

## UPORABA ZRGB VIDEO KAMERE KAO SUSTAV DETEKCIJE, ZAŠTITE I RAZVOJA NEVIDLJIVOG INFRACRVENOG DIZAJNA

### USAGE OF ZRGB VIDEO CAMERA AS A DETECTION AND PROTECTION SYSTEM AND DEVELOPMENT OF INVISIBLE INFRARED DESIGN

Ivan Rajković<sup>1</sup>, Vilko Žiljak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehničko veleučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

#### Sažetak

U ovom radu predložena je uporaba dnevnih dvostrukih kamera sa mogućnošću paralelnog snimanja video blizanaca u vizualnom i infracrvenom području. Dosadašnje nadzorne video kamere konstruirane su za bilježenje jednog od dva stanja: ili dnevnog vizualnog ili infrared spektra noću. Prijedlog je paralelno bilježenje, i danju i noću, u dva spektra čime se proširuje informacija o okolišu. Nad snimljenim video blizancima provodi se analiza, uspoređivanje, sakupljanje podataka o različitosti istih objekata, a što rezultira otkrivanjem novih svojstava materijala i njihovim karakteristikama u infracrvenom području. Snimanje u dva spektra je polazište za razvoj novog sustava u dizajnu vizualnih informacija. Upravljaajući «nevidljivim» svojstvima materije uz pomoć infraredesign tehnologije kreira se mogućnost umjetničko osmišljenih detalja kao elementa dizajna za golom oku nevidljivo područje. Prijedlogom paralelnog dvostrukog spektralnog snimanja oblikuje se novi način bilježenja i raspoznavanja kretanja u prostoru u jedinici vremena. Kombinirajući tehniku dvostrukog dnevnog snimanja i infraredesign tehnologije stvoren je sustav zaštite i detekcije sa mogućnošću novog područja za umjetnički dizajn.

**Ključene riječi:** *infrared video, ZRGB kamera, video blizanci, video raspoznavanje, nevidljiva slika*

#### Abstract

In this paper, we proposed the use of the daily double camera with the possibility of parallel recording of twin videos, one in visual and the

other in the infrared range. Previous surveillance video cameras were designed to capture one of two states: either the daily visual spectrum or infrared spectrum at night. The proposal is to record, daytime and night-time spectrum at the same time, which would result in the increase of the environmental information. Recorded video twins will be subjected to the analysis, comparison, collection of data on the diversity of the same object, resulting in the discovery of new properties of materials and their characteristics in the infrared range. Recording in the two spectres is the starting point for the development of a new system in the design of visual information. Managing the “invisible” properties of the matter, along with the INFRAREDESIGN technology creates the possibility of artistically designed details as elements of design invisible to the naked eye. With the proposed parallel double spectral recording a new way of recording and recognition of movement in space per time unit would be formed. Combining the technique of daily recording and INFRAREDESIGN technology, a system of protection and detection is created along with the possibility of a new art design area.

**Keywords:** *infrared video, ZRGB camera, twin video, video recognition, invisible images*

#### 1.Uvod

##### 1. Introduction

Obrada video snimanja s dvostrukom ZRGB kamerom [1,3] je prvi puta objavljena 2014.

[2] kao pasivno promatranje skupine studenata prilikom posjete inovativnim rješenjima novog električnog automobila. Uočene su velike razlike nastale obojenjem odjeće: Razlike u snimljenom materijalu s infracrvenom kamerom nasuprot video zapisu snimljenom s konvencionalnom RGB kamerom. Sve je snimljeno po danu bez posebnih umjetnih IR izvora svjetla. Infracrvena kamera je filtrirala IR komponentu sunčanog svjetla. Spomenuti film je na adresi <http://www.infraredesign.net/video/A002%20doking.html> [10]

## 2. Snimanje izložbe i eksponata u IRD tehnologiji

### 2. Recording the exhibition and exhibits in the IRD technology

Video materijal obrađen u ovom radu snimljen je na izložbi “GRAFIČKE VIZIJE SVJETLOSTI” autorica: Jane Žiljak Vujić, Vesne Uglješić, Ulle Leiner i Ane Hoić profesora i studenata Tehničkog Veleučilišta u Zagrebu. Autorice izložbe u galeriji izložile su između ostalih eksponata i haljine od pamuka s digitalnim tiskom u INFRAREDESIGN postupku sa dvostrukim dizajnom. U vidljivom djelu spektra haljine su imale jedan dizajn dok su posjetitelji uz pomoć postavljenih infracrvenih kamera na izloženim kamerama imali mogućnost vidjeti drugi, skriveni dizajn. Osim izloženih haljina, jedna od autorica izložbi za ovu priliku obukla je Infraredesign haljinu te smo ju imali priliku snimiti u vremenu i prostoru kao sastavni dio izložbe.

