1$. Dodatna je relacija zamjena crne boje procesnim bojilima kao GCR (engl. *gray color replacement*) postupak, a opisuje se: $C + M + Y = K$. Ove relacije samo su početno školsko učenje o povezanosti sustava RGB i CMYK.

1.1. Blizanci boja i bojila

Skupine bojila koje imaju jednake boje (RGB), a različite recepture sastava bojila po CMYK-u nazivaju se 'blizanci boja i bojila' tablica 1. Relacije

ovisnosti CMYK o CMY kompleksne su ako se blizanci bojila primjenjuju u području strogih zadaća sigurnosne grafike. U konvencionalnoj tiskarskoj tehnologiji, kao i u digitalnom tisku, nove boje postizemo uključivanjem bojila S [5]. Bojila iz zadanog tona boje imaju svoje granice, opseg, domenu za prostor uvođenja karbon crnog bojila. Eksperimentalna podešavanja recepture sastava bojila mnogih drugih tonova boja usmjerila su nas u određivanje 'blizanaca bojila' s ciljem da u vizualnu grafiku sakrijemo Z grafiku koja nosi ideju o originalnosti grafičkog lista.



Sl. 1.: Zeleni P blizanac boje X_0 : C_0 85 %, M_0 50 %, Y_0 42 %

Zamjena i oduzimanje bojila počinje na $K = 0$, a završava u trenutku kad barem jedna od C,M,Y komponenti postigne vrijednost nula; X_{maks} : C_{maks} 50 %, M_{maks} 17 %, Y_{maks} 0 %, $K = 45\%$. Za realna bojila koja se nanose na papir izvođe se eksperimenti tiskom, slijede mjerenja ΔE . Za svaki ton boje to je postupak s desetak iteracija po metodi INFRAREDESIGN®³ s dodatnom kontrolom mjerenja apsorpcije svjetla u bliskom infracrvenom području. Za zelenu P boju, slika1., $L^*a^*b = 42, -8, -20$ (sustav mjerenja boja); R,G,B = 80, 105, 130 (2^8); izvedeni su eksperimenti nalaženja zelenih P blizanaca za pet položaja karbon crnog tonera uz zadani X_0 . Za prevođenje ovog zelenog P tona u sivi ton, vrijednosti su: L = 42 (*a, *b jednaki su nuli), a R, G, B imaju vrijednost 64 hexaDec.

Grafike iz mape Čigra tiskane su na papiru s idejnom zadaćom skrivanja Z grafike. Za izabrani papir i tiskarski postupak odredio se plan eksperimenata u traženju zadanih blizanaca boja i bojila. Za ovaj su rad korištene forenzičke

³Metoda ispisa skrivene informacije na različitim medijima.

kamere kako bi udovoljili zadaći o neponovljivosti grafičkih listova uz poštivanje niza sigurnosnih odrednica. Još bi šire pitanje nastalo ako bi se mijenjao materijal na koji se bojilo nanosi. Ili, ako se upustimo u avanturu eksperimenata s tiskom blizanaca na platnu, svili, keramici ili metalu.

1.2. Crna bojila S i Z

Za početak treba naglasiti da smo u društvu s bojilima, tonerima za algoritamsko upravljanje. Bojila razdvajamo prema svojstvu apsorpcije NIR svjetlosti. Olakšanje u planiranju eksperimentiranja po IRD⁴ metodi činjenica je da su tiskarska bojila ekstremno razdvojena po pitanju apsorpcije NIR svjetlosti. Bojila C, M, Y ne apsorbiraju NIR valno područje svjetlosti. Crni ton boje izvodimo u dvama ekstremnim sastavima po pitanju apsorpcije bliske infracrvene svjetlosti. Prvo: bojilo *karbon black*, nazvano Z, apsorbira NIR svjetlost. Drugo: crno (i sivo) bojilo nazvano S postiže se miješanjem jednakih količina C + M + Y (niti jedna komponenta ne apsorbira NIR svjetlost). Takva S masa ne apsorbira NIR svjetlost [5, 6].

