

Antun Koren*
Vilko Žiljak**
Nikolina Stanić Loknar***

SIGURNOSNI DIZAJN VRIJEDNOSNICA I DOKUMENTA U INFRACRVENOM I VIZUALNOM SPEKTRU

Sažetak

U radu predlažemo opće uvođenje INFRAREDESIGN® tehnologije u izradi dokumenata, posebno diploma visokog školstva. Pozivamo se na tehnologiju koja dolazi iz prostora dizajna i izrade vrijednosnica zaštićenog tiska. Dajemo pregled dostignuća nove IRD tehnologije s proširenjem na tisak na različitim materijalima, od papira do tekstila i kože. Vizualna grafika tiskana na papirima zaštićena je s infracrvenom grafikom koja je ujedno proširena informacija, kako u tiskanom obliku tako i u digitalnom zapisu. IR grafika je pripremljena da se prepozna s IR *money* detektorom, koji je standardni uređaj u kontroli originalnosti novčanica. Sigurnosni grafički proizvod, uz priloženi specimen, manifestira se u pet različitih oblika. Točnije, u trima digitalnim zapisima: vizualni pogled, infracrveni pogled i videoanimacija koja je prezentirana s promjenama od 400 do 1000 nanometara. Zatim, zabilježi se i kao materijalni dokument koji vidimo, prvo golim okom, a zatim instrumentalno s IR nadzornom opremom.

Ključne riječi: individualizacija dokumenata, INFRAREDESIGN®, računarska grafika, simulacija boja

1. Uvod

Trend u zaštiti vjerodostojnosti dokumenata je maksimalizacija primjene elektroničkih oblika dokumenata. Enciklopedije, časopisi, udžbenici prezentiraju se elektroničkim izdanjem. Isto je i s dokumentima: diplome, osobne iskaznice, dozvole, članstvo u društvima. Elektronička provjera takvih dokumenata stvar je sadašnjosti. Nasuprot,

* prof. dr. sc. Antun Koren, Libertas međunarodno sveučilište, akoren@libertas.hr

** prof. dr. sc. Vilko Žiljak, Tehničko veleučilište u Zagrebu, vilko.ziljak@tvz.hr

*** doc. dr. sc. Nikolina Stanić Loknar, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, nikolina.stanic.lok-nar@grf.unizg.hr

diplomu želimo staviti na vidno područje, kod kuće, u uredu, u službenom prostoru. U tom smislu se ne nazire kraj potrebe za tiskanim dokumentima.

Uvođenje dualiteta za vizualno i infracrveno prepoznavanje, odnosno dokazivanje ispravnosti bit će još dugo poslovi grafičkih tiskara. Isto je i s osobnim iskaznicama i vozačkim dozvolama. Prijedlogom da takve tiskarnice imaju dualitet proširujemo temu čuvanja podataka. Neka se i elektronički dokumenti prikazuju u dualitetu, multimedijalno: sve do animacije transformacije od vizualnog do infracrvenog spektra.

Krivotvorenje dokumenata, diploma i vrijednosnica proširilo se s velikim razvojem digitalne tiskarske tehnologije: skeniranja i prepravaka s računalom. Današnje stanje računarske optike omogućuje potpuno preslikavanje dokumenta. Promatranjem našim golim okom ne može se razlikovati original od kopije. Uz taj digitalni, softverski razvoj posebnosti dokumenta, stvoren je spoj vizualnog i IR dizajna. Kreira se nevidljiv prostor slikarstva, dizajna, crtanja u IR valnom prostoru. Dokument ima višestruke informacije, razdvojene za vizualno i instrumentalno prepoznavanje, odnosno, dokazivanje originalnosti.

U grafičkoj i nakladničkoj industriji povećava se prostor krivotvorenja tiskanih proizvoda. Nakladnici raznih zabavnih časopisa i dnevnih novina prikazuju brojke tiraža koje nisu točne, najčešće zbog tržišta koje ovisi o prikazu reklamnog prostora. Broj otisnutih i distribuiranih primjeraka ne kontrolira se izvan pogona tiskare. Remitenda se pogrešno prikazuje. Drugi način manipulacije u grafičkoj industriji nastaje nezakonitim umnožavanjem rukopisa zabavnih sadržaja, romana, znanstvenih knjiga, monografija, kataloga. Problemi s kojima se susrećemo je tisak i objava većeg broja primjeraka nego što je dogovoreno s autorom djela. S obzirom na to da tiskara mora dobiti originalne rukopise i posjeduje ih u svojoj arhivi, događa se dotisak i prodaja bez autorovog znanja i/ili znanja nakladnika.

Nezakonito kršenje autorskih prava prisutno je svakodnevno metodama fotokopiranja, na primjer monografija te prijevoda vrijednih svjetski poznatih djela. To se odnosi i na sveučilišne udžbenike i nastavnu literaturu.

U grafičkoj industriji razvili su se poslovi krivotvorenja osobnih dokumenata, vrijednosnica, oporuka i drugo. Krivotvorenje je tim lakše što veliki broj originalnih dokumenata nema na sebi nove zaštitne elemente. To se posebno odnosi na svjedodžbe, diplome i potvrde obrazovnih institucija o raznim osposobljenjima. Na takvim ispravama vjerodostojnost bi trebala biti osigurana barem pečatom i potpisom ovlaštene osobe. Međutim, to nije dovoljan oblik zaštite. Pečati se danas vrlo lako krivotvore, dok je s potpisom nešto teže, ali i to se falsificira da izgleda uvjerljivo.

