



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Ivan Rajković

**DIGITALNA VIDEO-REPRODUKCIJA U  
GRAFIČKOJ TEHNOLOGIJI ZA  
VIZUALNI I INFRACRVENI SPEKTAR**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Ivan Rajković

# **DIGITALNA VIDEO-REPRODUKCIJA U GRAFIČKOJ TEHNOLOGIJI ZA VIZUALNI I INFRACRVENI SPEKTAR**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

prof. emeritus dr.sc. Vilko Žiljak

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

Faculty of Graphic Arts

Ivan Rajković

**DIGITAL VIDEO-REPRODUCTION IN  
GRAPHIC TECHNOLOGY FOR VISUAL  
AND INFRARED SPECTRUM**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

prof. emeritus dr.sc. Vilko Žiljak

Zagreb, 2018.

## **BIOGRAFIJA MENTORA**

Professor emeritus dr.sc. Vilko Žiljak

Vilko Žiljak rođen je u Svetom Ivanu Zelini 18. prosinca 1946. Od 1959. godine živi u Zagrebu i tu je proveo cijelo školovanje. Nakon gimnazije, studira na Prirodoslovno matematičkom fakultetu gdje je 1973. stekao naslov "diplomirani inženjer eksperimentalne fizike". Doktorirao je 1981. na Elektrotehničkom fakultetu i stekao naslov "doktor tehničkih znanosti iz područja računalnih znanosti". Profesor je na Grafičkom fakultetu od 1982. gdje je voditelj katedre za tiskarski slog i računarsku tehniku. U višeg znanstvenog suradnika izabran je 1986., a u izvanrednog profesora izabran je 1987. U znanstvenog savjetnika i redovitog profesora izabran je 1999. U redovitog profesora u trajnom zvanju izabran je 2004. godine. Redovni je član Akademije tehničkih znanosti hrvatske. Od 1983. do 1987. bio je dekan Više grafičke škole.

U toku svog rada bavio se istraživanjem, razvojem i primjenom informatičke, računalske i grafičke tehnike na širem području znanosti. U Hrvatskoj je pionir u tri znanstvene grane: matematičko modeliranje i simulacija; računarska grafika i tiskarstvo; vizualno istraživanje pomoću računala. Njegovi rani radovi kompjuterske grafike nalaze se u stalnom postavu Muzeja suvremene umjetnosti u Zagrebu.

Objavio je autorske i koautorske radove u znanstvenim područjima: tehničke (računarska, grafička, geologija), medicinske, društvene (obrazovanje, sociologija, informacijske, ekonomiske), humanističke (znanost u umjetnosti) i prirodne znanosti.

Publicirao je preko stotinu znanstvenih radova. Održao je pedesetak priopćenja na međunarodnim i domaćim znanstvenim skupovima. Objavio stotinjak stručnih radova, te znanstveno popularne članke.

Autor je prvih dokumenata Republike Hrvatske i koautor novčanica kune. Sa svojim suradnicima, dobitnik je 70 zlatnih odličja za inovacije širom svijeta. Koautor je 5 patenata u području infracrvenih boja. Uveo je novu varijablu za mjerjenje apsorpcije svjetlosti na 1000 nm. Dobitnik je nagrade za životno djelo Zlatna kuna, 2008. Dobitnik je Državne nagrade za znanost 2010.

Više o mentoru moguće je pronaći na web poveznici: [www.ziljak.hr](http://www.ziljak.hr).

## ZAHVALA

Ovim putem želim zahvaliti svima koji su bili pored mene tokom pisanja ovog rada i koji su me podrili na razne načine da ovaj veliki posao uspješno privедем kraju.

Mom profesoru Vilku zahvaljujem se na svemu što me naučio tokom doktorskog studija. Paralelno uz studij imam čast i privilegiju biti asistent svom mentoru koji me naučio osnovama edukacije i rada sa studentima. To je nešto što će uvijek nositi sa sobom i primjenjivati sa velikim veseljem.

Hvala mami Dini i tati Velimiru za sva odricanja i trud oko mene za praćenje i usmjeravanje na put sa pozitivnim ciljem. A nekada i nije bilo lako. Njima i sestri Jasni hvala za svaku pomoć u organizaciji dnevnih obveza, finim ručkovima i finansijskoj pomoći da se mirno mogu posvetiti svom radu.

Za neke stvari koliko pomoći i podrške sam primio jednostavno nemam riječi.

Za svaki trenutak razgovora, dijeljenje misli i riječi podrške hvala Dinki. Svojom požrtvovnošću i čestim zanemarivanjem svojih obveza naspram mojih, uspjela je iz mene izvući ono najbolje. Hvala ti što smo zajedno priveli ovaj doktorat do kraja.

Dragoj Zrinki koja je sa mnom isto svašta prošla. I tako nekoliko puta. Neka ovo kako sada funkcioniramo dok pišem ovu zahvalu bude način koji će nas pratiti uvijek na dalnjem putu odrastanja i čuvanja naše Čupke Maše.

Sandri, Žaretu, Ivi i svim plesačicama i plesačima (Jelena, Lucija, Marko, Matej i Viktor) bez kojih najljepši dijelovi ovog rada ne bi mogli biti realizirani. Nekada je teško raditi kada ne znaš što točno radiš, ali zajedničkim trudom i upornošću smo uspjeli. Hvala Vam na svom vremenu koje ste odvojili za mene, moje ideje i naš projekt.

Svim djelatnicima TVZ-a koji su svojim učestalom raspitivanjem o završetku doktorata utjecali na moju motiviranost za rad.

Naravno, sve poslovne obveze u opuštenoj atmosferi nije bio problem paralelno izvoditi uz pomoć mojih dragih šefica: Jane i Dekanice Slavice.

Svaki njihov osmjeh, razgovor, kava ili tulum budio je u meni želju opravdati njihovo povjerenje u mene.

Svim mojim studentima koji su svojim dolascima i ne dolascima na predavanja iz tjedan u tjedan podsjećali me na važnost truda i posvećenosti projektima koji se rade.

Rad sa studentima ne bi bio tako ugodan da nije najbolje ekipe iz Centra za Multimediju TVZ-a. Kada sam počeo pisati bilo nas je malo. Sada nas je više. Dragec, Ana, Višen, Marko, Boris. I radimo bolje. A biti će još bolje.

Sabini, Tarli, Matteu, Dunji i Milanu kao dragim prijateljima hvala za svako: «..pa kad ćeš već..» i «..kaj ti to već nisi napravio..». Svako naše dnevno i noćno druženje sigurno je utjecalo na proces izrade ovog rada. U dobrom smislu ☺.

I na kraju...bez riječi..samo posveta...

**POSVEĆENO:**

Didi Vlad i Maši

Ivan Rajković

**UDK BROJ: 655:52-75:52-76:77**

***Povjerenstvo za ocjenu doktorskoga rada:***

1. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Damir Modrić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. doc. dr. sc. Petar Miljković, Sveučilište Sjever, Koprivnica, vanjski član

***Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada:***

1. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Damir Modrić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. doc. dr. sc. Petar Miljković, Sveučilište Sjever, Koprivnica, vanjski član
4. doc. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenski član
5. izv. prof. dr. sc. Mario Tomiša, Sveučilište Sjever, Koprivnica, zamjenski vanjski član

***Mentor:***

prof. emer. Vilko Žiljak, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Datum obrane doktorskoga rada:*** 7. lipnja 2018.

***Mjesto obrane doktorskoga rada:*** Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada donijelo je sljedeću odluku:***

„Obranio s ocjenom summa cum laude (*s najvećom pohvalom*) jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

## **SAŽETAK**

U radu se postavljaju standardi produkcijskih procesa grafičke tehnologije paralelnog video snimanja materijala u dvostrukom – vizualnom i blisko infracrvenom spektru. ZRGB-M video sustav metoda je paralelnog video snimanja vidljivog (RGB) i bliskog infracrvenog (NIR) spektra te reprodukcije spektralno proširene stvarnosti sa ciljem višestrukog korisničkog doživljaja. Na osnovi dosadašnjih istraživanja za potrebe ovog rada kreirana je ZRGB-M sustav kamera sa GoPro kamerama koje daju video sliku visoke rezolucije prikladnu za prikazivanje na velikim platnima. Proširuju se saznanja o korištenju vlastitih blisko infracrvenih vrijednosti elemenata za korištenje u izvedbenim umjetnostima. Uz pomoć InfrareDesign metode aktivnog upravljanja infracrvenim spektrom kreiraju se grafički elementi za prikaz u golom oku nevidljivom spektru. Kreiran je scenarij za film i kazališnu pozornicu kao medijima za prikaz proširene komunikacije. Dizajnirana se scenografija i kostimografija sa dvostrukim elementima u dva promatrana spektra. Otkrićem aktivnog upravljanja NIR spektra materije te istovremenim prikazom dvostrukе slike u protoku vremena postavlja se problem produkcijskog procesa produženog multimedijiskog projekta. Raščlanjuju se postupci inovativne ZRGB-M grafičke tehnologije što pospješuje tečnost izrade i pristupačnost korištenja tehnologije. U radu se ispituje dosadašnje poznавanje blisko infracrvenog spektra među profesionalcima u vizualnim medijima te se na osnovi izvedenih zaključaka predlaže metoda primjene paralelnog prikaza dvostrukog spektra. Video reprodukcijom vizualnog i infracrvenog spektra potvrđuju se teze o kreiranju inovativnog autorskog područja. Produkcijski proces izrade filmskog i kazališnog djela za paralelnu dvospektralnu digitalnu video reprodukciju dokazuje se kao nova metoda u grafičkoj tehnologiji. Otvara se mogućnost razvijanja inovativnih načina korištenja ZRGB-M video sustava u dizajnu i komunikaciji na korist korisnika i autora.

Ključne riječi: ZRGB-M kamera, GoPro infracrveni film, paralelno snimanje, aktivno upravljanje blisko infracrvenog spektra, produkcija sadržaja dvostrukog spektra

## **ABSTRACT**

This paper presents the standards of production processes for parallel video recording of materials in the visual and near infrared spectrum as a new graphic technology. The ZRGB-M video system is a method of parallel video recording of the visible (RGB) and near infrared (NIR) spectrum and the reproduction of a spectrally expanded reality with the goal of a multiple user experience.

The research described in this paper shows the technology and application of dual spectrum reproduction in the visual performing arts. Art and science have long been considered as two separate disciplines. At this time of development in digital technology, a new interdisciplinary combination of science, art and technology emerged. The present use of the near infrared spectrum is oriented towards highly specific activities, while its use in designing works of art is neglected.

So far, the observed spectrum was used for the communication of digital devices, infrared photography and in the visual arts for the detection of hidden layers of paint in artwork. In this paper, only a part of the near infrared area was observed. The used terms infrared, near infrared and NIR area, refer to the research of wavelengths from 800 nm - 1000 nm. Observation of the infrared region is possible only with the use of electronic instruments.

A dual camera is designed for simultaneous recording of video in the visual and infrared spectrum.

The ZRGB-M video camera captures images simultaneously through two lenses, by recording separate responses in the visual (RGB) and infrared (Z) spectrum, in the same time and space. Based on previous research for this study, the ZRGB-M camera system with GoPro cameras is created, providing a high-resolution video image suitable for displaying on large screens.

The knowledge about using the near infrared values of set elements in performing arts is widened.

With the help of the InfrareDesign method of active management within the infrared spectrum, graphic elements, invisible to the bare eye are created.

Until the emergence of the InfrareDesign method, the theory of color management referred only to color management of the visual perception of colors.

Infrared spectrum management in content design is based on the new CMYKIR color separation method. Stenographic CMYKIR color separation means designing a color composition that will have different values in the near infrared spectrum along with the given

RGB values in the visual spectrum. InfrareDesign printing technology has enabled an active influence on infrared values of the observed matter.

When creating dual content separate for the visual and infrared part of the spectrum, this technology enables the management of information invisible to the bare eye. By introducing active control of the infrared values of the observed matter, the present mode of communication assumes new values with multiple application possibilities.

This dissertation deals with the introduction of the ZRGB-M video system in the creation of visual performing arts.

The discovery of active management of the NIR spectrum of matter and the simultaneous display of dual-spectrum images raises the problem of production processes in an extended multimedia project. The innovative ZRGB-M graphic technology is analyzed, enhancing its development and accessibility of use. The lack of knowledge about the production processes of this method of parallel video reproduction is an obstacle for introducing this new graphic technology into practice.

This paper examines the current knowledge of the near infrared spectrum among professionals in the visual media and based on the derived conclusions, suggests the application of dual spectrum parallel reproduction in visual arts.

Development of general knowledge about hidden infrared data creates a new way of observing the environment around us.

Using the infrared spectrum to display content, a new space has been created that is included in within the standard observation of our environment.

This paper presents the two-spectral video reproduction as an innovative creative authorial area in the creation of visual performing arts.

In proof of the thesis of creating an innovative creative authorship area, a new communication platform was designed, consisting of a cinematic and stage-performing part.

A screenplay for film and the theater stage was created as media for displaying expanded communication. By creating a relationship between the visible and instrumentally visible image opens a new area of authorship.