Vrhunske informacije prvi su eksperimenti tiskom čistih bojila C, M, Y, K, S, te podaci jakosti apsorpcije svjetlosti koji se dobivaju spektrografijom. To će biti put, smjer mijenjanja sastava novog blizanca bojila, dopuna pojedinih C, M, Y komponenti kad smo u realnoj zadaći koja uključuje tvar na koju se nanosi željeno bojilo.

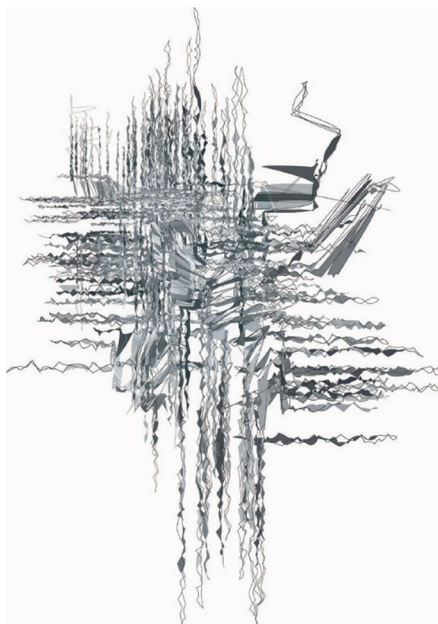
Iz mape Čigra skriveni portreti predstavljaju se i sivo otisnuti sa S sastavom bojila. To su grafike s portretom *Z-Janom* (vz 002). Zapisu su u .mp4 i .swf formatima [4].

U mapi Čigra nalaze se dvije tiskane slike: prva u boji te druga kao siva. Obje imaju jednak skriveni portret. Algoritam separacije boja dizajniran je s diskriminacijom slike V prema informacijama u računalnoj grafici sa slike 2. Različita pozicioniranja portreta daju različite grafike Z. Autor stvara individualizirano rješenje kojim unosi elemente sigurnosti i originalnosti grafičkog lista.

Spojene slike računalne grafike slike 2. i slike Z promatraju se s dualnom ZRGB kamerom. Za iste grafike napravljene su animacije prijelaza od vizualnog u NIR područje nakon fotografiranja fotoaparatom koji je opskrbljen s 24 barijerna filtra [9], adresa prikaza: <http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4>.

Siva grafika (002.mp4) na početku (400 nm) postupno postaje obojena plavo (na zaslonu računala) na 600 nm, na primjer, kad nema žute komponente, a magenta je u maksimumu, uz prisutnost cijan-bojila. Pojavljuje se skriveni portret, koji se samostalno vidi u području iznad 750 nm. Područje Z1 ostatak je cijan-bojila te karbon crnog bojila koje apsorbira NIR svjetlost.

⁴IRD (engl. *infrared design*)



Sl. 2.: Grafika u vizualnom spektru www.vilko.ziljak.hr/NIRs5.mp4



Sl. 3.: Portret (V) prije i poslije (Z) spajanja s računalnom grafikom sa slike 2.

2. Spektroskopija bojila, tonera za digitalni tisak

Ovdje se objavljuju recepture blizanaca boja i bojila: X_0 i X_{40} ($K = 40$) za digitalni tisak s tonerom. Izabrani blizanci imaju dvije zajedničke pozicije apsorpcije svjetlosti na 900 nm (naša dualna ZRGB kamera ima filter na 1000 nm, vrijednost nazvana Z). X_0 blizanci svih bojila sastaju se na vrijednostima od 0,01 do 0,02. Grafovi svih bojila X_{40} sastaju se na vrijednostima od 0,14 do 0,16. Raspon je obilježen kao ΔZ . To je dovoljno da ZRGB [3] fotokamere razlikuju blizance bojila X_0 i X_{40} pa da potom dovedu pred naše oči skrivenu Z sliku.