Krivotvorenje osobnih dokumenata, posebno putnih isprava popularno je i traženo. Iako na sebi imaju zaštitne elemente dodane tijekom digitalnog tiska ili u samu papirnu masu tijekom proizvodnje papira, ipak krivotvoritelji uspijevaju napraviti dosta uvjerljive krivotvorine.

2. Zaštita grafičkih, tiskanih proizvoda

Znanstvenici u Hrvatskoj prednjače u otkrićima iz područja forenzike dokumenata. Objavili su preko stotinu radova u vrijednim časopisima, na kongresima te desetak knjiga o specijalnim računarskim tehnikama sigurnosne grafike (Žiljak Vujić, 2014). Sve ide prema dualnom tisku *hidden image* (Zhu Zheng Ming et al., 2010). Na visokim učilištima organiziraju se predavanja i rasprava o CMYKIR separaciji boja i bojila (Plehati et al., 2019), a slijede to i mnogi drugi autori (Heesang et al., 2010). Zajedno se družimo na konferencijama (Shin et al., 2010), raspravljamo o budućnosti sigurnosnog tiska (Cai et al., 2012). Otvorila se nova tema o separaciji bojila u dualitetu pod nazivom „blizanci bojila” (Rajković i Žiljak, 2018). Daje se nova važnost crnim tintama u smislu njihove znatne apsorpcije infracrvenog zračenja (Li et al., 2012). Opsežan pregled o današnjem stanju sigurnosne grafike nalazimo u radovima naših autora (Žiljak Gršić, 2017). Metode nove sigurnosne grafike INFRAREDESIGN® razrađuju se na velikim svjetskim učilištima u Indiji i Kini, na bazi otkrića u Hrvatskoj (Chambers et al., 2015).

Također, nižu se novi prijedlozi primjene (Bernašek i Ivančević, 2016). Metode sigurnosnog tiska proširuju se na dizajn odjeće, na platnu, koži i svili (Žiljak Gršić et al., 2019). To naglašavaju autori ujedinjeni u ideju „individualizirano bojanje tekstila” (Ćutić et al., 2018). Rasprave su prihvatili časopisi iz tehničkog područja (Žiljak Gršić et al., 2020). Ponuđene su primjene za obilježavanje vojnih uniformi (Dekanić i Tarbuk, 2015). O dualitetu za vizualni i blisko infracrveni spektar s primjenom na vojnoj odori, raspravlja se i na međunarodnim konferencijama (Žiljak Gršić et al., 2017). Istraživanja se provode sa spektroskopskim uređajima otkrivajući apsorpciju svjetla u bliskom infracrvenom području (www.projectina.ch). Bojila se raščlanjuju i skupljaju sa svrhom izazivanja zadane slike u NIR spektru. Objavljeni su rezultati eksperimentalnih radova o apsorpciji svjetla u dvama spektralnim područjima (Žiljak Gršić, 2019). Taj izvještaj polazište je mnogih diskusija, rasprava o novoj tiskarskoj praksi uvođenja dualiteta s crnom bojom. Diskusija o S i K bojilu je novina, popraćena visokom citiranošću u svijetu.

Razvija se nova teorija o tisku s procesnim bojilima za najrazličitije grafičke tehnologije (Žiljak Gršić et al., 2020). Istražuju se svojstva apsorpcije svjetla proizvođača različitih tinti i tonera digitalnih pisaača u dvama svjetlosnim spektrima. Kreiraju se dvije slike, dvije informacije na istom mjestu, prva se vidi golim okom a druga se raspoznaje tek s NIR nadzornom kamerom (Near InfraRed) (Rajković i Žiljak, 2018). To je pokrenulo novu praksu izrade dokumenata s informacijama koje su skrivene od golog oka (Žiljak et al., 2009). Na istom dokumentu odvojene su informacije za naše golo oko, a druga je slika kreirana za NIR spektar.

Infracrvena tehnologija primjenjuje se i na tisak poštanskih markica (Rudolf et al., 2015). Spomenimo i tisak etiketa u dualnom dizajnu koji obiluje skrivenim podacima (Morić Kolarić et al., 2017). Sigurnosni tisak uvodi se u izradu geografskih karata (Jeličić, 2020). IRD je ušao u najrazličitije vizualizacije, poput sigurnosnog obilježavanja s bojilima za keramiku (Bernašek et al., 2018). Pridružuju se autori iz područja filmske industrije (Radonić et al., 2019). Teme su nove IRD scenografije i kostimografije (Žiljak Gršić et al., 2018). Svoja prva istraživanja ti su autori objavili u vrijednim časopisima (Rajković i Žiljak, 2018). Desetak njih zaokružilo je svoja istraživanja kao vrhunske studije na akademijama i fakultetima (Rajković, 2018). Nova objašnjenja i pogled u budućnost IRD-a dopunjavaju autori iz područja informacijskih i komunikacijskih znanosti (Pogarčić, 2019).