O izložbi: kratko, autorice, Otvorenje izložbe je bilo u večernjim satima u zatvorenom prostoru pa se nije moglo koristiti IR komponenta sunčanog svjetla. Umjetna rasvjeta nije bila dovoljna za ZRGB kamere pa su korišteni umjetni IR izvori.

### 3. Komparacija fotografija u vidnom i bliskom infracrvenom spektru

#### 3. Comparison of images in the visible and near infrared spectrum

Materija apsorbira svjetlost prema bojilima s kojima su izrađene košulje, veste, jakne, cipele, ukrasi. Žutu, zelenu, plavu, crvenu i ostale boje promatramo u vidnom spektru, nazvanom “V”

koji bilježi apsorpciju svjetla u rasponu od 400 do 700 nm. To stvara RGB sliku u boji prilagođenu doživljaju boja za naše oči. Druga, “Z kamera” [1] je podešena da apsorbira svjetlo u bliskom infracrvenom spektru na 1000 (Z) nanometra [4]. Ta kamera ne dozvoljava pristup valnim duljina vidnog V (RGB) spektra. Takav zapis se promatra samo kao snimljeni intenzitet NIR-Z svjetla, a promatramo ga instrumentalno kao sivu sliku. Same boje iz vizualnog spektra ne utječu na tu sliku. Bilježi se samo svojstvo tih bojila u apsorpciji Z svjetla. U diskusiji razlikujemo termine “bojila” što je materija i “boja” što je doživljaj promatranja materije u RGB prostoru valnih duljina svjetlosti. Bilježenje apsorpcije svjetla u Z spektru daje novu informaciju koja nije povezana s prvom RGB – V slikom [6,7]. Ta RGB slika bi se mogla pretvoriti u sivu sliku po posve drugim algoritmima poznatim iz sustava teorije i prakse fotografije, a što nije predmet ovog rada. Slika br.1 demonstrira zapise s V kamerom i sa Z kamerom. Vesta i hlače na prvom posjetitelju izložbe su crne dok su u Z spektru posve bijele. Te materije odbijaju Z svjetlo. Jakna je obojena



Slika 1 Fotografije s ZRGB kamerom [1]

Figure 1 Image recorded with the ZRGB camera [1]

tamno zeleno a u Z spektru je crna, odnosno posve apsorpira Z svjetlo. Haljina na lutki (krajnje lijevo) je šarena, dizajnirana s ogromnim brojem nijansi boja. U Z spektru je posve bijela. Ipak, u istoj toj haljini je umetnut tekst "I love..." koji je izdvojila Z kamera. Taj tekst nije registrirala V kamera. Dizajniranje sakrivenog Z teksta je kreirano po IRD teoriji [8, 9]. Svi eksponati haljina su kreirani u tom novom postupku stvarajući dvostruke, nevidljive, sakrivene informacije na odjeći.

#### 4. Paralelno video snimanje sa vizualnom i infracrvenom kamerom

##### 4. *Parallel video recording with visual and infrared camera*

Dvostruka video kamera za vizualni i infracrveni prostor je omogućila novi, prošireni pristup informacijama koje se bilježe u dva odvojena sunčana spektra [5]. U članku se provodi diskusija na temelju filma snimljenog s izložbe "GRAFIČKE VIZIJE SVJETLOSTI" autorica: Jane Žiljak Vujić, Vesne

Uglješić, Ulle Leiner i Ane Hoić.

Izdvojene su slike za diskusiju u članku slike 2 do 9. Opisi slika i karakteristične razlike V i Z snimki.

<http://zrgbfilm.svemir.hr/izlozba.html> [11]

Slike su izvađene iz video materijala niske rezolucije. Nas zanima samo odnos apsorpcije svjetlosti materije u V i Z spektru. Postavljamo tezu da je takvo snimanje otvorilo nov način sakupljanja i utvrđivanja informacija o okolini. U radu se diskusija provodi samo na odjeću dizajniranu u IRD tehnologiji [8, 9]. Simultano snimanje skupine ljudi s dvostrukom video ZRGB kamerom daje mnoge nove informacije o odjeći, bojanju, prepoznavanju i utvrđivanju autentičnosti događanja i kretanja ljudi.