Set and costume designs are created with different values in the visual and near infrared spectrum. The elements were recorded with modified double ZRGB-M cameras for parallel recording of dual information. The so-formed spectral video twins developed an expanded graphic representation of the content. By designing a parallel reproduction graphic process, a combination of technology and art emerged through the provocative intellectual interaction of the obvious and hidden communications.

Integration of science and technological achievements of the new era within the artistic field opens space for a variety of fusion of these two branches.

The technologically advanced art scene becomes the basis for new creative thinking, and thus the development of new artistic directions.

The production phases of the multimedia video reproduction of the dual spectrum were presented for future designers of scenic visual activities. Authors of visual media art have been given the space to create invisible, yet machine-readable data.

By defining the production steps for the realisation of expanded multimedia projects of different content for the visible and to the eye-invisible part of the spectrum, a new area of responsibilities and job descriptions of all participants of the process has been opened. The author of the dual-spectrum content that is being observed must know the steps of the ZRGB-M production process.

Designers, scenographers and costume designers have to create the elements and playing props, taking into account the parallel view of the visible and invisible part of the spectrum. Using the InfrareDesign technology, the field of communication design in the presentation of scenic works has been extended to an invisible area to the bare eye. Video reproduction of the visual and infrared spectrum confirmed the theses of creating an innovative area of authorship. The production process of filmmaking and theatrical work in parallel dual-spectrum digital video reproduction is proven as a new method in graphic technology.

The possibility of developing innovative ways to use ZRGB-M video systems in design and communication is opened, for the benefit of users and authors. The research in this paper sets out the possibilities and suggestions of using the ZRGB-M graphic technology method for the visual and near infrared spectrum for all future authors of performing and interdisciplinary arts.

Keywords: RGB camera, GoPro infrared film, parallel recording, active management of the NIR spectrum, production of dual spectrum content

## SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
	Cilj i hipoteze istraživanja .....	5
	Plan eksperimenta .....	6
	Znanstveni doprinos .....	12
2.	DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA BLISKO INFRACRVENOG SPEKTRA.....	13
2.1.	Spektar sunčeve svjetlosti.....	15
2.2.	Infracrveno zračenje .....	16
2.3.	Pasivno promatranje blisko infracrvenog spektra .....	18
2.4.	Steganografija u tiskarskim procesima u spektru od 400 do 1000nm .....	23
2.5.	InfrareDesign tehnologija .....	25
2.5.1.	Aktivni utjecaj na blisko infracrvene vrijednosti materije (primjeri).....	27
3.	NADOGRADNJA PRODUKCIJSKOG HODOGRAMA ZA IZRADU DVOSPEKTRALNIH MEDIJA.....	31
3.1.	Razgovori sa djelatnicima iz vizualne industrije .....	34
3.1.1.	Razgovor – Mario Kovač – redatelj / scenarist .....	34
3.1.2.	Razgovor – Sandra Koprivnjak – dizajnerica .....	36
3.1.3.	Razgovor – Dinka Radonić – filmska snimateljica .....	38
3.1.4.	Analiza sakupljenih informacija nakon interviewa .....	40
3.2.	Predprodukcijski procesi izrade multimedijskog projekta .....	42
3.3.	Snimanje materijala i oblikovanje rasvjete.....	44
3.3.1.	Konstrukcija ZRGB kamere .....	44
3.3.2.	Karakteristike svjetla .....	47
3.4.	Obrada snimljenih dvostrukih spektarnih blizanaca.....	50
4.	DNEVNIK EKSPERIMENTALNOG RADA – NOVI PRISTUP IZRADE DVOSPEKTRALNOG MULTIMEDIJSKOG PROJEKTA .....	53
4.1.	Izrada scenarija i knjiga snimanja multimedijskog projekta .....	55
4.2.	ZRGB-M video kamera .....	58
4.3.	Rasvjeta elemenata u dva spektra .....	61
4.4.	Priprema snimljenih video zapisa.....	66
4.4.1.	Razlike crnog bijelog i infracrvenog zapisa .....	68
4.5.	Metode video reprodukcije dvostrukog spektra .....	71
4.5.1.	Pasivna i aktivna snimanja infracrvenog spektra .....	72

4.5.2. Jednospektralni i dvospektralni prikaz video blizanaca .....	73
4.5.3. Integracija snimaka dvospektralnih video blizanaca .....	76
5. PREZENTACIJA DVOSPEKTRALNE VIDEO REPRODUKCIJE .....	79
6. ANKETIRANJE VIZUALNIH STRUČNJAKA O UPOTREBI NIR PODRUČJA .....	83
6.1. Rezultati anketiranja .....	86
6.2. Zaključak rezultata anketiranja.....	92
7. VIDEO REPRODUKCIJA ZA VIZUALNI I INFRACRVENI SPEKTAR .....	94
7.1. Scenarij za izradu dvospektralnih scenografskih elemenata .....	100
7.2. Scenografski elementi vlastitih infracrvenih svojstva .....	105
7.3. InfrareDesign tehnologija u izradi scenografskih i kostimografskih elemenata .....	108
7.4. Filmski dio multimedijске prezentacije.....	116
7.5. Kazališni (plesni) dio multimedijске prezentacije.....	120
8. ZAVRŠNA ANKETA NAKON SCENSKE IZVEDBE.....	125
8.1. Rezultati ankete gledatelja.....	127
8.2. Rasprava rezultata.....	132
9. DVOSPEKTRALNA REPRODUKCIJA – primjena u budućnosti.....	134
10. ZAKLJUČAK.....	138
11. LITERATURA .....	142
12. POPIS SLIKA I TABLICA .....	150
12.1. Popis slika.....	150
12.2. Popis tablica.....	153
13. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA .....	154
14. PRILOZI .....	156
14.1. Prezentacija o korištenju infracrvenih vrijednosti .....	156
14.2. Upitnik o poznavanju infracrvenog spektra .....	158
14.3. Upitnik nakon odgledanog multimedijskog projekta .....	162

## **1. UVOD**

Disertacija se bavi procesima izvedbe nove metode grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video snimaka u vizualnom (V - visual) i blisko infracrvenom spektru (NIR – near infrared). Istraživanja opisana u radu prikazuju tehnologiju i načine primjene dvostrukе spektralne reprodukcije u vizualno izvedbenim umjetnostima. Umjetnost i znanost dugo su bili razmatrani kao dvije zasebne discipline. U doba razvijanja digitalne tehnike, nastao je novi interdisciplinarni spoj znanosti, umjetnosti i tehnologije [1]. Do ovog rada u filmskom i kazališnom miljeu nisu korištena znanja o infracrvenom području [2]. Zanimanje za istraživanjem nove grafičke tehnologije dvospektralne reprodukcije potaknuto je dosadašnjim iskustvom vezanim uz integraciju medija koju proučavam u akademskom radu [biografija].

Inovacija u znanosti uvijek je bila povezana na neki način, izravno ili neizravno, na ljudska iskustva. A ljudska iskustva se događaju kroz interakciju s umjetnosti – plesom, filmom, muzikom ili slikom [3].

Izvedena je komunikacijska platforma sastavljena od filmskog i scensko izvedbenog kazališnog dijela u dokaz teze o kreiranju inovativnog kreativnog autorskog područja. Do pojave InfrareDesign metode, teorija o upravljanju bojama odnosila se samo na «color management» za vizualno doživljavanje boja [4]. S InfrareDesign patentom (IRD) oblikovan je podatak u NIR spektru [5,6]. InfrareDesign tehnologija tiska omogućila je aktivni utjecaj na infracrvene vrijednosti promatrane materije [7].

Oblikovana je scenografija i kostimografija sa različitim vrijednostima u vizualnom i blisko infracrvenom spektru. Korišteni elementi snimani su modificiranim dvostrukim kamerama za paralelnu reprodukciju dvostrukih informacija. Tako oblikovanim spektralnim video blizancima razvijen je prošireni grafički prikaz sadržaja. Dizajniranjem procesa grafičke tehnologije paralelne reprodukcije nastao je spoj tehnologije i umjetnosti kroz provokativnu intelektualnu interakciju očite i skrivene komunikacije. Integracijom znanosti i tehnoloških dostignuća novog doba u umjetničko područje otvaraju se vrata za različite fuzije ovih dviju grana. Tehnološki unaprijeđena umjetnička scena postaje podloga za novo kreativno razmišljanje, a time i razvitak novih umjetničkih smjerova.

Područje istraživanja ove disertacije je kreiranje proširenog grafičkog prikaza scenografskih i kostimografskih elemenata u vizualnom i blisko infracrvenom spektru.

Dosadašnje korištenje blisko infracrvenog spektra orijentirano je za visoko specifične djelatnosti, dok je njezina uporaba u dizajniranju umjetničkih djela zanemarena [8]. Promatrani spektar do sada se koristi pri komunikaciji digitalnih uređaja, izradi infracrvenih fotografija i likovnoj umjetnosti za otkrivanje skrivenih slojeva boje na umjetničkim djelima [9]. U ovom radu promatran je samo dio blisko infracrvenog područja. Korišteni izrazi infracrveno, blisko infracrveno i NIR područje, odnose se na istraživanje valnih duljina od 800 nm – 1000 nm.

U prijašnjim radovima prezentirani su kostimografski elementi sa dvostrukim vrijednostima u vizualnom i blisko infracrvenom spektru [10]. Promatranje infracrvenog područja moguće je jedino uz instrumentalno korištenje elektroničkih naprava. Konstruirana je dvostruka kamera za istovremeno snimanje video zapisa u vizualnom i infracrvenom spektru [11]. ZRGB kamera paralelno kroz dva objektiva snima element bilježeći odvojeno njegov odaziv u vizualnom (RGB) te infracrvenom (Z) spektru u istom vremenu i prostoru.

Dosadašnja teorija o upravljanju bojama odnosila se na vizualno doživljavanje boja [12]. Upravljanje infracrvenim spektrom u dizajniranju sadržaja temelji se na novoj metodi CMYKIR separaciji boja [13]. Stenografska CMYKIR separacija bojila znači planiranje sastava bojila koje će imati različite vrijednosti u blisko infracrvenom spektru sa zadanim RGB vrijednostima u vidnom spektru [14]. Uvođenjem aktivnog upravljanja infracrvenim dijelom spektra materije dosadašnja komunikacija poprima nove vrijednosti sa višestrukim mogućnostima primjene [15].

InfrareDesign metoda grafička je tehnologija aktivnog upravljanja blisko infracrvenim spektrom u dizajniranju materijala [16]. Tehnologija omogućava upravljanje oku nevidljivim informacijama prilikom stvaranja dvostrukih sadržaja odvojenih za vizualni i infracrveni dio spektra [17].

Drugo područje koje ovaj rad istražuje jest dvospektralna video reprodukcija kao inovativno kreativno autorsko područje u kreiranju vizualnih izvedbenih umjetnosti. U proteklim istraživanja analizirani su primjeri snimaka ZRGB kamerama ljudi u pokretu [2]. Promatrajući odjeću ljudi zabilježene su određene razlike u vizualnom i blisko infracrvenom spektru.

Dosadašnji dizajn vizualnih umjetnosti koristio je većinom vizualni spektar za komunikaciju sa gledateljem [8]. Vidljiv golim okom, ali pod posebnom rasvjetom – ultraljubičasti spektar

(od 280nm – 400nm), u izvedbenim umjetnostima ima svoje korijene još u 50-tim godinama prošlog stoljeća [18]. Stvaranjem međusobnog odnosa vidljive i instrumentalno vidljive slike nastaje novo kreativno autorsko područje.

Tema skrivenih informacija bila je obrađena u znanstveno-fantastičnom filmskom djelu "They Live", 1988. Johna Carpentera u kojemu protagonisti uz pomoć posebnih naočala vide oku nevidljive poruke prikazane u crno bijeloj tehnici [19]. Iako nigdje nije spomenuto da se radi o NIR spektru, način produkcije filma pokazuje umjetno složene mogućnosti ZRGB video sustava (*slika 1.*). Ovo je jedan od rijetkih primjera prezentacije bilježenja NIR spektra u umjetničkom radu. Zapravo nije korištena tehnologija, već je kompjutorski efekt postignut u postprodukciji, te je tek najava dvospektralne komunikacije u filmu. Ideja filma uspješno je realizirana uz pomoć filmskih alata, dok je InfrareDesign patent upravo metoda koja nam omogućava kreiranje takvih dvostrukih slika u stvarnosti i uživo.



Slika 1. Prizor iz filma «They live» [19]

Korištenjem InfrareDesign tehnologije autorsko područje dizajniranja komunikacije u prezentaciji scenskih djela prošireno je na golom oku nevidljivo područje. Izvedene su

produkcijske faze multimedijiske izrade video reprodukcije dvostrukog spektra za buduće dizajnere scensko vizualnih djelatnosti [20]. Autori medijske umjetnosti dobili su prostor za stvaranje nevidljivih, a ipak strojno vidljivih podataka. Definiranjem produkcijskih koraka izrade proširenih multimedijiskih projekata različitog sadržaja za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra otvoreno je novo područje zaduženja i opisa poslova svih sudionika procesa [20]. Autor sadržaja mora poznavati korake produkcijskog ZRGB-M procesa za kreiranje dvospektralnih informacija. Dizajneri, scenografi i kostimografi oblikuju elemente i igrajuće rekvizite vodeći računa o paralelnom prikazu vidljivog i nevidljivog dijela spektra [8].