IRD se proširuje na InfraRedArt, miješanje slikarskih bojila za dualno izražavanje. Ulazi se u galerije s novim IRA slikama (Žiljak Gršić et al., 2019). Metoda InfraRedReflektografija proširena je na prikaz slika lijepe umjetnosti. Čak s 24 filtera snima se umjetnička slika u forenzičke i znanstvene svrhe. Na nov se način spajaju umjetnost i znanost (Nazor, 2018). Znanja o svojstvima bojila za lijepu umjetnost, njihov odaziv u vizualnom i NIR spektru, primjenjivat će se i u retušu slike, odnosno, u restauratorske svrhe.

Numerički i grafički prikaz bojila prihvatile su umjetnice, formirajući „Infra-Grup” (Stanačev Bajzek, 2020). Već nekoliko godina redovito izlažu svoje nove radove, s novim postupcima, u galerijama širom svijeta (Bernašek et al., 2018). Razvijena je nova grafička tehnologija dualnog tiska. Reprodukcijska u monografijama ima svojstva prikaza slike u vizualnom i NIR spektru (Žiljak Stanimirović et al., 2020). Takav tisak proširuje se na sve grafičke proizvode. Govorimo o novom sigurnosnom tisku koji nije samo državni monopol. Ipak, svjedoci smo krivotvorenja najzaštićenijeg grafičkog proizvoda – novčanice (Hrvatska narodna banka, 2020).

Diplome izrađene IRD postupkom ne mogu se skenirati u cjelosti, jer skeneri i fotoaparati prepoznaju samo vizualni spektar. Forenzičke metode posegnule su za infracrvenim svjetlosnim prostorom. Dizajn za digitalnu tehnologiju prednjači kao izuzetno rješenje koje se ne može ponoviti. Predlaže se INFRAREDESIGN® postupak svih tiskovina kao neponovljiv dokument (liječnički nalaz, diploma, izvještaj, oporuka) zaštićen od kopiranja, fotografiranja, reproduciranja. Skriveni znak, informacija, QR kod – ne vidi se golim okom, ali to ne znači da je nestalo.

U ovome radu predstavljamo i predlažemo novo gledanje i primjenu zaštite tiskanih dokumenata. To su programiranje i planirane višeslojne izmjene boja, višebojno rastriranje, uvođenje novih matematičkih modela. Primjenjujemo ih na tiskanicama koje nas okružuju, poput recepata, dopusnica, ulaznica, onoga što se dodjeljuje pacijentu i osoblju. Liječnik potpisnik ima svoj osobni vodeni žig koji upotrijebi na

kraju pisanja dokumenta. Isto je i s diplomama. Zašto nemaju osobni vodeni žig kao izvanredni zaštitni korak u individualizaciji vrijednosnice?

Tiskani dokument popraćen je s e-dokumentom. Prvo uvodimo simulaciju boja s bojilima najrazličitijih proizvođača. Istražujemo minimalni broj bojila: cijan, magentu, žutu (C, M, Y, K), a s idejom o planiranju vizualizacije, dizajna za dva svjetlosna područja u neizmjerljivoj širini boja za naše oko.

3. Računarska grafika u zaštiti vrijednosnica

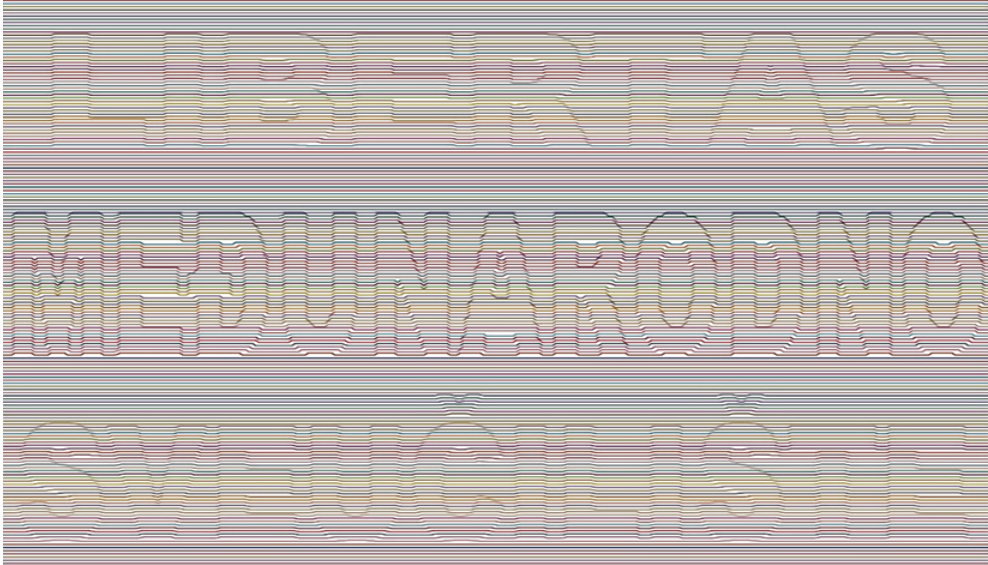
Grafičke tehnike, prerade slike i slikovnog zapisa potpomognute su softverskim alatima. Razvijaju se autorski programi o promjeni boja, linija, slova, od minimalnih intervencija do jakih morfologija. Svaki digitalni prijedlog je dobrodošao. Ne zadržavamo se na jednoj novini. Spajamo različite digitalne novosti: baze podataka s bazom slika, baze programa za prepoznavanje lica, videokretanja i prepoznavanje. Baze ideja za nova programiranja tek su u početku razrade.