Jakna djevojke (u sredini slike) izgleda da je od istog materijala. Z kamera otkriva da su to posve drugačiji zapisi čime se dobiva proširena, dopunska informacija. To stanje ne bi se moglo registrirati niti sa konvencionalnom kamerom za sivi zapis. **Kontrast je i kožna torba, svijetle boje čija materija potpuno apsorpira IR svjetlo pa su taška i remen IR crni.** Posjetitelj izložbe obučen je u kaput i vestu



**Slika 2**  
*Posjetioци izložbe u V i Z spektru*

**Figure 2**  
*Exhibition visitors in the V and Z spectrum*



**Slika 3**  
*Odjeća posjetioца izložbe u V i Z spektru*

**Figure 3**  
*Visitors' clothing in the V and Z spectrum*



**Slika 4**  
*Posjetitelj izložbe snimljen RGB i IR kamerom*

**Figure 4**  
*Visitor's clothing recorded with ZRGB and IR camera*

koje su crne dok su gledane golim okom. RGB kamera bilježi takve (ne)boje u svojem zapisu **na IRD način**. U slici 4. prikazano je mjesto na vesti na kojem bi se, uz pomoć IRD tehnologije, mogla izraditi oznaka raznog sadržaja, a koja bi se mogla upotrebljavati za zaštitu branda veste, autentičnost proizvoda te također kao sustav zaštite ljudi, odnosno provjeru legitimiteta posjetitelja.

Na slici 5. prikazana je haljina i kravata izrađena IRD tehnikom. U V spektru ona je šarena i sadrži mnoge boje, dok u Z spektru snimanom IR kamerom ona je bijela sa tekstualnim grafikama na materijalu. U ovom primjeru u Z spektru prikazana je mogućnost prikaza grafičkog teksta.

**Lutka je obučena u maniru 1000. poštanske marke. Kao i na originalnoj marci, pojavljuje se znak pošte na 1000 nm. Sve ostale boje ne apsorbiraju IR svjetlo pa je haljina IR – bijela.**

Paralelnim prikazom ljudi obučenih u standardnu odjeću i IRD haljinu prikazana je mogućnost brzog analiziranja i detekcije ljudi u prostoru. Sa lijeve strane jedna od autorica izložbe nosi sivi kaput koje je identične vizure i u Z spektru, dok je autorica izložbe u zelenoj haljini (u sredini) u Z spektru prikazana u bijelom. Materija njezine haljine bojana je biljnim bojilima [4] te se u IR spektra ona pojavljuje kao bijela. Sa desne strane snimljena je lutka obučena u IRD haljinu koja je u vizualnom spektru šarenih boja preuzetih iz 1000. poštanske marke autorice Jane Žiljak Vujić dok gledajući haljinu kroz IR kameru, u Z spektru, prepoznaje se logo Hrvatske pošte [6]. Na gornjim slikama (7,8) prikazane su mogućnosti izrade grafičkih kreativnih elemenata u Z spektru. Na IRD haljinama u V spektru postavljane su grafike u bojama dok je u Z spektru u jednom slučaju vidljiv samo tekstualni zapis koji je potpuno nevidljiv u vidljivom spektru, a u drugom slučaju dio šarene grafike se prikazuje u sivoj (grayscale) varijanti u Z spektru.



*Slika 5*  
Haljina i kravata  
izrađene IRD  
tehnikom

*Figure 5*  
A dress and a tie  
created using the IRD  
technique



*Slika 6*  
Paralelni prikaz IRD  
haljina i autorica  
izložbe

*Figure 6*  
Parallel display of  
the IRD dress and  
the authors of the  
exhibition



*Slika 7*  
IRD haljina sa  
tekstom u Z spektru

*Figure 7*  
IRD dress with the  
text visible in the Z  
spectrum



*Slika 8*  
IRD haljina sa slikom  
u Z spektru.

**Figure 8**  
IRD dress with an  
image visible in the  
Z range

## 5. Zaključak

### 5. Conclusion

Snimanje sa ZRGB kamerom omogućuje pristup informacijama uz prošireno promatranje okoline te dvostruki dizajn u procesu kreiranja odjeće i obuće. Stvarajući sustav promatranja okoline uz pomoć dvostrukih kamera koje paralelno snimaju V i Z spektar otvara se mogućnost provjere zaštite u prostoru i vremenu te na taj način obavljati brzu analizu i detekciju objekata u prostoru. Istražujući i nadograđujući IRD tehnologiju na razne materijala omogućena nam je ugradnja grafičkih elemenata u okolinu.