Treće područje interesa ovog istraživanja su načini primjene nove grafičke tehnologije reprodukcije u vizualnom i infracrvenom spektru u svakodnevnom životu. Zbog svoje osjetljivosti, ovo područje koristi se za noćno gledanje i otkrivanje ciljeva u mraku [21]. Sama spoznaja o nevidljivoj slici nije dovoljna za otvaranje novog smjera u dizajniranju komunikacije [10].

Infracrvena informacija obuhvaća individualiziran izbor boja i sakrivenu informaciju zaštićenu od kopiranja ili reproduciranja [5]. Sigurnosnom tehnikom tiska dvostrukog sadržaja različitog za vizualni i infracrveni dio spektra spriječena je ilegalna duplikacija originala [22].

Disertacija se bavi uvođenjem ZRGB-M video sustava prilikom stvaranja vizualnih izvedbenih umjetnosti. Nepoznavanje materije i znanja o produkcijskim procesima izrade nove metode paralelne video reprodukcije dvostrukog videa prepreka je za uvođenje nove grafičke tehnologije u praksi [20].

Razvijanjem općeg znanja o skrivenim infracrvenim podacima kreira se novi način promatranja okoline oko nas. Korištenjem infracrvenog spektra za prikaz sadržaja kreiran je novi prostor koji je uključen u standardno promatranje okoline. U prijašnjim radovima predložena je nadogradnja postojećih nadzornih sustava sigurnosnog snimanja kretanja ljudi [2].

Istraživanja u ovom radu postavljaju mogućnosti i prijedloge korištenja ZRGB-M metode grafičke tehnologije za vizualni i blisko infracrveni spektar za sve buduće autore izvedbenih interdisciplinarnih umjetnosti.

## **Cilj i hipoteze istraživanja**

Cilj istraživanja je uvođenje grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i blisko infracrvenom spektru kao inovativno kreativno autorsko područje dizajna. Ispituje se trenutna upoznatost sa korištenjem blisko infracrvenog područja u scensko izvedbenim vizualnim djelatnostima. Definiraju se produkcijske faze izrade dvostrukog videa, te se izvode primjeri za korištenje u praksi. Kreira se film i plesni projekt kao komunikacijska platforma koja prikazuje načine primjene i postupak izvođenja video blizanaca sa dvostrukim vrijednostima scenografskih i kostimografskih elemenata u vizualnom i bliskom infracrvenom spektru. Izvedbom multimedijskog projekta paralelne digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra uvodi se nova ZRGB-M video metoda u grafičku tehnologiju.

U doktorskom radu postavljaju se sljedeće hipoteze:

1. Tiskanim scenografskim elementima sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni spektar razvijen je prošireni grafički prikaz materije
2. Paralelna digitalna video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra je nova metoda u grafičkoj tehnologiji
3. Oblikovanjem video blizanaca u dva kontrolirana spektra stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje

## **Plan eksperimenta**

Cilj istraživanja ove disertacije je postavljanje procesa izvedbe nove grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru kao inovativnog kreativnog autorskog područja u dizajnu. Dizajn je spoj tehnologije, umjetnosti i inovativnosti, a jedna od ključnih uloga dizajna je komunikacija. Komunikacija može biti direktna i indirektna, a ponekad je isprva i nevidljiva.

U svrhu dokazivanja teze kreiranja nove metode u grafičkoj tehnologiji oblikovanjem proširenog grafičkog prikaza sadržaja oblikovan je multimedijski projekt. Sastavljen od filmskog i scensko izvedbenog dijela, projekt definira produkcijske procese u izrade dvospektralne reprodukcije. Izvedbom video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru stvoreno je novo područje u dizajniranju komunikacije između autora i korisnika.

Oblikovan multimedijski projekt ostvaruje komunikaciju kroz integraciju kreativnosti i tehnološke inovativnosti. Kombiniranjem suvremene tehnologije s izvedbenim umjetnostima i filmom oblikovana je nova ZRGB-M grafička tehnologija kao kreativno autorsko područje.

Istraživanje je podijeljeno u nekoliko faza produkcijskog procesa izrade multimedijskog projekta. Izvedena komunikacijska platforma vizualnog i infracrvenog spektra u filmskom i scenskom obliku prikazuje proces oblikovanja inovativnog kreativnog autorskog područja u dizajniranju komunikacije.

Faze doktorske disertacije podijeljene su na:

1. Dosadašnja istraživanja o blisko infracrvenom spektru i njegovim karakteristikama
2. Analiza i nadogradnja produkcijskih procesa prilikom postavljanja dvospektralnog proširenog multimedijskog projekta
3. Dnevnik eksperimenata u predprodukcijskom dijelu postavljanja multimedijskog projekta
4. Prezentacija informacija o produkcijskom hodogramu dvospektralne reprodukcije
5. Kreiranje ankete u cilju analize trenutnog poznavanja i korištenja blisko infracrvenog područja u scensko vizualnim medijima
6. Dizajn scenografije i kostimografije u vidljivom i oku nevidljivom spektru
7. Snimanje filmskog materijala u dvostrukom spektru

8. Izvedba scenskog dijela multimedijskog projekta
9. Anketiranje gledatelja nakon izvedene projekta o korisničkom iskustvu
10. Pogled u budućnost korištenja nove grafičke tehnologije video reprodukcije za vizualni i blisko infracrveni spektar

Prva faza podrazumijeva pregled dosadašnjeg istraživanja spektra sunčeve svjetlosti istraživanog područja. Opisane su karakteristike infracrvenog spektra te objašnjene njegove mogućnosti uporabe. Analizirane su snimke elemenata u prirodi promatrane kroz modificirani fotoaparat za bilježenje područja od 1000nm. Pasivnim načinom promatranja (bez utjecaja na infracrvena svojstva materije) utvrđene su zakonitosti flore i faune u infracrvenom području. U snimkama okoline i ljudi analizirane su razlike odjeće i obuće u blisko infracrvenom području. Definirane su stenografske tehnike u tiskarskim procesima za spektarno područje od 1000nm. InfrareDesign tehnologijom aktivnog upravljanja infracrvenim dijelom spektra prikazani su tiskani elementi različitog sadržaja za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra kao primjeri kreiranja proširenih informacija. Korištenjem InfrareDesign tehnologije tiska dvostrukog sadržaja za prikaz u vizualnom i infracrvenom spektru otvoreno je novo područje u dizajniranju scenografskih elemenata okoline oko nas.

U drugoj fazi definiran je producijski hodogram u izradi multimedijskog projekta. Izvedeni su razgovori sa profesionalnim djelatnicima vizualno scenskih djelatnosti. Analizom razgovora i dosadašnjim istraživanja o producijskim procesima nadograđeni su elementi potrebni u realizaciji dvospektralnog multimedijskog projekta. Izdvojeni su profesionalni djelatnici iz različitih područja produkcije, važnih za oblikovanje dvospektralnog hodograma. Razgovorom sa kazališnim redateljem i vizualnom dizajnericom donesene su početne premise prilikom postavke ZRGB-M video metode. U razgovoru sa filmskom snimateljicom izvedene su postavke snimanja i rasvjete prilikom oblikovanja video zapisa dvostrukog spektra. Na temelju istraženog područja izvedene su postavke za kreiranje ZRGB kamere za paralelno snimanje pokreta objekata u vizualnom i infracrvenom spektru. Kroz saznanja o filmskim postproducijskim procesima materijal se pripremio za paralelnu reprodukciju. Izvedene su tehničke potrebe za postavljanje scensko izvedbene umjetnosti u kazališnu dvoranu.

U trećoj fazi ove disertacije izvode se eksperimentalni dijelovi potrebni za postavljanje multimedijskog projekta za video reprodukciju materijala u vizualnom i infracrvenom spektru. Definirani su elementi scenarija za multimedijski projekt. Nadograđena je knjiga snimanja sa dodatnim elementom oku nevidljivog spektra. Projekt je podijeljen na filmski i scensko izvedbeni plesni dio. Osmišljen je filmski scenarij za komunikaciju o istraživanom području i osnovnim elementima blisko infracrvenog spektra.

Izrađena je ZRGB-M kamera za snimanje pokreta (M-motion; pokret) u vizualnom i infracrvenom dijelu spektra. Cijeli proces modificiranja kamere zabilježen je u video zapisu. Organiziranjem dvostrukе scenografije istražen je način istovremenog osvjetljenja vidljivog i nevidljivog spektra. Izvedene su postavke za postavljanje umjetnih rasvjetnih tijela prilikom snimanja vizualnog i infracrvenog područja u zatvorenim prostorima. Korištena su najčešće upotrebljavana rasvjetna tijela u studijskim uvjetima. Određena je količina potrebne osvjetljenosti za pravilnu paralelnu prezentaciju dvostrukog spektra. Snimljeni video blizanci obrađeni su aplikacijama za obradu video materijala. Analizirane su razlike crno bijele vizualne snimke sa sivim snimkama infracrvenog dijela spektra.

Izvedenim snimkama definirane su metode paralelnog bilježenja materije u vizualnom i infracrvenom dijelu spektra. Metode prikaza paralelnih video snimaka definirale su cjelovitu i nepotpunu informaciju s obzirom na zaseban ili paralelan prikaz dvospektralnih video materijala. Izvedenim eksperimentima u trećoj fazi ove disertacije prikupljeni su svi potrebni podaci za postavljanje predloženog ZRGB-M video sustava u praksu.

U četvrtoj fazi kreirana je lokacija za prezentaciju elemenata važnih prilikom postavljanja nove metode grafičke tehnologije za paralelnu reprodukciju vizualnog i infracrvenog spektra. Oblikovani primjeri tiskanih elemenata različitog sadržaja za vizualni i infracrveni spektar snimljeni su kreiranom ZRGB kamerom. Izvedeni video blizanci spektralnih snimaka oblikovani su za prikaz na online mediju. Statične fotografije i snimljeni video materijali postavljeni su na web sjedište na adresi <http://zrgbfilm.svemir.hr>. Kreirana web lokacija oblikovana je kao video baza snimljenih i obrađenih ZRGB-M video zapisa. Svi video materijali prezentirani na web lokaciji detaljno su opisani u tekstualnom formatu i grafičkim prilozima. Oblikovanim video blizancima, grafičkim prikazima i tekstualnim sadržajima postavljenim na web adresu prikazani su svi elementi za dokazivanje teze o kreiranju proširenog grafičkog prikaza materije.

Peta faza postavlja anketu profesionalcima medijskih djelatnosti u cilju analize trenutnog poznavanja i korištenja blisko infracrvenog područja u scensko vizualnim djelatnostima. Ankete o novoj ZRGB-M video metodi grafičke tehnologije provedeni su među hrvatskim stručnjacima u području dizajna i multimedijskih djelatnosti. Kreirana anketa postavljena je kao sastavni dio web stranice za anketiranje medijskih djelatnika iz inozemstva. Profesionalnim djelatnicima iz područja dizajna, scenografije, kostimografije te tehničarima i video umjetnicima, prije rješavanja upitnika prezentirana je tehnologija paralelnog bilježenja vizualnih i infracrvenih informacija. Prezentacija i upitnik prevedeni su na engleski jezik za ispitivanje šireg broja medijskih djelatnika. Anketiranje je podijeljeno u dva bloka. U prvom bloku metodologijom anketiranja ispitano je poznavanje teorije i tehnoloških mogućnosti blisko infracrvenog spektra. Postavljenim pitanjima istraživala se zainteresiranost struke o korištenju skrivenih poruka u dizajniranju materije. Ispitana je eventualna autorska iskustva korištenja blisko infracrvenog područja u svom kreativnom radu. U drugom dijelu ankete ispitanicima je prezentirana InfrareDesign tehnika aktivnog upravljanja infracrvenim spektrom i izvedeni scenografski elementi dvostrukog sadržaja. Nakon prezentacije InfrareDesign tehnike ispitanicima su postavljena pitanja o vlastitim idejama i načinima korištenja infracrvenog spektra u praksi. Analizom otvorenih anketnih pitanja određene su smjernice dizajniranja proširene komunikacijske platforme u filmskom i kazališnom mediju.

Šesta faza nakon provedene analize rezultata provedene ankete oblikuje finalni izgled dvospektralnog multimedijskog projekta. Na temelju provedenih istraživanja osmišljen je scenarij. Sastavljen od filmskog i scensko izvedbenog dijela projekt ima zadatak javno izvesti i prikazati mogućnosti korištenja dvospektralnih scenografskih i kostimografskih elemenata. Scenarij je pripremljen za izvedbu i produkciju ZRGB-M video sustavom za dokaz teze o novoj metodi u grafičkoj tehnologiji. U postavljanju kazališnog dijela korištena je nadograđena knjiga snimanja za paralelno iščitavanje vizualnog i infracrvenog dijela predstave. Uvedeno je projekciono platno kao sastavni dio scenografije kazališne pozornice prilikom postavljanja dvospektralnog izvedbenog dijela. Izvedeni elementi dvostrukе scenografije otvaraju novo područje u kazališnom miljeu.

Pronađeni su kostimografski elementi koji odgovaraju kreiranom scenariju. Izvedeni scenografski i kostimografski dijelovi respektiraju svojstva materijala u infracrvenom dijelu spektra. Elementi imaju različite odzive u promatranom, oku nevidljivom spektru.