Linije u sigurnosnoj grafici su velika, povijesna tema: ravne, koljenaste, vijugave, oduvijek su sastavni dio podloge na vrijednosnicama. One su jedinstvene. Nekada su izrađivane, crtane rukom (suha igla) i priređivane za duboki tisak i druge ekstremne tiskarske tehnike. Stalna primjena je izvedena, prikazana kao skup valovitih linija. Obavezno na čekovima, linijska grafika je prisutna i danas. Mijenjanje podataka, brisanje i preinaka uništiti bi te linije. Naše oči vidjele bi mehaničko oštećenje. S računarskom grafikom razvili su se bogati modeli višetonske linijske strukture (Pap et al., 2014). Prije tridesetak godina, imale su zadaću da se odupru skenerima i fotografiranju. S namjerom da se ne mogu tiskati, a posebno ne u bojama koje nisu iz seta tiskarskih procesnih boja. Proširene su metode i na infracrveni spektar.

S računarskim primjenama, razvijeni su matematički, softverski postupci digitalnog dizajna. Na slici 1 pokazujemo „koljenastu” strukturu linija. Na novčanicama od devetnaestog i dvadesetog stoljeća, koljenaste linije crtale su se rukom, pripremale za graverski tisak. Za krune i kune uveden je koljenasti tisak s računarskom grafikom. Takav dizajn predlaže se za prekrivanje cijele stranice dokumenta uz korištenje svijetlog tona boje. Preko tako oplemenjenog papira dodaju su svi ostali podaci koji predstavljaju primatelja, davatelja dokumenta (Poldrugáč et al., 2010).

IRD koristi svojstva simulacije svih tonova boja u prirodi, a samo s četirima procesnim bojilima. S tim setom bojila izaziva se odvojeno vizualni i IR spektar što omogućuje planiranje dviju slika na istom mjestu. Crna slika postiže se na dva načina: ili kao S stanje ili kao K stanje (Žiljak Vujić, 2014). Digitalni tisak samo s crnim tonerom izumro je iz upotrebe. Glavna dobit s današnjim digitalnim tiskom je individualizacija dokumenta. Zbog toga je digitalni tisak idealna tehnologija za bogato programiranje sa stohastičkim pokretanjem zaštite (Pap et al., 2006). Parametri kongruencijske

Slika 1. Linijska grafika: prijedlog dizajna površine preko cijelog dokumenta



metode generiranja pseudoslučajnih brojeva poznati su samo onome tko pokreće izradu dokumenta (Stanić Loknar et al., 2013). Čak i dokument, posve crni, može manifestirati vizualno i infracrveno, odvojeno, dualne skrivene zaštitne informacije.

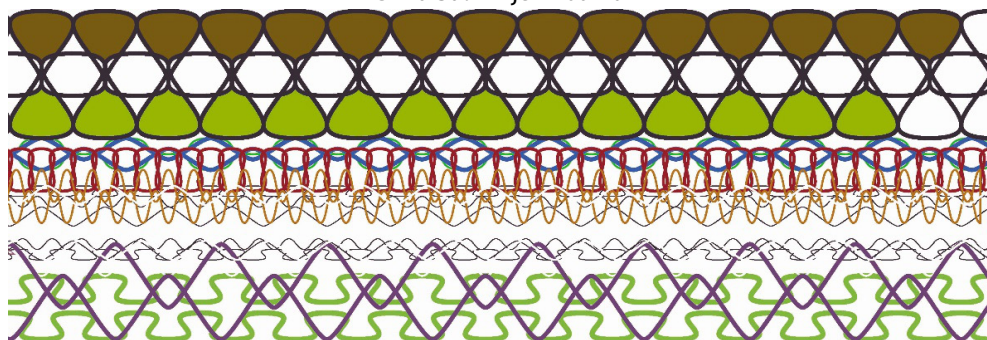
Slika 2. Linijske strukture izrađene računarskim alatima



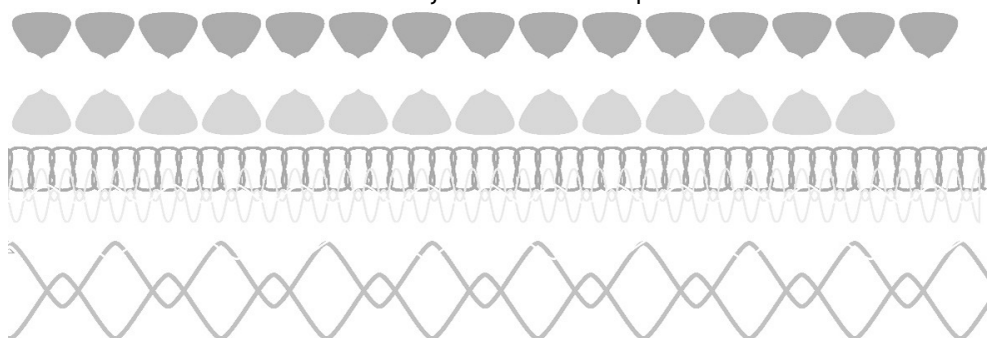
Na prijedlogu novčanice kruna (1993.) nalazi se sigurnosno rješenje s vijugavim linijama izvedeno s kodom pripremljenim za to jedinstveno rješenje. Granice Hrvatske dizajnirane su oblim linijama jednakih debljina. Isticanje granica naglasilo se promjenom smjera napredovanja linije. Ton podloge grafike posebno se dodaje: svijetložuta (5 kruna) i tamnoljubičasta (1000 kruna).