Kreirajući vizualni prostor uz pomoć IRD tehnike razvija se dizajniranje komunikacije u proširenom, oku nevidljivom spektru te na taj način otvara se dodatno područje za kreativno izražavanje. Standardizacijom IRD tehnike postavlja se kreativan zadatak za grafičku industriju: Kakve elemente ugrađivati u Z spektar materijala? Prihvaćajući način paralelnog dvostrukog snimanja dvaju spektra omogućuje prepoznavanja objekata iz naše okoline na nov V/Z način. Takova nova proširena IRD - stvarnost sa grafičkim infracrvenim izražajima, stvara novo, prošireno poimanje mode i dizajna svih vizualnih scenografskih i kostimografskih elemenata u prostoru.

## 6. Reference

### 6. References

- [1] Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak-Stanimirović, Ivana. „Development of a prototype for ZRGB infraredesign device.“ // Technical Gazette. 18 (2011), 2; 153-159 POLYTECHNIC & DESIGN
- [2] Jana Žiljak Vujić, Ivan Rajković, Ivana Žiljak Stanimirović,. Simultano video snimanje u vizualnom i infracrvenom spektru proširene v/z stvarnosti// Polytechnic & Design, Vol. 2, No. 1, 2014. P:73-78, (ISSN 1849-1995) <http://www.infraredesign.net/video/A002%20doking.html>
- [3] Pap, Klaudio; Plehati, Silvio; Rajković, Ivan; Žigman, Dubravko Designing an infrared camera // Design 2010. / dr.sc. Vilko Žiljak, (ur.). – Zagreb: Grafički Fakultet u Zagrebu, 2010. 1857-1862 (ISBN:978-953-7738-03-7)
- [4] V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak-Stanimirović, J. Žiljak Vujić: „Managing dual color properties with the Z-parameter in the visual and NIR spectrum“ // Infrared physics & technology. Vol. 55, Elsevier B.V. (2012.), p. 326-336, ISSN 1350-4495
- [5] Rajković, Ivan; Žiljak, Vilko; Sabati, Zvonimir // Snimanje ZRGB video kamerom I obrada slikovnih elemenata kao priprema za infrared tisak // konferencija Blaž Baromić, 2015.
- [6] <http://jana.ziljak.hr/Animacija%201000marka.swf>
- [7] <http://jana.ziljak.hr/AnimacijeNada5.swf>
- [8] K. Pap, I. Žiljak, J. Žiljak Vujić, “Image Reproduction for near Infrared Spectrum and the Infraredesign Theory”, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 54, No. 1, (2010), p. 1-9, ISSN 1062-3701
- [9] Jana Žiljak Vujić, Marko Zečević, Vilko Žiljak; Simulation of colors from nature with twins dyes to camouflage military uniform; Tekstil, Vol.64b No 3-4, 2015. p; 81-95, ISSN 0492-5882, UDK 677+687(05)

[10] <http://www.infraredesign.net/video/A002%20doking.html>

[11] <http://zrgbfilm.svemir.hr/izlozba.html>

## AUTORI · AUTHORS

**Ivan Rajković** – nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 2, No. 1, 2014.

**Korespondencija:**  
ivan.rajkovic@tvz.hr



### Vilko Žiljak

Prof. emeritus Dr. sc. Vilko Žiljak je nakon gimnazije studirao Prirodoslovno matematički fakultetu gdje je stekao naslov „diplomirani inženjer eksperimentalne fizike“.

Doktorirao je 1981. godine na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta Zagrebu. U znanstvenog savjetnika i redovitog profesora na Grafičkom fakultetu izabran je 1999., a 2004. g. u redovitog profesora u trajnom zvanju. Vilko Žiljak je izabran u emeritusa na Sveučilištu u Zagrebu 2015. g. Redoviti je član Akademije tehničkih znanost

Hrvatske, dopredsjednik HATZ-a od 2009. do 2013. Vilko Žiljak je pionir u tri znanstvene grane: matematičko modeliranje i simulacija, računalna grafika i tiskarstvo te vizualno istraživanje pomoću računala. Iz tog područja napisao je i objavio prve knjige na našem jeziku. Objavio je autorske i koautorske radove u znanstvenim područjima: tehničke, medicinske, društvene humanističke i prirodne znanosti. Dobitnik je državne nagrade za znanost 2010., za otkriće. Dobitnik je nagrade za životno djelo Zlatna kuna 2008. Dobitnik je 70 nagrada za znanost i inovacije širom svijeta.

**Korespondencija:**  
vilkoz@vip.hr