Tablica 1.: Recepture blizanaca bojila, miješanje procesnih bojila

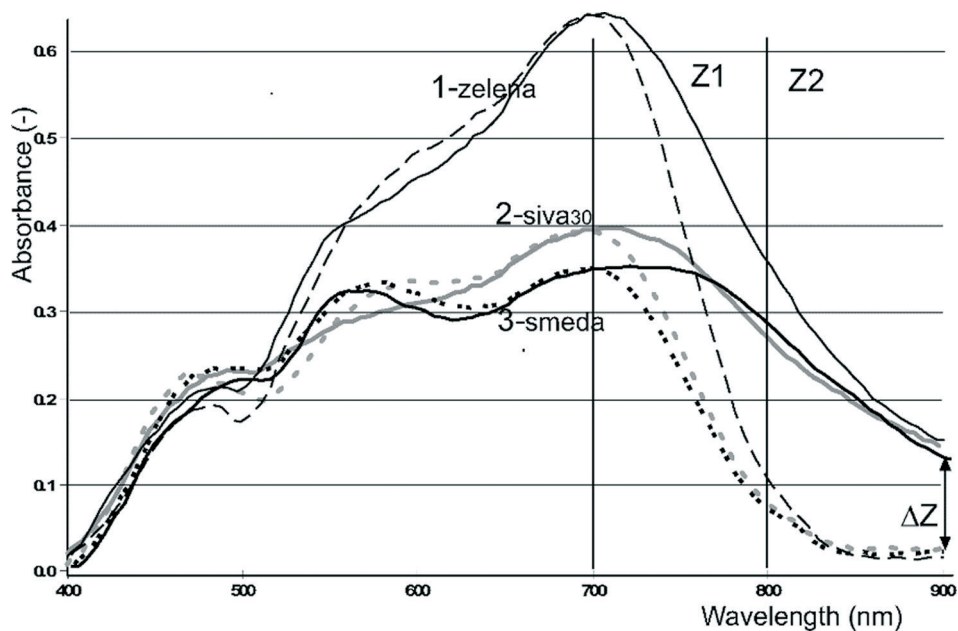
	X_0 : C, M, Y, K_0	X_{40} : C, M, Y, K_{40}	RGB	L^*a^*b
1-zelena	97, 42, 55, 0	84, 0, 35, 40	38, 108, 113	40, -37, -13
2-siva30	61, 53, 50, 0	30, 30, 30, 40	114, 110, 111	47, 2, 0
3-smeđa	36, 50, 95, 0	0, 25, 70, 40	153, 130, 36	57, 5, 59
4-crvena	40, 83, 75, 0	0, 70, 45, 40	135, 61, 59	39, 41, 24
5-plava	88, 66, 39, 0	70, 42, 0, 40	60, 75, 112	31, 0, -26
6-siva5	42, 33, 32, 0	5, 5, 5, 40	159, 159, 159	66, 0, 0

Mjerenje jednakosti (doživljaja) dviju boja izvodimo preko mjerenja L^*a^*b parametara s tiskovine. Razlika korespondentnih parametara nastavlja se s jednom od procedura određivanja veličine ΔE . Međutim, veličine L^*a^*b ne upućuju na smjer popravka recepture sastava za realne (C, M, Y) komponente koje su nam na raspolaganju u digitalnom tisku. Paralelno koristimo spektrografiju apsorpcije svjetlosti kako bismo dobili nove informacije o sastavu bojila [9].