Dizajnirani su i oblikovani kostimografski i scenografski elementi InfrareDesign tehnologijom za korištenje u multimedijском projektu.

Na filmu i pozornici, u dramaturškoj komunikaciji s gledateljem korištena su saznanja o svojstvima materijala i bojila scenografskih i kostimografskih elemenata. Kreirani elementi korišteni su kao rekvizita u filmskom i kazališnom dijelu. InfrareDesign tehnikom otisnuti su kostimografski elementi različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni dio spektra. Korištenjem InfrareDesign tehnologije u vizualnoj komunikaciji s gledateljem, oku nevidljivo spektralno područje postaje sastavni dio dizajnerskog prostora. Priprema igrajućih materijala u produkciji proširenih scensko vizualnih izvedbenih umjetničkih dijela odnosi se na organiziranje vidljivog i oku nevidljivog spektra. Teorija o upravljanju bojama isključivo vizualnog doživljaja nadograđena je informacijama o materiji u infracrvenom spektru. Dvospektralna komunikacija uvodi novo iskustvo u kreiranju i uživanju medijskog sadržaja. Autori sadržaja dobili su prostor oblikovanja nevidljivih, a ipak instrumentalno vidljivih podataka. Promatranjem sličnosti i razlika dva spektra oblikovana je indirektna informacija. Stvaranjem međusobnog odnosa vizualnog i infracrvene slike nastalo je novo kreativno autorsko rješenje.

U sedmoj fazi snimljen je i izrađen filmski materijal kao dio multimedijskog projekta. Izrađena ZRGB-M video kamera za paralelno snima pokret u vizualnom i infracrvenom dijelu spektra. Prilikom snimanja ZRGB-M kamerom korišteno je dnevno svjetlo za kreiranje dvospektralnih zapisa. Dnevno sunčevu svjetlu optimalno je rasvjetljavalo promatranu materiju u vidljivom i nevidljivom dijelu spektra. Prilikom snimanja korištena je filmska klapa za prikaz informacija o snimanim kadrovima. Nadograđena je upotreba filmske klape u ZRGB-M video sustavu za sinkroniziranje video snimaka vizualnog i infracrvenog spektra. Video materijali dvostrukog spektra snimljeni su zasebno na odvojene video kartice. U programu za obradu video materijala izvedene su već definirane metode prikaza dvospektralnih video zapisa. Montažom snimljenih materijala po unaprijed kreiranom scenariju oblikovan je završni filmski uradak. Kreirane su verzije zapisa za prikaz na online mediju. Izvedena je visoko kvalitetna rezolucija zapisa dvospektralnog filmskog materijala za prikazivanje na kazališnoj pozornici kao dio dvospektralnog multimedijskog projekta.

Scensko izvedbeni dio multimedijskog projekta oblikovan je kroz plesnu koreografiju u osmoj fazi ove doktorske disertacije. Izvedeni kostimografski i scenografski elementi

korišteni su za komunikaciju sa gledateljem. Nadograđena je kazališna scenografija u ZRGB-M video metodi izrade paralelnih video blizanaca dvostrukog spektra sa projektorom i platnom za projiciranje. Upotrebom kamere u kazališnoj dvorani kreiran je multimedijski način prezentacije materijala. Paralelnim prikazom dvospektralnih zapisa prezentiran je prošireni grafički prikaz materije. Dizajniranjem dvostrukе scenografije oblikovan je novi način komunikacije u kazališnom miljeu. Vidljiva i nevidljiva slika u međusobnoj su zavisnosti te se promatraju zajedno. Tek istovremenim pregledom scene na kazališnim daskama i platnu za projiciranje, gledatelj u potpunosti uživa u autorovoј viziji predstavljenog djela. Prikazom vidljivog i nevidljivog dijela spektra igrajućih kostimografskih i scenografskih elemenata razvijen je proširena grafička informacija o materiji.

Izvedbom filmskog i kazališnog dijela kao komunikacijske platforme kreiran je multimedijski projekt za dokaz teze o kreiranju inovativnog kreativnog autorskog područja. Oblikovana proširena multimedija prikazuje se na javnoj izvedbi pred gledateljima. Prezentacija je perceptivno vrlo zahtjevna. Mora se pratiti paralelno gledajući pozornicu, ali i platno na kojem se predstava projicira u infracrvenom spektru. Aktivnom analizom sličnosti i razlika dvostrukih prikaza spektra kreirana je cjelovita informacija. Nadograđenim produksijskim procesima ZRGB-M video metode kreirana je nova metoda u grafičkoj tehnologiji.

Deveta faza izvedena je nakon javne prezentacije paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra. Anketirani su gledatelji o korisničkom iskustvu dvospektralnih postava scensko vizualnog dijela. Kritičkom prosudbom dobivenih od strane korisnika vrednuje se kvaliteta uporabe paralelnog prikaza dvostrukе slike. Način razumijevanja multimedijskog produksijskog procesa prikaza sadržaja u dvostrukom spektru ispitana je anketnim pitanjima i razgovorima. Analizirani rezultati korisničkog iskustva dvospektralnog multimedijskog projekta dokaz su teze kreiranja novog načina dizajniranja komunikacije proširenim prikazom materije. Uvođenjem grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru oblikovan je novi kanal za autora i korisnika.

Zaključak doktorske disertacije predstavit će izvedbu i primjenu ZRGB-M video metodu u praksi. Načini primjene i mogućnosti razvijanja drugih oblika filmskih i scensko izvedbenih umjetničkih djela paralelnim prikazom vizualnog i infracrvenog područja temeljni su cilj ovog istraživanja.

## **Znanstveni doprinos**

Znanstveni doprinos ovog istraživanja odnosi se na oblikovanje procesa grafičke tehnologije video reprodukcije pokretne slike u vizualnom i infracrvenom spektru. Nadograđeni su produkcijski procesi izrade multimedijskog projekta za paralelno promatranje vizualnog i blisko infracrvenog spektra. Istraženo je trenutno poznavanje spektralnih vrijednosti materije u oku nevidljivom području. U radu je prezentirana dostupna tehnologija za izradu tehnički visoko kvalitetnih video materijala u dva spektra, te procesi njihove daljnje obrade za digitalnu reprodukciju. Oblikovan je multimedijski projekt kao primjer i smjernice za daljnja istraživanja paralelnog prikaza materije u dvostrukom spektru. Oblikovanim video blizancima u dva kontrolirana spektra razvijen je prošireni prikaz materije. Aktivnim upravljanjem blisko infracrvenog spektra i njegovom integracijom u paralelni prikaz podataka izgrađen je dizajnersko kreativni prostor za prikaz sadržaja u scensko vizualnim medijima. Kao rezultat istraživanja, a ujedno i znanstveni doprinos, načini razvijanja dvostrukе scene kao sastavnog dijela svakog vizualnog medija razvit će novi način komunikacije i dizajniranja okoline i scenografije.

Novosti koje uvodi ovaj rad dijele se na:

- Trenutni presjek poznavanja i korištenja blisko infracrvenog područja u scensko izvedbeno vizualnim djelatnostima izrađen intervjuiima i anketom sa ispitanicima
- Definiranje alata i aplikacija za izradu ZRGB-M video sustava kamere sa mogućnošću paralelnog snimanja u vizualnom i blisko infracrvenom spektru.
- Tehničke i produkcije faze izvedbi digitalne video reprodukcije ZRGB-M sustava
- Izvedba multimedijskog projekta sa primjerom i mogućnostima paralelne video reprodukcije u dvostrukom spektru

## **2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA BLISKO INFRACRVENOG SPEKTRA**

U ovom radu istražuje se vrijednost i upotreba sadržaja prikazanog u djelu bliskog infracrvenog (NIR – near infrared) spektra od 800nm – 1000 nm promatrajući materiju u protoku vremena paralelnim prikazom RGB (vizualnog) i NIR spektra.

Boja je doživljaj u ljudskom oku pa su se apsorpcija i refleksija svjetla s bojila do sada istraživala za vizualno područje [23]. Današnje stanje tehnike reprodukcije slika i njezine kvalitete se bazira na definicijama izvorišta svjetlosti, vrsti tiskarke boje, prikaznim monitorima i njihovim kalibracijama, ekspozicijama svjetla, vrsti materijala i tehnikama tiskarske tehnologije, ali unutar vidljivog područja od 380 – 700 nm [24]. Ljudski vid, kao i proces fotosinteze u biljkama se razvio u području valnih duljina sunčeve svjetlosti koje naša atmosfera nije uspjela apsorbirati, a to je između 300 i 1100 nm. Ljudsko oko vidi između 400 i 700. Prema CIE (The International Commission on Illumination) područje od 700 do 1400 naziva se IR-A ili NearInfrared koje naše oči više ne vide bez dodatne tehnike [25].

Razvijena je ZRGB aparatura za istovremenu dualnu detekciju V/NIR grafika [11]. Konstruirana je dualna video kamera (ZRGB kamera) složena od dvije zasebne kamere gdje objektivi jedne kamere snimaju vizualni spektar (RGB: 390 do 700 nm), dok druga kamera promatra apsorpciju blisko infracrvenog spektra materije kroz jedan kanal Z na 1000 nm [26]. Kamera bilježi sliku na CCD čip osjetljivom na područje svjetlosti do 1400 nm [11].

Do pojave InfrareDesign teorije, teorija o upravljanju bojama odnosila se samo na «color management» za vizualno doživljavanje boja [4,27]. S InfrareDesign patentom (IRD) oblikovan je podatak u NIR spektru [5,6,7]. Postupak InfrareDesign podrazumijeva dvije slike, vizualnu i NIR-Z. Jedna slika se vidi kod standardnih uvjeta osvjetljenja, a druga, sakrivena, prepoznaje se i vizualizira se instrumentom - Z kamerom [28].

Unutar grafičke industrije, teorija InfrareDesigna pojašnjava kako se parametar crne komponente Z može kontrolirati da bi se stvorila bojila koja u vidljivom dijelu spektra imaju jednak vizualni doživljaj dok u bliskom infracrvenom dijelu spektra od 1000nm produciraju potpuno različite apsorpcije svjetla [16]. Bojila u vidljivom spektru koja apsorbiraju NIR spektar mjeru se veličinom Z [16].

Oblikovanjem tiskanih elemenata poštujući njihove vlastita infracrvena svojstva nadograđena je stenografska tehnika u tiskarstvu. Istodobno je ljudski vizualni doživljaj proširen na blisko infracrveno područje [29]. U tiskarstvu su skrivenе informacije u bliskom infracrvenom spektru našle primjenu u zaštitnom tisku u različitim tehnikama tiska (digitalni tisak; inkjet tisak, sitotisak, fleksotisak, novinska rotacija i na različitim materijalima (papir, platno, tekstil, koža, plastika) [30].

Otkrićem InfrareDesign tehnike dvostrukog tiska različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar stvorena je nova metoda prikaza informacija. Infracrvena slika prikazuje dodatne, proširene informacije nevidljive golim okom. Dizajnerima se otvara mogućnost kreiranja informacija sa dvostrukim značenjem u kojoj se oblikuje novi oblik indirektne skrivenе komunikacije [31].

U dosadašnjim analizama likovnih djela slikana InfrareDesign tehnikom zaključeno je da su zanimljive one slike koje imaju preslike ili u cijelosti preslikane slike [9]. Korištenje InfrareDesign metode postati će novi alat za izradu scenografskih elemenata [8]. Predviđaju se promjene u sastavljanju scenarija kazališnih i filmskih djela koja će uključiti svojstva proširene stvarnosti. U produkciju proširene multimedije uključuju se inženjeri, informatičari i umjetnici vizualne orijentacije [4,32].

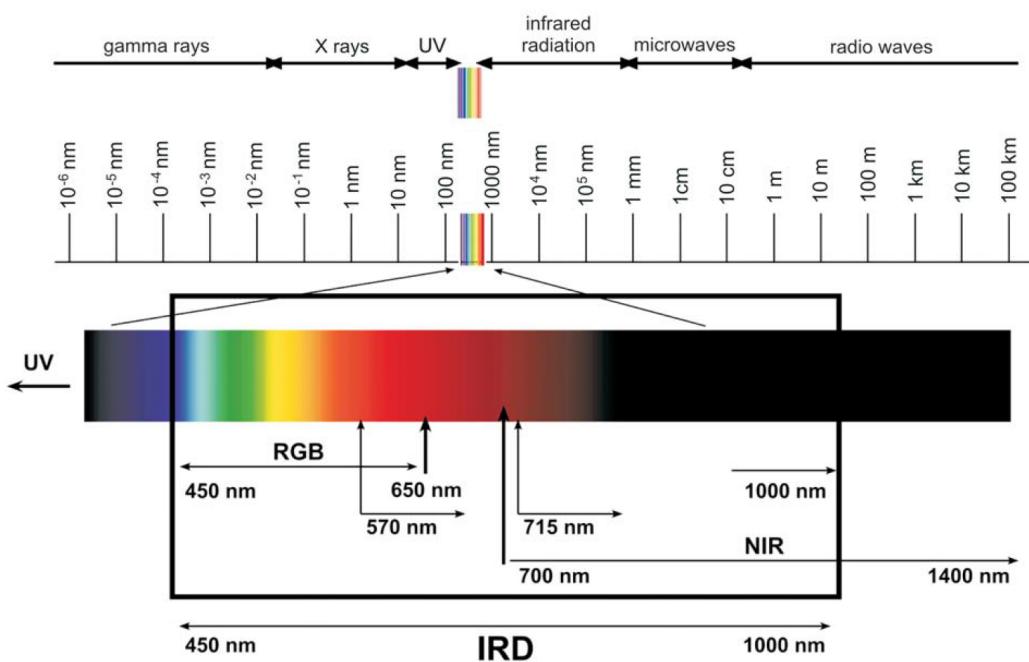
Kako bi nove metoda grafičke tehnologije za video reprodukciju vizualnog i infracrvenog spektra zaživjela, u ovom radu su istraženi svi elementi potrebni za postavljanje tehnike u praktičnu primjenu [20].