Linijske grafike izvode se danas s linijama najrazličitijih struktura, matematički definirane. Uobičajeno je da su takva rješenja na rubovima dokumenta. Njihova višebojnost rješava se kao infracrveni dualni prikaz. Na slikama 3a i 3b nalaze se rješenja vinjeta za vizualni i IR spektar.

Slika 3a. Linije vizualno



Slika 3b. Linije sa slike 3a u NIR spektru



U sigurnosnoj grafici slažemo linije, jednu do druge, jednu preko druge, ravno, vijugavo ili s trigonometrijskim algoritmom. IR kamera prepoznaje samo one linije koje imaju svojstvo da apsorbiraju IR svjetlo. One su vidljive s IR kamerom. Cijela površina može biti potpuno prekrivena s blizancima boja (Žiljak Vujić, 2014). Pred naše oči postavljena je jednolična površina, sve dotle da se ne vidi ni jedna linija. IR kamera izdvojit će samo „svoje linije,” svoj Z crtež, svoju informaciju (Žiljak et al., 2009). IR kamera ipak, prepoznaje i izdvaja samo onaj segment koji prikazuje IR boju. Softversko rješenje za digitalni tisak prilagođeno je današnjem stanju tehnike.

Danas je integrirano programiranje: izbor mješavina boja, izbor tehnologije tiska, papira. Najviše se oslanjamo na programiranje s novim rasterskim elementima. Digitalni tisak objedinjuje početak: programiranje s planom dizajna, uvođenje individualizacija, ciljani postupak tiska ili više različitih tiskarskih tehnika. IRD se izvodi s konvencionalnim pisačem, ne traže se nekakve posebne boje, tinte, toneri, a što zna biti najčešće pitanje korisnika. Razvijeni su algoritmi za desetak pisaa koje imamo u našem okruženju. Za neki novi pisaa, baziran na tintama koje su se prvi put pojavile u grafičkoj primjeni, napraviti će se novi set parametara koji respektiraju kemijski sastav tih tinti, odnosno pojavljivanje u dvama svjetlosnim spektrima: vizualni i blisko infracrveni.

U komercijalnim programima postoje izvanredni filteri za postizanje ekstremnih grafičkih efekata. Ipak, predlažemo novo, autorsko programiranje jer tada je osigurana tajna ponavljanja, dokazivanja autentičnosti. Autorski modeli koriste nekoliko različitih jezika i prelaza između njihovih međurješenja: PostScript, Python, CC+ s lucidnim algoritmima. Poseže se za pseudoslučajnim generatorima numeričkih veličina s primjenom izbora boja, kodiranja od osam na četiri bita, prekrivanja boja pa sve do realizacije vektorske i piksel grafike u istom izvornom zapisu (PostScript). Ostaje tajna i podatak dostupan samo autoru algoritma takve računarske grafike.

4. Zaštitna grafika na novčanicama

InfraRed bojila primijenjena su i na našim novčanicama kruna i kuna. U to vrijeme korištene su boje koje se odvojeno pokazuju i u vizualnom i u NIR spektru. Okolina linije koja je izvedena s takvom bojom, ispunjava se s bojom koju IR kamera ne vidi, ali je jednaka u vizualnom spektru kao i IR boja. Neobjavljeno rješenje krune (1993.) poslužit će nam kao podloga za diskusiju o IRD skrivenoj informaciji s ugniježđenom slikom.

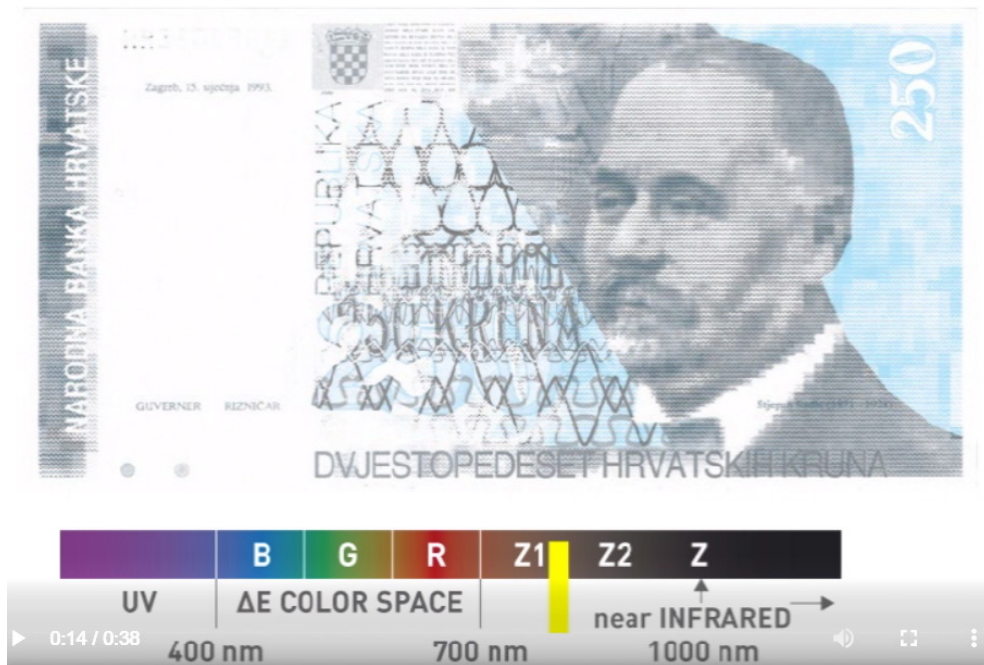
U ovome se radu pokazuje dodavanje nevidljive grafike na neki stari, važan, vrijedan dokument. Prikazana je novčanica u: a) vizualnom spektru, b) blokadi svjetla na 780 nm uz promatranje novčanice u svim pogledima od 400 do 1000 nm, kao videoanimacija.