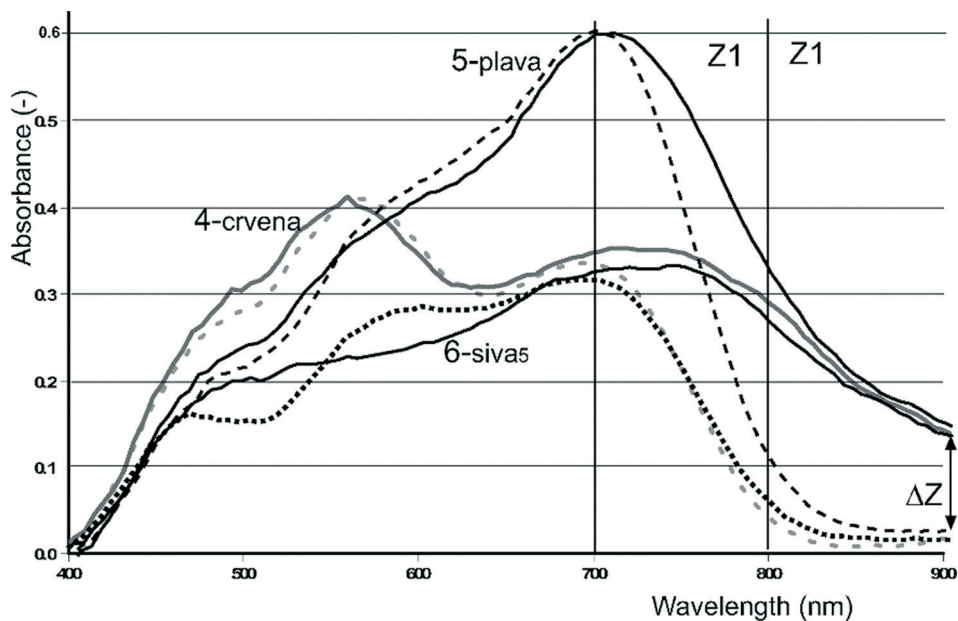
Bojila iz tablice 1. prikazana su kroz svojstva apsorpcije svjetlosti: vizualni dio V (400 nm do 700 nm); prijelazni dio Z1 (700 nm do 800 nm); prvi dio bliskog infracrvenog spektra Z2 (800 nm do 900 nm). Korekcije bojila provode se uz konzultaciju informacija o pojedinačnim spektrima za procesna bojila C, M, Y, K, S [5]. Punim crtama prikazani su blizanci Z, a iscrtkanim blizanci V.

Svi spektrogrami padaju u iste točke Z_0 , odnosno Z_{40} . Podaci o blizancima bojila podvrgnuti su eksperimentalnim procedurama, a potom određivanju regresijskih međuovisnosti. Ovdje se prvi put objavljuje grafika sastavljena od (vizualno) sivog tona. Tiskane su višebojno, premda u tim grafikama i ovom članku naše oči ne interpretiraju boje.

Idealno preklapanje, izjednačavanje svijetlog sivog blizanca (6-siva5) u vizualnom spektru nije moguće. Na malim vrijednostima C (vrh na 700 nm), M (vrh na 480 nm), Y (vrh na 480 nm) od tek 5 % i s 40 % karbon crnog bojila postiže se izjednačenje apsorpcije svjetlosti tek na 700 nm [5].



Sl. 4.: Spektar zelenih, tamno sivih i smeđih blizanaca bojila



Sl. 5.: Spektar crvenih, plavih i sivih blizanaca bojila

3. Nova umjetnost *Infrared ART*, mapa ČIGRA

U ovom članku objavljuje se nova mapa grafika Čigra, koje su reproducirane u zborniku radova. Grafike su reproducirane kao crno-bijele. U mapi su otisnute dvojako: u boji i crno-bijele. Svaka je grafika proširena skrivenom slikom. Citiramo dio teksta iz grafičke mape autorice Branke Hlevnjak, povjesničarke umjetnosti:

“Ovladati kaosom – najkraće je obrazloženje najnovije IR⁵ računalne grafičke mape Čigra Vilka Žiljaka. Pritom govorimo o grafičkoj poruci koja sadrži više od onog što vidimo te je, dakle, na svoj način tajanstvena, a vizualno je sporazumijevanje s publikom kompleksnije. Razlomljene plohe (nekog palog aviona), vijoreće trake (na jakom vjetru), računalni ‘kaleidoskop’ s izduženim formama; sve se to događa oko zgusnutog središta najvećeg loma, iz kojeg ‘izlijeću’ u mirnije zone plohe i trake, rastrkane igrom slučaja i ovijene nitima čistih crta (poput vilinskih kosa) koje sugeriraju ljudski nesavršeni ali spontani potez. U finim tonovima pastelnih boja, oblikovni metež poprima melodiozan ton, štoviše dočara-va romantičan zvuk saksofona (autorov instrument). To su slike/grafike koje su algoritmima Vilka Žiljaka prošle proces preobrazbe iz objektivnog (oblikovnog kaosa) do subjektivnog ritma koji odgovara autorovom raspoloženju. Složenost apstraktnog ‘sadržaja’ (crta, lomljena uska traka, ploha itd.) pojačana je proširenom percepcijom bliskog infracrvenog područja koje razotkriva neočekivane portrete autoru bliskih osoba.