## 2.1. Spektar sunčeve svjetlosti

Svjetlost je definirana kao elektromagnetsko zračenje koje je vidljivo ljudskom oku. Refleksija svjetlosti je promjena smjera širenja svjetlosne zrake, tj. odbijanje zrake svjetla od nekog objekta čime mijenja smjer svoga širenja [33]. Apsorpcija svjetlosti je prijenos energije valova na materiju prilikom prolaza vala kroz nju [33].

Ljudsko oko može vidjeti refleksiju svjetlosti s valnom duljinom u rasponu od 390 – 750 nm [34]. Oko reagira na ograničeni raspon valnih duljina unutar kojeg razlikuje boje kao male frekvencijske razlike u području vidljive svjetlosti. Oku nevidljivo zračenje ispod 390 nm je ultraljubičasto (UV) u zoni kraćih valnih duljina, a ako je zračenje iznad 750 nm infracrveno, a naziva se i IR svjetlo, u zoni većih valnih duljina [35].

U radu se istražuju svojstva materije koja reflektiraju u spektru od 800 – 1000 nm, te se korišteni izrazi blisko infracrveno, NIR i infracrveno, odnose upravo na to područje (*slika 2.*). Preskočen je spektar od 750 do 800 nm između kraja vizualnog i početka blisko infracrvenog područja gdje se pojavljuju ostaci apsorpcije kao nastavak vidljivog spektra [36].



*Slika 2. Istraživano elektromagnetsko područje od 450 – 1000 nm [11]*

## 2.2. Infracrveno zračenje

Infracrvena svjetlost ili infracrveno zračenje dolazi od latinske riječi infra – ispod ili iza. To je nevidljivi dio spektra sunčeva svjetla [37]. Najjači izvor infracrvenog zračenja je sunce. Infracrvena svjetlost rasprostire se od 700nm do 10 000nm [35].

Međunarodna komisija za zračenje (CIE) preporučuje podjelu IR zračenja u tri područja. Prvo je IR-A od 700nm do 1400nm, nazivano i blisko infracrveno područje (NIR – near infrared). Drugo je IR-B, od 1400nm do 3000nm (srednjevalno područje). Treće područje je IR-C, od 3000nm do 10 000nm (dugovalno područje) [34].

Mnoge grane industrije koriste infracrveno zračenje u svojim djelatnostima. U medicini, vojnoj industriji, astronomiji, agrokulturi infracrveno zračenje korisno je na više razina [38]. U digitalnoj forenzici infracrvena fotografija služi da pronalazak novih dokaza [37]. Uz pomoć infracrvenog zračenja u umjetnosti se pronalaze slojevi koji se nalaze ispod posljednjeg premaza boje, koji bi ostali sakriveni golom ljudskom oku. Na taj način se dokazuje autentičnost slika [35].

Da bismo vidjeli izvan našega vidnog spektra, koristimo različite elektroničke instrumente – fotoaparate, kamere, naočale. Istraživano područje ove disertacije, blisko infracrveni dio spektra, preispituje se uz pomoć kamera koje su na svojim senzorskim poljima osjetljive na dio spektra oko 1000 nm [11].

Senzorska polja u kameri razlikuju se po materijalu od kojih su napravljeni i načinu zapisa promatrane slike na čip. Razlikuje se CCD i CMOS kamere [39]. Modificiranjem kamera korištenih za snimanje vizualnog spektra omogućeno je bilježenje blisko infracrvenog zapisa materije jednake kvalitete s obzirom na tip senzora.

Prilagođena je kamera sa nadograđenim filterom koji uz dnevno svjetlo snima sliku blisko infracrvenog odaziva (Z) materije u rasponu od 800nm – 1400nm [26].

Analizom snimaka blisko infracrvenog svijeta oko nas, došlo se do zaključka kako nije dovoljna samo Z kamera zbog nedovoljne orijentaciju u prostoru [11,16]. Potrebno je postaviti i drugu RGB (vizualnu) kameru, koja svojim karakteristikama služi za pregled vizualnog spektra i pozicioniranje objekta. Slaganje dvostrukе kamere (ZRGB) razvilo je tehniku paralelnog bilježenja stvarnosti u dva spektra – oku vidljivom (RGB) i instrumentalno

vidljivom (Z) spektru [11]. Kamera koristi dnevno svjetlo bez zasebno ugrađenog infracrvenog izvora što omogućuje snimanje objekata u neposrednoj blizini i na velikoj udaljenosti [26,40].

Iz zabilježene digitalne slike ZRGB kamere uz pomoć aplikacija moguće je kvantitativno odrediti razliku između podataka iz RGB i Z stanja materije za svaki slikovni element [1]. Opisana ZRGB kamera je alat koji služi za otkrivanje dvostrukih slika na novčanicama, dokumentima i određivanju originalnosti umjetnina [40].

Otkrićem InfrareDesign metode tiska različitih informacija u vizualnom i infracrvenom dijelu spektra izvedena je nova metoda prikaza informacija. Uz pomoć kreirane ZRGB kamere paralelno se promatraju elementi sa proširenim informacijama oblikovanim u oku nevidljivom području [26].

### 2.3. Pasivno promatranje blisko infracrvenog spektra

Pasivno promatranje ZRGB kamerom označava snimanje okoline bez utjecaja na blisko infracrvena svojstva promatrane materije [8].

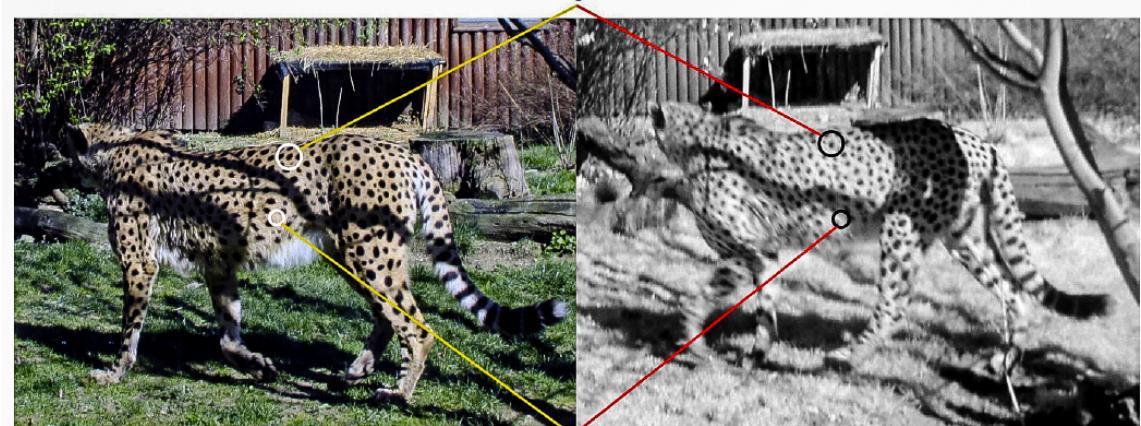
Materije imaju drugačiji odaziv u drugim dijelovima spektra, pod drugim detektorima različitim od ljudskog oka. Neka bojila čovjek doživljava kao tamnu boju, a pod infracrvenim detektorom materija daje svjetli doživljaj [25]. Analiziranjem razlika u vlastitim svojstvima materije paralelnim promatranjem vizualnog i infracrvenog spektra kreirana je cijelovita informaciju ZRGB sustava.

U dosadašnjim istraživanja prikazana su infracrvena svojstva flore i faune [8]. Pasivnim promatranjem istražena je refleksija blisko infracrvenog spektra u flori i fauni. Zabilježeno je odsustvo apsorpcije kod većine živuće flore dok su u životinjskom svijetu primijećena kamuflažna svojstva u infracrvenom području promatranja [5,12]. Potvrđene su teze o jednakosti apsorpcije blisko infracrvene radijacije u cijeloj flori, s izuzetkom kore drveća [8,41]. Na lišću, cvjetovima i plodovima prepoznaje se odsustvo apsorpcije blisko infracrvene komponente što se manifestira bijelim tonom na snimkama (*slika 3.*). Tamnije i svjetlijе nijansi ovise o kontrastu, jačini sunčeve svjetlosti odnosno njegovih sjena [40]. Umiranjem flore ona apsorbira svjetlost, te se na infracrvenoj kameri pojavljuje u tamnijoj boji. Iskorištavanje ovakvog promatranja korisno je u agrokulturi promatranjem zemljišta sa ZRGB kamerama kako bi se ustanovila plodnost tla za daljnju sadnju [8].



Slika 3. Prikaz flore u vizualnom i infracrvenom spektru [8]

Izvedena su istraživanja da neka živa bića (mačke) vide u blisko infracrvenom području što je kreiralo daljnja istraživanja da priroda oko nas izgleda drugačije ovisno o tome tko ju gleda [42]. Istraživanjem proširenog vizualnog spektra, otkriveno je da pojedine životinje imaju sposobnost prilagođavanja u NIR spektru. Koža i dlaka životinja različito apsorbiraju infracrveni dio spektra i svaki njihov dio ima svoju vlastitu Z vrijednost (*slika 4.*). Istraživanje faune pokazalo je kako dlaka pasa je u potpunosti jednaka u svom odazivu u blisko infracrvenom spektru [16]. Bijele i tamne površine dlake imaju isti bijeli, odnosno crni odaziv promatraljući ih kroz NIR kameru. U dalnjim promatranjima životinja uočena su iste osobine odaziva u infracrvenom spektru [8]. Općenito se može tvrditi da tamnija područja dlake imaju veću apsorpciju infracrvenog svjetla.



*Slika 4. Fauna snimljena ZRGB kamerom [8]*

Pasivnim promatranjem flore i faune kroz ZRGB kameru, njihovoj apsorpciji NIR i RGB svjetla ustanovljena je razlika u kamuflažnom okolišu [16]. Razlika vizualne i infracrvene apsorpcije svjetla na flori i fauni proširuje projektiranje sustava kamuflaže u kretanju [40].

Kamuflažna svojstva u prirodi omogućavaju dizajniranje kamuflažne vojne uniforme [41]. Ukoliko cijela uniforma ima jednak odaziv u infracrvenom području, vojnik obučen u istu je vidljiv kroz kameru iz razloga što je okolina oko njega «šarena». Kreirajući odjevna sredstva sa različitim odazivom u oku nevidljivom spektru vojnik se stapa sa okolinom i postaje nevidljiv i po danu i po noći [43].

Nakon flore i faune pasivno se promatraju ljudi i njihova odjeća sa ZRGB kamerom. ZRGB kamera korištena je kao alat za pasivno promatranje skupine studenata prilikom

posjete jedne zagrebačke tvrtke [8]. Sve je snimljeno po danu bez umjetnih IR izvora. Pokazao se dvostruki paralelni video snimak u vizualnom i infracrvenom spektru (*slika 5.*). Prikazuje se bilježenje ZRGB kamere preko mnogih elemenata u prirodi na način promatranja svojstva apsorpcije NIR radijacije u protoku vremena. U infracrvenom spektru uočene su razlike u odjeći studenata ovisne o korištenim bojilima za tekstil. Namjera je bila uočiti različitost odijevanja i infracrvena stanja njihove odjeće. Analiziranjem video snimaka uočeno je da su neki dijelovi odjeće bojani «biljnim bojama», a neki s bojilima mineralnog i «životinjskog» porijekla. Neke crne jakne prikazale su se crnima, dok su neke bile bijele. Također, remeni, torbe bojane drugačijom vrstom boje imale su drugačiji odaziv u blisko infracrvenom području.



*Slika 5. Studenti snimljeni ZRGB kamerom [8]*

Analizom pasivnog promatranja okoline ZRGB kamerom uočeno je različita svojstva apsorpcije u infracrvenom području. Koristeći ova saznanja u mogućnosti smo promijeniti način na koji ljudi promatraju svijet oko sebe. Paralelnim korištenjem vizualnih i blisko infracrvenih snimaka predložena je nadogradnja kamera nadzornih sustava [2].