Današnjom intervencijom s INFRAREDESIGNOM® sadrži portret i dio vinjete sa slike 2. Novčanica ima desetak sigurnosnih sekcija, a prikazuje se animacijom kao video: /v111.mp4 ili /v111.swf. uz start/stop efekta. Dizajneri odlučuju o obliku dual-

Slika 5. 250 kruna, sigurnosna grafika



Slika 6. Animacija 250 kruna, s translacijom vizualno u NIR-Z1: <http://vilko.ziljak.hr/v111.mp4>.



nog prikaza dokumenta, o spajanju vizualne i IR grafike. Dva sadržaja su međusobno zavisna i međusobno nezavisna. Dvije različite slike su spojene po IRD tehnologiji.

Na krunama, poslije i kunama, programirano je trigonometrijsko rastriranje. Portret i cijela color slika rastrirana je s tada originalnim algoritmom pokrivenošću kompjuterske grafike (1993). Na novčanicama je primijenjen sinusni oblik u svakoj novčanici.

Algoritam rastriranja obavlja se u PostScript proceduri:

```
/rSinus {neg exch 180 mul sin 0.3 mul add
abs 3 div 1 exch sub } bind def % sinus screen
```

U dizajnu trigonometrijskih rastera postoji sloboda, individualizacija na razini izbora parametra koji definiraju: period, pokrivenosti, pridruživanje boje i kutove, planirani *moire* u višebojnom tisku. Tajna tih parametara poznata je samo autoru dizajna i ostaje zapisana u rutinama za neposredno izvođenje sigurnosne grafike.

Matematički model opširnije je prikazan u knjizi *Sigurnosna grafika* zajedno s desetak tipičnih prijedloga u sustavu PostScript jezika (Žiljak

Slika 7. Linijska grafika sa sinusnim oblikom rastriranja



Vujić, 2014). U to vrijeme, PostScript bio je na početku upotrebe za dizajn vrijednosnica. Ti su modeli primjenjivani na mnogim našim dokumentima tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća. Danas iskorištavamo stare ideje s proširenjem na metode skrivene infracrvene slike. Time otvaramo nove postupke u sigurnosnoj grafici s općom primjenom u svim područjima tiskarstva, kao na primjer: ambalaža, plakati, autorska grafika umjetničkih radova, reprodukcija povijesnih izdanja zaštićenih knjiga.

Računarske grafike, kakve imamo na vrijednosnicama, novo je prošireno područje u tiskarskoj primjeni, a možemo ga nazvati „individualiziranim načinom” u konvencionalnoj tiskarskoj praksi. Metode dizajna i planiranja algoritama za izradu novčanica specijalističko je mikroprogramiranje s nizom procedura koje su dostupne samo autoru koji je osmislio svoj razlog povezivanja vizualnog i IR manifestiranja informacija na zadanom dokumentu.

Lažne novčanice svakodnevna su pojava. Najčešće se krivotvore papirnate novčanice srednjih vrijednosti koje prilikom puštanja u opticaj u npr. trgovini ili na kiosku neće privlačiti posebnu pažnju trgovca i proći će neopaženo. Prema podacima HNB-a, u Hrvatskoj su to apoeni od 200 i 100 kuna i apoeni od 50 i 20 eura. Vještačenjem krivotvorenih novčanica utvrđeno je da krivotvoritelji često imitiraju pojedina zaštitna obilježja poput zaštitne niti, vodenog znaka, holograma i optički promjenjive boje (Hrvatska narodna banka, 2020).

5. Zaključak

Sigurnosna grafika uključuje vizualno i blisko infracrveno područje. Tako je na novčanicama, dokumentima. Predlažemo takav pristup izrade svih dokumenata. Istražena su bojila širokog spektra obojenja s bojilima koja se tiskaju konvencionalnim postupcima rastriranja s procesnim C, M, Y, K bojilima. Simulacija mnogih spot tonova uključuje kamuflažu u vizualnom spektru.

Općenito se može reći da je višeslojni nanos zaštite na dokumentima najučinkovitiji kada se uključi nekoliko različitih rješenja koja prvenstveno podrazumijevaju vidljivu, poluvidljivu, nevidljivu i ultraskrivenu zaštitu. Osim digitalnog tiska predlaže se djelomična dorada s nekoliko drugih metoda intervencije na papiru, slijepi i duboki tisak na primjer.

Vektorska grafika složenih oblika daje linije u boji koje se ne mogu skanirati za daljnju reprodukciju. Ako se svaka linija sastoji od ciljanih bojila, izmjenični stohastički raspored u napredovanju linije, tada smo u neuhvatljivom dizajneskom društvu linija protiv skanerskih akcija.