Za razliku od klasičnih grafičkih tehnika (bakropis, bakrorez, drvorez itd.) koje su definirane kao multipli, jer se sa svojih originalnih ploča-matrica mogu umnažati, a nastale su s ciljem veće dostupnosti iste slike (iliti zbog demokratizacije umjetnosti) – računalna grafika smatra se mas-medijem jer se njezina matrica objektivno ne može potrošiti. IR računalna grafika Vilka Žiljaka negira masmedijsku mogućnost umnožavanja. Ona se opire i jednostavnoj definiciji računalne grafike jer prelazi u drugu optičku zonu gledanja (u blisko infracrveno područje). I upravo ta opcija dvoslike onemogućava bilo kakvu proizvoljnu reprodukciju koja želi zadržati autentičnost originala. IR grafika sadržana u vizualnoj, njezin je zaštitni kod, zaključana ‘tajna’ koja ne dozvoljava nikakvo umnožavanje izvan autorovog nadzora. Zaštićena je kao i novčanica, kaže Vilko Žiljak. Nema razloga ne vjerovati mu, jer je riječ o autoru koji je u računalnoj grafici prisutan od njezinih početaka s kraja šezdesetih godina dvadesetog stoljeća. Štoviše, pionir je hrvatske računalne grafike.”

⁵IR (engl. *infrared*); infracrveno zračenje ili infracrvena svjetlost



Sl. 6.: Pojavljivanje portreta, <http://vilko.ziljak.hr/cigraBH.mp4>; zaustavljeno na 690 nm

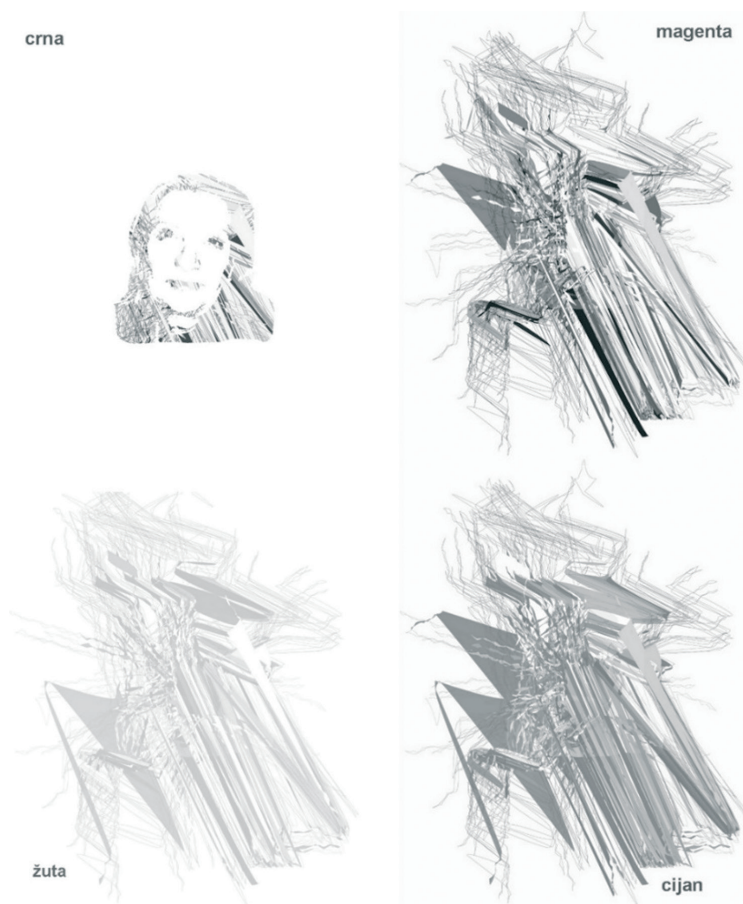
4. Računalna grafika rastavljena na boje za reprodukciju