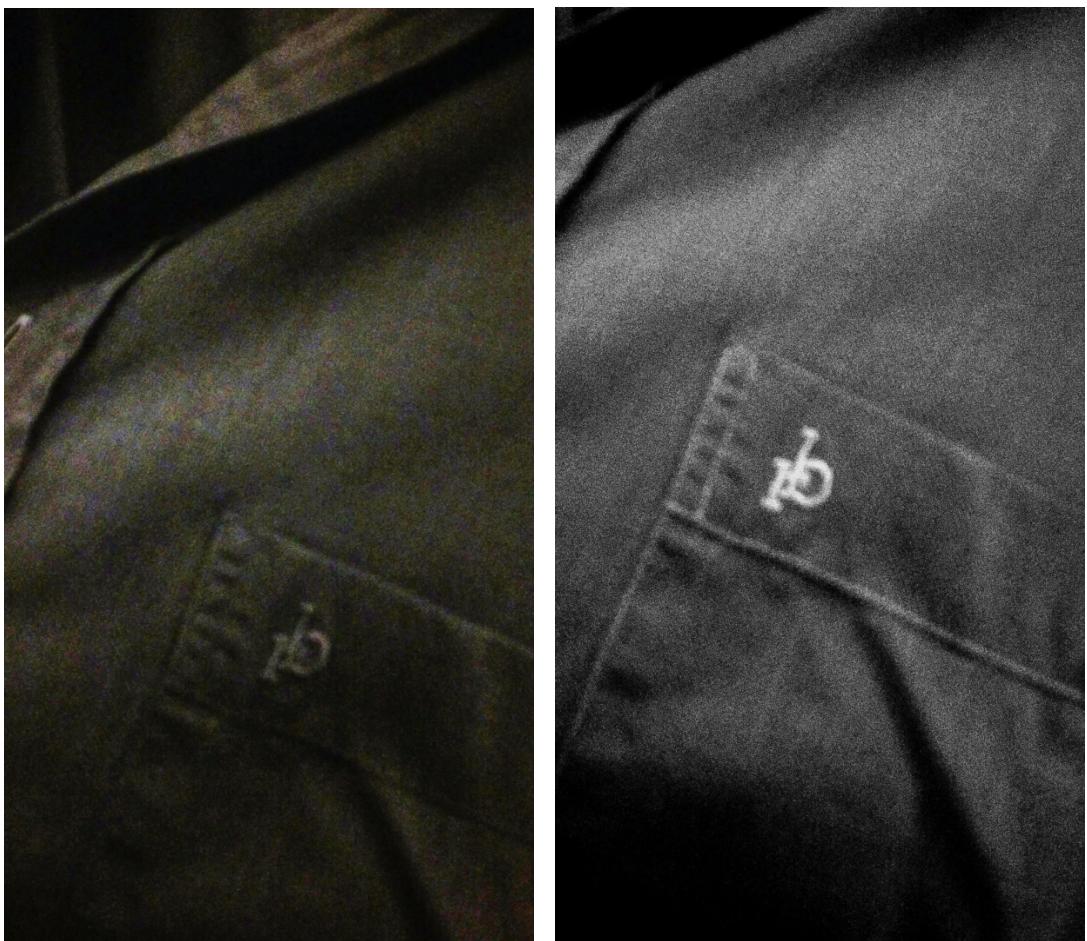
Uvođenjem paralelnog promatranja okoline u vizualnom i blisko infracrvenom području omogućeno nam je bolje utvrđivanje autentičnosti promatranih subjekata, šire područje obilježavanja okoline te oblikovanje inovativne i kreativne autorske ideje u scensko vizualnim djelatnostima [2].

U svakodnevnoj modnoj industriji kreira se moda isključivo u vizualnom spektru. Prilikom gledanja na slojevito obučenu crnu odjeću u vizualnom spektru nemoguće je odrediti fine mode i materijala (*slika 6.*). Paralelnim promatranjem u dvostrukom spektru otvoreno je novo područje u oblikovanju modnih i ostalih vizualnih izričaja.



Slika 6. Crna odjeća snimljena dvospektralnom kamerom

Analizom dvostrukе informacije otvorene su mnoge mogućnosti i pristupi u kreiranju i dizajniranju i sigurnosti [40]. Brendiranje materijala sa diskretnim oznakama gotovo nevidljivim u vizualnom spektru, novom tehnikom promatranja kroz dvospektralnu kameru postaje vrlo očiti modni detalj (*slika 7.*). Otvoreno je pitanje da li se prilikom dosadašnjeg dizajna tiska razmišljalo o svojstvima materije u infracrvenom spektru i namjerno ili je kreiranje sa vidljivim odazivom u infracrvenom spektru bio slučajan.



Slika 7. Robna marka ušivana u košulju

Istražene su boje u obliku parova boja, koje će u vizualnom, kao CMY (cyan-magenta-yellow) iskazati isti doživljaj, kao i u akromatski reduciranim oblicima s karbon crnom (K). Takvi parovi nazvani su dvojni parovi [23]. Otvaraju se mnogobrojne mogućnosti za dizajnere, inženjere i inovatore u području zaštite, tehnologije i umjetnosti [14]. Vlastitim svojstvima pigmenta bojila u slikarstvu omogućeno je aktivno utjecanje na blisko infracrveni spektar umjetničkih slika [12].

## 2.4. Steganografija u tiskarskim procesima u spektru od 400 do 1000nm

Steganografija podrazumijeva proces sakrivanja informacije unutar nekog medija. Različite tehnike steganografije koriste se već nekoliko tisućljeća, a u današnjem svijetu digitalnih medija sakrivanje informacija dobiva nove dimenzije [44]. Medij nositelj je taj koji se vidi prilikom gledanja. Njegova uloga je sakrivanje druge informacije.

Pojam "stenografsko" obuhvaća sve situacije i metode sakrivanja teksta, podataka, prebojanih slika, nekih inkorporiranih podataka, minijaturnih slika ili simbola ili bilo koje akcije ili postupka koji sakriva neku informaciju [45]. Steganografija je disciplina srodnna kriptografiji sa razlikom u tome što kriptografija mijenja informaciju da ona nije razumljiva, dok steganografija sakriva informaciju tako da ne bude vidljiva [46]. Različite tehnike steganografije koriste se već nekoliko tisućljeća, a u današnjem svijetu digitalnih medija sakrivanje informacije dobiva nove dimenzije [47]. Najvažnija uloga steganografije je u očuvanju povjerljivosti podataka i njihova zaštita od neovlaštenog pristupa, krađe ili sabotaže [48]. Razvijeno je mnoštvo steganografskih metoda i alata koji omogućuju umetanje bilo kakvog binarnog zapisa u drugi binarni zapis [46].

Sakrivene informacije mogu služiti i u provjeri da li je nad originalnom informacijom bila izvršena određena promjena. Najčešća primjenu u digitalnom mediju je zaštita zvučnih i slikovnih zapisa [46]. Uvođenjem steganografije u standardni proces komuniciranja u svim vizualnim djelatnostima otvaraju se nove mogućnosti u kreiranju umjetničkog izražaja.

Tradicionalna tehnologija CMYK separacije podrazumijeva postavke boja koji su dostupni u programima za obradu slike. Za sve vrste tiska postoje već uređene postavke koje separiraju sliku u četiri kanala podešene za određene tehnike tiska. CMYK separacija bavi se podešavanjem boja u vidljivom dijelu spektra bez obzira na karakteristike tih boja u drugim dijelovima spektra. Nemamo mogućnost manipuliranja kanala, jer je cijeli proces automatiziran i kontroliran programima.

Sakrivanje slike u tiskarskim procesima sa proširenim spektralnim karakteristikama počiva na svojstvima materijala koji se koriste u bojilima. Crno bojilo zbog svog sastava pokazuje određenu apsorpciju svjetlosti valnih duljina u infracrvenom dijelu spektra. Procesne boje koje se koriste u tisku nemaju to svojstvo. Kombinacijom bojila postiže se određeni ton. Kolorimetrijski modeli opisivanje bojila uzimaju u obzir ponašanje boja u

vidljivom dijelu spektra [4]. Ton boje u kolorimetriji je određen RGB, Lab ili HSB sustavima koji se bave vizualnom prezentacijom boja. Jedan ton boje se može u tisku i procesu separacije boja dobiti sa različitim omjerima procesnih CMYK bojila [4]. Pigmenti od kojih su sačinjena bojila cyan, magenta i yellow gledana pod infracrvenim osvjetljenjem nemaju nikakav odaziv u infracrvenom području od 1000nm . To znači da je slika tiskana tim bojilima gledana infracrvenom kamerom bijela (termin „IR bijela“) [49].

Poznata je činjenica da jednake količine cijan, magente i žute komponenete u standardnom prostoru boja produciraju određenu nijansu sive [27]. Takva siva neće imati odaziv u infracrvenom dijelu spektra, dok će njezin ekvivalent u crnoj komponenti imati infracrveni odaziv.

Separacija boja u steganografiji se bazira na razvoju koeficijenata separacije, proučavanjem ponašanja bojila u bliskom infracrvenom području i činjenica da su CMYK procesne boje zavisne od vrste tiskarske tehnologije i materijala zadržavajući količinu obojenja podloge, a s time i kvalitetu reprodukcije [6]. Slika se dijeli u vizualnom i infracrvenom spektru, gdje je crni K kanal nositelj infracrvene poruke. Postupci miješanja bojila počivaju na metodi dodavanja i oduzimanja CMYK komponenti kontrolirano manipulirane kroz algoritme separacije [14].

## **2.5. InfrareDesign tehnologija**

Standardni «color management» uzima u obzir samo vidljivo područje, dok uz pomoć «ink managementa» u mogućnosti smo kreirati skrivenu sliku u blisko infracrvenom području. Kanal K nosi svoje novo značenje. On je nositelj svoje slike ili teksta. Definirana su dva vrste crne boje: V-crna i Z-crna [12].

Stenografska CMYKIR separacija bojila (InfrareDesign tehnika) znači planiranja sastava bojila koje će imati različite vrijednosti u blisko infracrvenom spektru sa zadanim RGB vrijednostima u vidnom spektru [5].

Do pojave InfrareDesign teorije, teorija o upravljanju bojama odnosila se samo na «color management» za vizualno doživljavanje boja. S InfrareDesign patentom (IRD) oblikovan je podatak u infracrvenom spektru. Po IRD teoriji, dodavanjem karbon crnog bojila apsorpcija svjetla proteže se u nevidljiv prostor od 900nm. Z kamera prepoznaje tu apsorpciju kojoj možemo upravljati. Bojila žuta (Y) i magenta (M) zauzimaju lijevi vizualni dio spektra. Isto je i s njihovim mješavinama. Dodavanjem karbon K crnog bojila ulazi se u NIR prostor koji se promatra instrumentalno. Između je prostor od 700 - 800 nm koji miješa ostatke vizualnog i infracrvenog spektra [36].

IRD je otkrio način bojanja materije blisko infracrvenim svojstvima kao sustav upravljanja proširenom stvarnosti kroz dizajn, komunikaciju i sigurnosnu grafiku [13]. Nova metoda upravljanja informacijama, uvažavajući svojstva materije, omogućava kreiranje zasebnog grafičkog podatka koji se može detektirati samo u NIR području dok je sadržaj nevidljiv u RGB području i obrnuto [5,7].

Stenografska CMYKIR separacija bojila znači planiranja sastava bojila koje će imati različite vrijednosti u NIR spektru sa zadanim RGB vrijednostima u vidnom spektru. S obzirom na aktualna određena svojstva, IRD tehnologija omogućuje “sakrivenu informaciju”, kao što je sekundarna slika sakrivena u NIR području [17]. Podatak prikazan u RGB spektru ne vidi se u NIR području [46,50].

Iako nam korištenje InfrareDesign stenografske tehnike omogućava zaštitu elemenata, u ovom radu namjera je korištenjem steganografije u blisko infracrvenom području stvoriti prošireno područje informacija za uporabu u umjetničko scenskim i vizualnim djelatnostima.

Uvođenjem InfrareDesign tehnologije u dizajniranje vizualnih elemenata na sceni (filmskoj ili kazališnoj), u mogućnosti smo stvarati novo područje za prikaz sadržaja. Za razliku od pasivnog promatranja infracrvenog područja u kojem su promatrana isključivo vlastita svojstva materije, prilikom aktivnog NIR utjecaja na snimanu materiju podrazumijevamo dizajnersko oblikovanje odaziva materije u blisko infracrvenom području.

Dvije slike su povezane sadržajem, ali izražene različitim likovnim izričajima. Otvoreno je novo područje za dizajn tekstila, no potrebno je da dizajner upozna IRD tehnologiju kako bi dizajn bio realiziran, budući da postoje ograničenja transformacije RGB u CMYKIR stanje digitalnog zapisa [40].

Planiranje dvostrukе slike provodi se CMYKIR separacijom koja odstupa od konvencionalne separacije boja [51]. Standardno upravljanje bojama nije optimizirano za CMYKIR potrebe [52]. Svaki spoj papira i fizičkih bojila na raspolaganju, ima svoju postavku boje [72], prema kojoj se moraju planirati boje sa infracrvenim odazivom [54]. U današnjoj praksi tiskarski procesi i dizajn grafičkog rješenja su dvije odvojene kategorije. Grafički tehnolozi brinu o kvalitetnom ispisu, kako bi otisnuto rješenje što vjernije odgovaralo vizualnom predlošku. Dizajner stvara grafička rješenja ne razmišljajući o tehnologiji ni materijalima korištenim prilikom izvedbe idejnog rješenja [14]. U kreiranju grafika za skriveni, infracrveni spektar, dizajner mora biti upoznat sa svim tehničkim pojedinostima tiska kako bi proizveo optimalno rješenje. Svaki materijal ima drugačija vlastita svojstva te se prilikom pripreme dvostrukе slike mora razmatrati svaki element zasebno. Dizajn dvostrukih motiva vezan je uz materijal na kojem se želi otisnuti rješenje te se mora posvetiti pažnja planiranju boja i izboru motiva. Za svaku kombinaciju tiskarskog postupka nužna su dodatna istraživanja. Reprodukcijski uvjeti jednog okruženja neće se moći direktno primjeniti na neko drugo okruženje [28].