Nova reprofotografija, novi tiskarski postupci uključuju namjerno skrivanje kao sigurnosna unapređenja u tiskarskoj industriji. U tom smjeru, ta spoznaja nam inici-

ra i predlaže praksu: nove mode miješanja bojila, novi dizajn odjeće, novu umjetnost, forenzički dizajn, beskonačnost računarske grafike.

Danas je integrirano programiranje za odluku: izbor individualnih rastriranja boja, izbor tiska, papira. Najviše se oslanjamo na inovacije u programiranju spajanja različitih postupaka. Digitalni tisak objedinjuje početak: programiranje s planom dizajna. Za ciljani postupak tiska ili više različitih tiskarskih tehnika.

INFRAREDESIGN® je postupak s kojim se utjelovljuju dvije različite slikovne informacije na istom mjestu. Istodobno gledamo sliku koja se sastoji od dvije nezavisne grafike. Možda to izgleda nemoguće. Ali, to funkcionira. Dvije slike postoje premda ih naše oko ne vidi, ne razlikuje, ne razdvaja. Sa IR *money* detektorom vidimo drugu, skrivenu sliku. IR detektor izdvaja Z sliku. Dualna slika nastala je programiranjem s idejom da osigura tiskovinu protiv naknadne reprodukcije. Novi IRD dokument dobiva višestruku dimenziju. Dobili smo iluziju nevidljive slike. Stvoreni su materijali s novim svojstvima koja su od izuzetne koristi. Jer, potencijalne blagodati IR svojstava boja toliko su široka da su korisnija nego da se sputavaju. Možemo producirati individualna rješenja dvostrukih slika za različita svjetlosna područja. Dokument s dvama stanjima, a izveden samo jednim prolazom kroz tiskarsku prešu. Kreiranje individualiziranog stanja je tehnologija spajanja matematike, programiranja i novog modela rastriranja. NIR tiskarska teorija proširenja vidnog područja na putu je unikatnog, neponovljivog tiska. Digitalni tisak okarakteriziran je individualizacijom, pa je i s njime proširena CMYKIR praksa. Spojene su znanost i umjetnost koristeći svojstva bojila u infracrvenom i vizualnom spektru.

Literatura

1. Bernašek, A. i Ivančević, Lj. 2016. Safety design of documents and securities. *Polytechnic and Design*, 4 (1): 60–67.
2. Cai Yin, W., Li, C. i Huo Jiangi, L. 2012. A Security Printing Method by Black Ink Hiding Infrared Image. *Applied Mechanics and Materials Online*, 200: 730–733.
3. Chambers, J., Yan, W. i Garhwal, A. 2015. Currency security and forensics: a survey. *Multimed Tools Appl*, 74: 4013–4043.
4. Ćutić, D., Jurečić, D., Morić, B. i Bjelovučić Kopilović, S. 2018. Safety infrared design of a portrait pictures on a fashion clothing. *Polytechnic and Design*, 6 (2): 248–253.
5. Dekanić, T. i Tarbuk, A. 2015. *Book of Proceedings of the 8th Central European Conference on Fiber-grade Polymers, Chemical Fibers and Special Textiles*, Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology.
6. Hrvatska narodna banka. 2020. *Trezor, krivotvorine*. <https://www.hnb.hr/documents/20182/855708/h-statistika-krivotvorina1-6-2020.pdf/87b671c1-de14-1592-70b9-061245bdc942?t=1596545457727>.
7. Jeličić, T. 2020. Information perspective on the application of Infrared Design technology for Nautical Charts. *Printing and Design 2020*, 86–96. Zagreb: Fotosoft.
8. Li, C., Wang, C. i Wang, S. J. 2012. A Black Generation Method for Black Ink Hiding Infrared Security Image. *Applied Mechanics and Materials*, 262: 9–12.
9. Morić Kolarić, B., Grgić, M., Jurečić, D. i Miljković, P. 2017. Sigurnosna etiketa soka od aronije skanirana u blokadama u bliskom infracrvenom spektru. *Polytechnic and Design*, 5 (4): 280–286.
10. Nazor, D. 2018. Art picture from museums, collections and temporary exhibitions of crosslinking in near infrared spektrum. *Polytechnic and Design*, 6 (3): 166–170.
11. Pap, K., Stanić Loknar, N., Rudolf, M. i Koren, A. 2014. Zaštitna grafika s postscript upravljanjem linija i tipografije. *Međunarodna konferencija tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić, 2014*.
12. Pap, K., Žiljak, I., Žiljak-Vujić, J. i Stanić, N. 2006. Stochastic Angle Layout in Digital Rastering with Independent Initiators of Random Number Generators, u: Obsieger, B., *Proceedings of the 4th International Conference on Computer Aided Design and Manufacturing CADAM*. 71–72.
13. Plehati, S., Žiljak Gršić, J. i Stanić Loknar, N. 2019. Discussion and comparison of CMYKIR and gradual GCR separations of colors and dyes. *Polytechnic and Design*, 7 (2): 127–134.
14. Pogarčić, I. 2019. Specifičnost komuniciranja s dokumentima priređenim infrarede-sign© tehnologijom. *Polytechnic and Design*, 7 (3): 167–162.
15. Poldrugač, P., Koren, A., Žiljak Stanimirović, I. i Koren T. 2010. Informacije na vrijednosnicama i njihova zaštita. *Informatologija*, 43 (3): 198–203.
16. Radonić, D., Rajković, I. i Savić, D. 2019. Infraredesign print technology as a communication tool for film advertisement. *Polytechnic and Design*, 7 (2): 135–140.
17. Rajković, I. i Žiljak, V. 2018. Parallel Motion Images in Visual and Near Infrared Spectrum. *Technical Gazette*, 25 (4): 1004–1008.
18. Rudolf, M., Stanić Loknar, N. i Žiljak Stanimirović, I. 2015. Infrared Steganography With Individual Screening Shapes Applied To Postage Stamps With Security Features. *Tehnički vjesnik: znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku*, 22 (4): 939–945.