Grafika/cigraDS.mp4 separirana je u četiri boje u kojima je tiskana mapa, slika 8. Na adresi vilko.ziljak.hr/vz004.mp4 slika je u boji uz prikaz postupne blokade svjetlosti od 400 nm do 1000 nm. Animacija demonstrira apsorpciju svjetlosti, prvo: nestajanje područja od 400 nm do 500 nm, tj. blokada žute boje. Nastavlja se blokada magente s vrhom na 560 nm. Maksimalna apsorpcije cijan-bojila je na 700 nm. U tom se području pojavljuje slika portreta koji je ugrađen u crni kanal. Namjerno je portret ugrađen u računalnu grafiku, ne raspoznaje se golim okom u reprodukciji, a izdvaja se u bliskom infracrvenom

spektru nakon 800 nm. To je svojstvo crnog tonera digitalnog tiska koje smo iskoristili za izazivanje skrivene slike.

Postupak se provodi algoritmom za CMYKIR separaciju procesne grupe bojila [7]. Linijski portret inovacija je u području sigurnosne grafike koja spaja dvije slike, a rezultat su nove grafike koje funkcioniraju jedino u zajedništvu. Z grafika obogatila se računalnom linijskom grafikom pa je to zajedništvo nemoguće vratiti u vizualna početna stanja. Proširena je metoda IRD uz primjenu na različite materijale s pripadnim setovima bojila. Prvi je naziv ove inovacije INFRAREDESIGN®. Danas se proučavaju bojila za lijepu umjetnost uz aktivnost s nazivom *InfraredArt* [8].

Priprema i realizacija portreta (mapa Čigre) za vizualni i infracrveni spektar prikazana je kao stanje prije tiska CMYKIR separacije. Algoritam separacije ima opsežnu kontrolu na bojila i njihova svojstva koja se temelje na teoriji boja



Sl. 7.: DS po kanalima C, M, Y, K animacija: /vz004.mp4

(L^*a^*b vrijednosti) te podešavanje saturacije, kontrasta, svjetline, svojstva transparentnosti bojila u V i Z spektru.

Vizualna linijska grafika određuje domenu mogućeg maksimuma skrivene grafike. Početna NIR grafika kontinuiranog je sivog tona na svojem cijelom području. Nakon CMYKIR separacije ostala su djelomično prazna mjesta na portretu. Tamo gdje vizualna linijska grafika nema boje nema niti obojenja u skrivenoj Z grafici, slika 3. To je ilustracija simbioze dviju grafika. Novi detalj u ideji kreiranja individualnosti u sigurnosnoj računalnoj grafici.

Zaključak

Razvili smo nekoliko eksperimentalnih procedura koje uključuju svojstva materijala, izvoriste pigmenata, transparentnost, apsorpciju i refleksiju svjetlosti, izvoriste svjetlosti. Popravci sastava bojila provode se vizualnom ocjenom (256 susjednih tonova izabrane boje), konvencionalnim mjerenjem ΔE te spektroskopijom. Kreirana je baza podataka ovisno o materijalima na kojima se tiska, bojilima i tiskarskom uređaju.



Sl. 8.: Z Ptica 'čigra' u računalnoj grafici

Grafike imaju dualitet koji otvara put novim pristupima sigurnosne grafike i individualiziranim rješenjima. Vizualno, grafika se pojavljuje kao sivi ton, ali izvodi se na pisaču u boji, čime se postiže dualnost. Dvije različite izvedbe grafike daju jednak Z NIR rezultat kad ih promatramo kamerom koja ima filter iznad 800 nm. Grafike se sastavljaju i razdvajaju prikazom kroz animaciju u prostoru od 400 nm do 1000 nm: www.vilko.ziljak.hr/vz005.mp4 [4].