U prijašnjim radovima su prikazane inovativne mogućnosti grafičke tehnologije za korištenje u vizuelno scenskim djelatnostima. Grafičkim tehnologijama reproducirane su individualizirane vrijednosti kostimografije u vidljivom i infracrvenom spektru. Svaki element kostima postaje vidljiv osvjetljen različitim vrijednostima valnih duljina svjetlosti promatrane kroz modificirane kamere [55].

Novim postupkom stvaraju se slojevi informacija i značenja unutar jednog proizvoda. Više značje ujedno pruža novi estetski doživljaj i potiče interakciju promatrača sa

proizvodom. Značajan doprinos InfrareDesign tehnike se očituje u neotkrivenim mogućnostima uporabe koja ovisi o dobrom poznавanju tehnike i kreativnosti autora [56]. U pripremi dizajnerskih rješenja za vizualni i infracrveni spektar dizajner mora biti i umjetnik koji stvara dvostruku sliku i tehnolog koji zadaje parametre za predloženo rješenje tiska. U cijeli producijski proces aktivno su uključeni inženjeri, informatičari i umjetnici vizualne komunikacije [8].

### **2.5.1. Aktivni utjecaj na blisko infracrvene vrijednosti materije (primjeri)**

InfrareDesign je otkrio način bojanja materije NIR svojstvima kao sustav upravljanja proširenom stvarnosti kroz dizajn, komunikaciju i sigurnosnu grafiku. Definiranjem CMYKIR separacije (InfrareDesign tehnika) otvorila su se vrata raznolikoj i kreativnoj zaštiti svih grafičkih proizvoda, ambalaže, tekstila, kože, umjetničkih djela [25,57]. Saznanja o načinima tiskanja oku nevidljivog infracrvenog spektra omogućila su kreiranje sigurnosno zaštitnih elemenata [58,59]. Otvorene su nove mogućnosti brendiranja i individualizaciju u infracrvenom spektru. Projektirana je skrivena infracrvena grafika ugrađena u luksuzni dizajnerski proizvod. Predloženo je korištenje tehnike kao standard u poslovnoj dokumentaciji i komunikaciji te zaštiti poznatih svjetskih brendova [7,31].

Blisko infracrvena informacija obuhvaća individualiziran izbor boja i sakrivenu informaciju zaštićenu od kopiranja ili reproduciranja [5]. Istraživanja primjene na osobnim dokumentima, koži i kamuflažnim uniformama osim proširenog dizajna postavila su nova pravila u zaštiti informacija koje je nemoguće kopirati ili reproducirati.

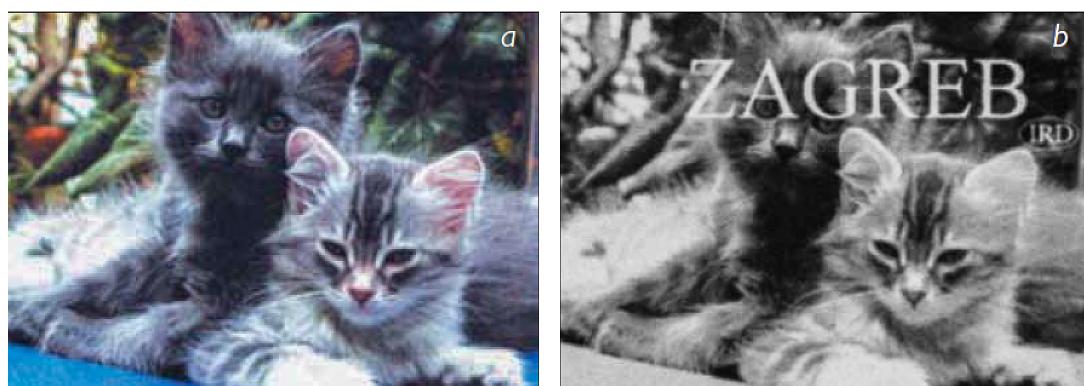
Proizvod koji na sebi ima dizajniranu skrivenu sliku ili kod, prilikom krivotvorena prolaskom kroz RGB skener izgubit će infracrveno svojstvo [40]. Ciljano projektiranje grafika koje se instrumentalno detektiraju samo izvan svijeta u kojem se prepoznaju boje, područje je koje otvara nove smjerove grafičkih tehnologija.

Aktivnim načinom upravljanja infracrvenim spektrom u mogućnosti smo zaštiti materijale od nedozvoljenog dupliciranja kako je prikazano slici izrađene ZRGB kutije (*slika 8.*).



Slika 8. ZRGB kutija sa tiskom u vizualnom i infracrvenom spektru [40]

U tisku «Vjesnik» se proučava IRD prikaz slike kao proces produkcije naklade novina [58] (slika 9.). U novinama kao imperativu razvoja grafičke tehnologije analizirao se otisak s infracrvenim bojama gdje su urednici dobili prostor stvoriti nevidljivi, a ipak strojno vidljivi podatak. Kao rezultat rada zaključuje se da je uz ne povećanje troškova proizvodnje moguće integrirati tiskanu sliku s ugrađenom nevidljivom slikom.



Slika 9. IRD tisak u Vjesnik novinama (19.10.2010.) [58]

Ovakav pristup proširuje nova saznanja o korištenju i primjeni materijala i bojila na nova, neotkrivena područja vizualizacije u području bojenja tkanina [60,61,62]. IRD metoda korištena je u raznim djelatnostima pod nazivima IRArt, IRUniforma (slika 10.) , IRMilitary

[41]. Najnovije korištenje InfrareDesign tehnike bilo je prilikom izrade 1000-te poštanske marke [31,59].



Slika 10. IRUniforma – IRD tisk na uniformama [41]

InfraredArt umjetnost definirana je u prijašnjim radovima kao tehnika slikanje slika sa dvostrukim odazivom različitim za vizualni i infracrveni dio spektra [40] (*slika 11.*).



Slika 11. InfraredArt; autorica Nada Žiljak [40]

Vlastitim svojstvima pigmenta bojila u slikarstvu omogućeno je aktivno utjecanje na blisko infracrveni spektar umjetničkih slika [8,12,63]. Demonstrirane su dvostrukе

umjetničke slike koje osvajaju novi vizualni prostor, intrigiraju i provociraju gledatelja dvostrukom porukom te jedinstveno i neprobojno štite original [57].

Standardizacijom InfrareDesign tehnike postavlja se kreativan zadatak za grafičku industriju: Kakve elemente ugrađivati u blisko infracrveni spektar materijala?

Takova nova proširena InfrareDesign stvarnost sa grafičkim infracrvenim izražajima, stvara novo, prošireno poimanje mode i dizajna svih vizualnih scenografskih i kostimografskih elemenata u svijetu oko nas [10].

### **3. NADOGRADNJA PRODUKCIJSKOG HODOGRAMA ZA IZRADU DVOSPEKTRALNIH MEDIJA**

U ovom poglavlju doktorske disertacije analizirani su i nadograđeni procesi izrade scensko izvedbenih djela prilikom izrade dvospektralnih multimedijskih projekata. Imajući u vidu nedostatke i limite u vidljivom i u infracrvenom spektru, ali i komparativne prednosti svakoga od njih, nameće se potreba za integracijom navedenih alata u više spektralnu tehniku koja će objediniti vidljivi i infracrveni spektar [37]. Budući izazov je svakako praktična integracija najnovijih tehnologija i multimodalna analiza [37].

Istraženo je područje blisko infracrvenog spektra. U ovom radu, korišteni su izrazi infracrveno, blisko infracrveno i NIR, koji se odnosne samo na dio unutar blisko infracrvenog spektra u rasponu od 800 – 1000 nm. U kreiranju novog područja dizajniranja komunikacije u dva spektra potrebno je znanje o područjima elektromagnetskog zračenja [10]. Uvođenjem InfrareDesign tehnologije kreirana je nova stenografska metoda sakrivanja informacija u promatranom spektru [54]. Tehnologija snimanja koja se danas koristi značajno je naprednija u vidljivom dijelu spektra u odnosu na tehnologiju infracrvenog spektra. Razlog tomu je činjenica da je tek nedavno tehnologija infracrvenog spektra postala dostupna širem krugu istraživača jer se donedavno primjenjivala isključivo za vojne svrhe [37]. Njegovo promatranje nije moguće bez korištenja digitalnih čipova u kamerama koji su osjetljivi na promatrano infracrveno područje [26]. Nadzorne kamere koriste čipove za bilježenje istraženog područja od 800 – 1000 nm. U nadzornim sustavima bilježi se pojedinačno, ili vizualni ili infracrveni spektar promatranih objekata. Takve kamere koriste sunčevu svjetlost za bilježenje vizualnog spektra, a u noćnim uvjetima bilježe infracrveni odaziv promatranih objekata.

Uvođenjem digitalne video reprodukcije kao nove metode u grafičkoj tehnologiji za vizualni i infracrveni spektar nadograđen je hodogram izrade multimedije. Postupak izrade dvospektralnih sadržaja otvara potrebu za novim znanjima i zaduženjima dizajnerima [56]. Prilikom pravilnog postavljanja procesa izrade scenografije i kostimografije u vizualnom i infracrvenom spektru mijenja se hodogram izrade vizualnih sadržaja [25].

Dizajniranjem komunikacije u dvostrukom spektru uvedeni su novi elementi korišteni za prijenos podataka između autora i korisnika. U produkcijskom radnom procesu uvedeni su novi načini komunikacije između svih vizualnih djelatnika [20].

Za dokazivanje teze razvijanja proširenog grafičkog prikaza materije oblikovanjem video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru izведен je multimedijski projekt sastavljen od filmskog i scenskog izvedbenog dijela. Hodogram izrade multimedije proces je izrade medijskih sadržaja. Multimedija je definirana spajanjem više medija u jednu smislenu cjelinu. Kombinacija teksta, grafike, slike i video materijala spojenih u jednu cjelinu za prikazivanje i istraživanje postavljenog scenarija naziva se multimedija [64]. Svaki proces izvedbe vizualnog dijela sastoji se od nekoliko producijskih dijelova: predprodukcija, produkcija, postprodukcija [65].

U stvaranju filmskog dijela predproducijski proces uključuje istraživanje materije i zadane tematike. Izrada scenarija, knjige snimanja, angažiranja djelatnika te određivanje lokacija snimanja sastavni su dijelovi prve faze stvaranja filma [66]. U pripremi knjige snimanja u filmskoj produkciji izvedena je nova kolona u kojoj je prikazan oku nevidljivi spektar [20]. Dizajniranje i pripremanje materijala izvodi se u izvedbenoj - producijskoj fazi projekta [67].

U predproducijskom dijelu izvedeni su scenografski i kostimografski elementi sa dvostrukim informacijama u vidljivom i oku nevidljivom dijelu spektra. Koristeći InfrareDesign tehniku prilikom kreiranja dvostrukih elemenata redizajniran je workflow – hodogram tiskarke tehnike. Početni korak podrazumijeva prihvatanje slike, jedne za vizualno područje, višebojne, na koju se primjenjuje upravljanje bojama (color management), te druge o obliku sive skale koja će biti ujedinjena u skladu sa CMYKIR principima vidljiva isključivo u blisko infracrvenom području [23].

Igrajući elementi snimani su konstruiranom ZRGB-M video kamerom. U filmskom dijelu korištena je filmska klapa za opis kadrova. U novoj metodi grafičke tehnologije paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra nadograđena je uporaba filmske klape za sinkronizaciju video blizanaca [20].

Postprodukcija je proces oblikovanja završnog materijala [66,67]. Za paralelno analiziranje izrađenih snimaka korišteni su softverski alati za obradu medija. Alatima za obradu video materijala snimljeni kadrovi montiraju se u određene cjeline. Video blizanci prikazuju različite informacije u sivom području. Utvrđene razlike kreiraju novi prošireni

prostor u dizajniranju komunikacije [20]. U finalnoj fazi dvospektralne video snimke se pripremaju za daljnju distribuciju [66].

U izvedbeno scenskom hodogramu finalni proizvod uključuje javnu izvedbu kreiranog scenarija [68,69]. Kazališna pozornica nadograđena je projekcionim platnom za paralelno prikazivanje igrajuće koreografije u infracrvenom spektru. Uvođenjem ZRGB-M video metode izvođenja spektralnih video blizanca uvodi se projektor i platno kao dijelovi scenografskog prostora u kazališnom miljeu.

U ovom poglavlju odrađeni su razgovori sa profesionalcima iz vizualno scenskih djelatnosti. Kroz razgovor su obuhvaćeni potrebni elementi za oblikovanje eksperimentalnog rada uvođenja ZRGB-M video sustava u praksi. Ispitanici su opisali svoje viđenje korištenja dvospektralnog dizajna za korištenje u filmu i izvedbenim djelatnostima. Nakon analize odgovora vizualnih djelatnika, opisani su elementi korišteni i potrebni za postavljanje reproduksijskog procesa vizualnog i infracrvenog spektra u multimedijiski projekt.