19. Shin, H., Reyes, N. H., Barczak, A. L. i Chang, C. S. 2010. Colour Object Classification Using the Fusion of Visible and Near-Infrared Spectra. *11th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*, 498–509.
20. Stanačev Bajzek, S. 2020. *Suvremena art terapija i njezina važnost u revitalizaciji društva*. Hrvatska udruga likovnih umjetnika i likovnih kritičara.
21. Stanić Loknar, N., Žiljak Stanimirović I. i Koren T. 2013. Managing pixel deformation with pseudo-random values in infrared security graphics. *TTEM Technics Technologies Education Management*, 8 (1): 59–69.
22. Zhu Zheng Ming, Chen Zhe, Liu Xue Hao. 2010. The Research on Special Printing Effects Based on Gray Component Replacement. *Advanced Materials Research Online*, 174: 251–254.
23. Žiljak Gršić J., Tepeš Golubić L., Jurečić D. i Matas, M. 2019. Hidden information in paintings that manifests itself in the near infrared spectrum. *Informatologia*, 52 (1–2): 9–16.
24. Žiljak Gršić, J. 2017. Bliska infracrvena spektroskopija u tiskarskoj tehnologiji. *Polytechnic and Design*, 5 (1): 32–36.
25. Žiljak Gršić, J. 2019. Near infrared spectroscopy of colorants in security design of postage stamps. *Polytechnic and Design*, 7 (3): 95–198.
26. Žiljak Gršić, J. i Bajzek, S. 2018. Infrared painting in fine art of Nada Žiljak. *5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2018*.
27. Žiljak Gršić, J., Golubić, L. T., Žiljak, V., Jurečić, D. i Rajković I. 2019. Design on Clothes with Security Printing, with Hidden Information, Performed by Digital Printing, u: Ntalianis, K. et al., *Applied Physics, System Science and Computers III. APSAC 2018*. Lecture Notes in Electrical Engineering, 574. Cham: Springer.
28. Žiljak Gršić, J., Jurečić, D., Morić Kolarić, B. i Jeličić, T. 2020. The Technique of Security Print on Textiles with a Hidden Sign in the Near-Infrared Spectrum. *Technical Gazette*, 27 (2): 633–637.
29. Žiljak Gršić, J., Politis, A. i Jurečić, D. 2020. Dye spectroscopy in the visual and near infrared spectrum. *Polytechnic and Design*, 8 (1).
30. Žiljak Gršić, J., Tepeš Golubić, L. i Rajković, I. 2018. Scenography and costume design in visual and infrared spectrum. *5th International Multidisciplinary scientific conference on social science & arts, SGEM 2018*, 5 (6.1): 511–516.
31. Žiljak Gršić, J., Tepeš Golubić, L., Maksan Leiner, U. i Jurečić, D. 2017. Hidden information in infrared spectrum on safety clothes. *28th daaam international symposium on intelligent manufacturing and automation 2017*.
32. Žiljak Stanimirović, I., Anayath, R., Politis, A. i Morić Kolarić, B. 2020. Reprodukcijska monografija umjetničkih djela uključujući vizualni i blisko infracrveni tisak. *Međunarodni znanstveni skup Tiskarstvo i dizajn 2020*. Zagreb: Grafički fakultet. <https://www.tiskarstvo.net/printing&design2020/index2radovi.html>.
33. Žiljak Vujic, J. 2014. *Security graphics, individualization of security papers and screening models*. Zagreb University of Applied Sciences. <https://jana.ziljak.hr/SecurityGraphics.pdf>.
34. Žiljak, V., Pap, K. i Žiljak, I. 2009. Cmykir security graphics separation in the infrared area. *Infrared Physics and Technology*, 52 (2–3): 62–69.



Security design of documents and securities in infrared and visual specters

Abstract

We propose a widespread introduction of INFRAREDESIGN® technology into the production of documents, especially diplomas in higher education. The technology comes from the area of design and production of secure-print documents and securities. This paper provides an overview of the achievements of the new IRD technology with extension to printing on different materials – from paper and textiles to leather. Visual graphics printed on paper are protected by infrared graphics, which also represents extended information both in print and in digital formats. IR graphics is recognized by the IR money detector, a standard device in the control of banknote originality. The security graphic product, with the attached specimen, manifests itself in five different forms. Namely, in three digital records: visual view, infrared view and video animation presented with changes from 400 to 1000 nanometers. Furthermore, it is also recorded as the material document we can see – initially with the naked eye and then instrumentally with IR surveillance equipment.

Keywords: document individualization, INFRAREDESIGN®, computer graphics, color simulation