Mapa sa slikama zaštićena je skrivenim portretima. Grafički list sa skrivenom pticom čigrom nosi informacije prepoznatljive tek s pomoću NIR kamere. Slika 8. silueta je linijske vizualne grafike u stanju Z s maksimalnim oduzimanjem bojila u kanalima boja C, M, Y. U tijelu i krilima ptice informacije su o pozicioniranju ptice u linijsku grafiku te vrijednostima sivog tona blizanaca bojila Z na tim istim mjestima.

Ovaj članak primjer je proširenja računalnog dizajna i tiskarske tehnologije uključujući NIR forenzičke metode u kreiranju individualizirane, sigurnosne grafike.

Literatura

- [1] Žiljak J., Jurečić D.; Žiljak V.: Packaging design with hidden near infrared colour separation, *Tehnički vjesnik / Technical gazette*, vol. 25, no. 3, pp. 211-215, 2018. ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) <https://doi.org/10.17559/TV-20170705114921>
- [2] Pap K., Žiljak I.; Žiljak-Vujić J.: Image reproduction for near infrared spectrum and the infrared design theory, *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 54, no. 1, 2010., pp. 10502-1-10502-9(9), <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2010.54.1.010502>
- [3] Rajković I.; Žiljak V.: Usage of ZRGB video camera as a detection and protection system and development of invisible infrared design, *Polytechnic & Design*, vol. 4, no. 1, 2016., pp: 54 - 59; ISSN 2459-6302,ISSN1849-1995, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07
- [4] Mapa Čigra: <http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4>, www.vilko.ziljak.hr/vz001.swf/vz001 do /vz016: 001 Jana u boji, 002 jana sivo, 003 Branka Hlevnjak, 004 Dubravka, 005 Cigra, <http://vilko.ziljak.hr/cigraJZG.mp4>
- [5] Žiljak Gršić J.: Near infrared spectroscopy, in print *Technology, Polytechnic & Design*, vol. 5, no. 1, 2017., pp:32-36, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05,DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en
- [6] Pogarčić I.; Agić A.; Matas M.: Evaluation of the colorant twins for the neutral grey spectra in infrared graphic procedure; *Tehnički vjesnik*, 23, 6(2016), pp. 1659-1664, ISSN 1330-3651, ISSN 1848-6339, DOI: 10.17559/TV-20150303132036, <https://doi.org/10.17559/TV-20150303132036>
- [7] Žiljak V., Pap K., Žiljak I.: CMYKIR security graphics separation in the infrared area, *Infrared Physics and Technology*, vol. 52., no. 2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, pp. 62-69, 2009. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350449509000103>
- [8] Nada Žiljak: Infrared ART, Muzej Mimara, Zagreb, <http://www.nada.ziljak.hr/VIS-NIR-spektar.pdf> Galerija Sv. Ivan Zelina, <http://www.gallery-hr.com/NADAZILJAK.htm>
- [9] Project in a Docucenter with SP-2000 colorspectroscopy module & PAG B50 custom designed with 24 barrier filters <http://forensicstechnology.com/projectina/Switzerland>

Near infrared spectroscopy of gray dyes for security of computer graphic

Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić and Vilko Žiljak

Abstract: We create computer graphics with respect to the environment with dual cameras. Video surveillance technology is our reality; visual and infrared spectrum. We design the security design of documents, clothing, and fine art with the of two image information nested on the same place. Scanning process has not yet been developed that would allow the duplicate performance of such graphic work. All of today's copying devices are manufactured for a visual light area with an RGB record. The picture with two mutually separate contents we perform with dyes produced for different materials: paper, cloth, ceramics, metal. We have developed a coloring procedure called "twins". Twins of pigments, dyes and colorants have the same spectra in the visual light region, but differentially absorb radiation in the near infrared region. Computational graphics with dual content are for our eyes monochrome; gray in a visual and gray in near infrared spectrum. Our computer graphics models have expanded the area of security printing and dyeing cloth in camouflage technology. We present a gray-colored computer graphic with an nested portrait that is invisible to the naked eye.

Keywords: color and colorant twin, colorant spectra of dye, computer graphics, digital printing, NIR spectrum