### **3.1. Razgovori sa djelatnicima iz vizualne industrije**

U svrhu uvođenja paralelne video produkcije za vizualni i infracrveni spektar u praksi prilikom izvođenja scenskih vizualnih projekata obavljeni su razgovori sa profesionalnim djelatnicima iz industrije. Izabrani su razgovori s autorima iz važnih područja faza razvoja multimedijskog projekta. Intervju je obavljen sa filmskim i kazališnim redateljem Mariom Kovačem. Ispitanik je odgovarao na pitanja o korištenju novih tehnologija u izvedbenim umjetnostima i mogućnostima postavljanja ZRGB-M video metode u svoje predstave. O izazovima dizajna dvospektralnih scenografskih i kostimografskih elemenata dizajnerica Sandra Koprivnjak ispričala je svoje iskustvo u kreiranju multimedijskog projekta izvedenog u sklopu ovog rada. Nadograđenim procesima produkcije izvedbe dvospektralnih projekata izmijenjeni su dosadašnji elementi potrebni za kreiranje filmskih i scensko izvedbenih uradaka. Modificiranje dvostrukе ZRGB-M video kamere i postavljanje rasvjete prilikom snimanja, odnosno izvedbe scena u dvostrukom spektru komentirala je filmska snimateljica Dinka Radonić. Intervjui su bili otvorenog tipa, te je svako od učesnika ostvario pravo komentara na predloženi sustav video reprodukcije za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra. Razgovorima sa profesionalcima iz vizualne djelatnosti upotpunjena su dosadašnja istraživanja o produkciji filmskih i kazališnih projekata potrebna za oblikovanje sustava dvospektralnog prikaza vizualnog i infracrvenog spektra u medijima.

#### **3.1.1. Razgovor – Mario Kovač – redatelj / scenarist**

*Mario Kovač (Zagreb, 25. Listopada 1975.), hrvatski kazališni i filmski redatelj. Kao redatelj, glumac, skladatelj, scenograf ili dramaturg sudjelovao je i u stvaranju čitavog niza amaterskih predstava i performansa. Djeluje i kao dramski pedagog te voditelj brojnih dramskih radionica. Diplomirao je 2002. godine na odsjeku Kazališne režije na Akademiji dramske umjetnosti, a doktorirao 2015. godine na Filozofskom fakultetu u Zagrebu doktorskom disertacijom na temu "Metodologija kazališnog rada sa slijepim i slabovidnim osobama".*

- **InfrareDesign tehnika u izvedbenim umjetnostima?**

Mislim da InfrareDesign tehnika u filmu i izvedbenim umjetnostima daje veliku mogućnosti kreativnih dramaturških izazova, što bi korištenjem dvostrukе scenografije i kostimografije doprinijelo dramaturgiji samog dijela. Ono što sam naučio dok sam radio sa slijepim i slabovidim osobama je da se vid «ne uzima zdravo za gotovo». U izvedbenim umjetnostima (kao predstavljena plesna izvedba u ovoj doktorskoj disertaciji) prisutna je svojevrsna igra sa gledateljem – «kome će se vjerovati – samo svojim očima».

Samim time mišljenja sam da funkcioniranje dvostrukе video reprodukcije vizualnog i blisko infracrvenog spektra neupitno funkcionira u kazalištu jer je publika koncentrirana na vještini izvedbe i načine na koje redatelj predstavlja izvođeni scenarij. U kazalištu gledatelj mora vjerovati svojim očima, dok je film medij o kojem smo već naučili kako funkcionira i od njega očekujemo da nas prevari.

- **Korištenje novih tehnologija u scenskoj umjetnosti?**

Učestala greška umjetnika je da vjeruju da svaki eksperiment mora biti uspješan, dok svaki znanstvenik zna da je u prirodi eksperimenta, da ne uspije. Pokušaji i pogreške su ono što nas tjeraju naprijed, cijelu znanstveno tehnološku industriju. U umjetnosti se teži za originalnošću. Umjetnici žele biti novi, svježi. Nemaju vremena za eksperimentiranje i to je glavni razlog zašto dolazi do sporog korištenja novih tehnologija u kazalištu.

Tehnologija i umjetnost uvijek su u nekoj revoluciji. Uvijek treba postojati period vremena da nove tehnologija budu iskorištena. Svaka tehnička revolucija bila je «na prvu» neprihvaćena od strane djelatnika struke. Na primjer, Merce Cunningham koji je iz svojih zdravstvenih potreba (imao je arthritis) počeo koristiti kompjutorske programe prilikom izrade plesnih koreografija, te je naišao na veliki otpor prema tome sa strane plesača.

Dodavanje zvuka na film bilo je na početku čudno i neobično. Glumci nijemog filma su se bojali da neće moći izvoditi postavljene im zadatke. Tehnički prijelaz sa analognog na digitalni film imalo je jako puno protivnika. Ljubitelji «filmskog zrna» bili su protivnici hladne digitalne slike.

Znanost pridonosi revoluciji uvijek kada donosi napredak, a ne šteti i nije financijski jako zahtjevno. Nemoguće je baviti se umjetnošću bez doticaja sa novim stvarima. Svaka prva i smislena korištenja nove tehnologije aktivno angažiraju publiku.

U umjetnosti poanta dijela nije najnužniji efekt, bitniji je onaj «wow efekt», a mislim da korištenjem ZRGB-M video sustava dvospektralnog videa možemo postići upravo to.

- **Korištenje predložene ZRGB-M video metode u ovom radu kroz praktični primjer?**

Jedna od predstava koje planiram raditi je «Jules Verne – 20000 milja pod morem». Jules Verne jedan je od najpoznatijih autora koji isprepliće znanost i umjetnost. Poznato je njegovo koketiranje sa znanstvenom fantastikom i istinska dostignuća u znanosti koje je uspješno uspio inkorporirati u svoja umjetnička djela. Samim time, prilikom režiranja predstave korištenjem predloženog ZRGB-M video sustava otvoriti će novu dimenziju za gledatelje.

### **3.1.2. Razgovor – Sandra Koprivnjak – dizajnerica**

*Sandra Koprivnjak je rođena 1984. godine u Zagrebu, gdje je završila Školu primijenjene umjetnosti i dizajna, Grafički odjel. Nakon srednje škole završava IT dizajn na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, te Specijalistički studij informatike na TVZ-u, Modul Dizajn i Multimedija. Tijekom studija bila je aktivna u projektu LEO (Learn English online). Od 2012. do 2017. godine obnašala je funkciju Tajnice Međunarodnog znanstvenog skupa Tiskarstvo & Dizajn, te je od 2014. do 2017. godine bila Tehnički i grafički urednik Znanstvenog časopisa Polytechnic and Design. Sudjelovala je kao istraživač u projektu istraživanja vizualnog i infracrvenog spektra na Projektini Docucentar 4500 i kao glavni dizajner na projektima "A Multimedia Show - Reproduction of Visual and Infrared Spectrum" i "TVZ Code Challenger" kao glavni dizajner.*

- **Kakve izazove vidiš u postavljanju nove metode grafičke tehnologije dvospektralne reprodukcije?**

Kao dizajnerica vidim velike mogućnosti i nove izazove prilikom kreiranja elemenata za vizualni i infracrveni dio spektra. Proces izrade dvospektralnih materijala potrebno je nadograditi traženjem blizanaca bojila. Dok sam u standardnoj pripremi koristila jedan dokument, prilikom korištenja InfrareDesign tehnike izrađuju se dva dokumenta. Izradom dvospektralnih sadržaja otvara se potpuno «novo platno» za prikaz novih elemenata. Dvije informacije koje se prikazuju na jednom mjestu. Nastaje kreativni zadatak što staviti u području nevidljivo golim okom. Kako se radi o inovativnoj tehnologiji u kojoj se grafičkim dizajnerima mijenja opis posla, potrebno je da budu informirani i u toku s najnovijim tehnologijama kako bi se iste češće koristile u industriji.

- **Vaše mišljenje o paralelnoj reprodukciji dvospektralnog sadržaja?**

Smatram da je dosta teško paralelno pratiti i vizualnu i infracrvenu sliku. Prilikom uvođenja projekcije u kazališnu dvoranu, publika kreće promatrati ono što se događa na ekranu jer se na njemu prikazuje «nešto drugo». Da bi korisnik u potpunosti uživao u dvospektralnom multimedijskom projektu potrebno mu je u počecima uvođenja ove metode objasniti što treba očekivati. Scenografija je fiksna i relativno se brzo primijete razlike u vizualnom i infracrvenom spektru. Kostimografija performera je u «pokretu», te samim time skriveni elementi nisu lako uočljivi. Publika mora krenuti gledati izvedbu sa porukom «proučavajte ono što je skriveno». Samim time mislim da je korištenje ZRGB-M video metode izvrstan dodatak za dječje predstave. Djeca su ta koja su kreativna i aktivna u traženju skrivenih informacija.

- **Kako vidite daljnje razvijanje ZRGB-M video metode?**

Daljnje razvijanje ove nove metode grafičke tehnologije vidim u raznim aspektima. Razvijanje mobilnih aparata kao uređaja, koje uvijek imamo pored sebe, a koja bi imala koje imaju već ugrađena dva objektiva za snimanje dva spektra. Samom dostupnosti i mogućnosti promatranja okoline u dva spektra vidim veliko razvijanje industrije oblikovanja reklamnih materijala i osobnih iskaznica. Korištenje ZRGB-M metode u izvedbenim umjetnostima sigurno je jedna grana u kojoj se očekuju velike inovacije.

### **3.1.3. Razgovor – Dinka Radonić – filmska snimateljica**

*Dinka Radonić je rođena 1984. u Zagrebu, gdje je 2009. godine stekla zvanje diplomirane akademske snimateljice na Akademiji dramske umjetnosti, smjer Filmsko i TV snimanje. Kao snimateljica, direktorka fotografije i redateljica, radila je na brojnim kratkim igranim, eksperimentalnim i dokumentarnim filmovima. Edukacijom se bavi vodeći filmske i snimatelske radionice u suradnji s raznim udrugama i institucijama, te predaje na Školi medijske kulture Dr. Ante Peterlić (Hrvatski filmski savez) i Školi dokumentarnog filma (Restart). Bavi se i video umjetnošću, autorica je i izvođačica audio-vizualnih djela, te je upravo u realizaciji projekta Nemoj se DURit MOLim te (u suradnji s Miodragom Gladovićem), u produkciji Kulture promjene, Studentskog centra u Zagrebu.*

- **Koji su tehnički zahtjevi prilikom oblikovanje dvospektralne multimedijiske produkcije?**

Kao filmskoj snimateljici zanimljiva mi je modificirana ZRGB kamera potrebna za kreiranje video blizanaca iz nekoliko razloga. Prvo, dosadašnje kamere snimale su uvijek određeni dio spektra i takove snimke koristile su se u unaprijed predviđene svrhe. Oblikovanjem paralelnih video zapisa i kreiranje elemenata koji su nevidljivi u vizualnom dijelu spektra je inovativna nova metoda koju svakako vidim kao budućnost kreiranja u

izvedbenim umjetnostima. Druga tehnički bitna stvar je oblikovanje rasvjete prilikom snimanja ZRGB-M video metodom.

Stavke koje su najbitnije prilikom dvospektralnog snimanja video blizanaca, uzročno su posljedične - kako snimiti, i pod kojom rasvjetom. Prilagođenom kamerom možemo zabilježiti infracrvene vrijednosti, ali jednako je bitno i kako rasvijetliti scenu da je vizualno interesantno, a i funkcionalno unutar oba spektra. U ovom području vidim golem potencijal za potpuno novo razmišljanje o oblikovanju rasvjete, te koja rasvjetna tijela koristiti u vizualnom a koja u infracrvenom spektru. Rasvjeta može dramaturški potpuno promijeniti tijek predstave u svakom spektru zasebno.

- **Korištenje ZRGB-M video tehnike u filmu i kazalištu?**

U filmskim elementima smatram da dvostruka slika ne može funkcionirati s istim intenzitetom kao i sceni, jer je gledatelj već filmski i medijski educiran pa prepoznaće te se ne uzbudjuje oko CGI tehnike ili nekih drugih vrsta filmskih postupaka. Time mislim da iako inovativna i izvediva, InfrareDesign tehnika prilikom korištenja u filmu postaje samo jedan od efekata u filmskoj postprodukciji.

U izvedbenim umjetnostima, u kazalištu, cijela priča postaje zanimljiva jer je uživo izvedena pred publikom. Neposredni pristup je pun kreativnih rješenja u kojima gledatelj uživa, zaintrigiran predočavanjem nečega što je "nevidljivo".

Kamera i rasvjeta u ovom slučaju zapravo služe kao "prenositelji" informacije gledatelju. Kao simultani prijevod stranog jezika, "prevode" gledatelju ono što on ne vidi golim okom, ali informacija postoji. U ovom slučaju, kamera nije ono s čime se kreacija oblikuje, već je u rasvjeti i scenografiji stvarateljsko područje, a kamera služi samo za prijenos informacije. Zato smatram da je izvedba uživo ono što je ključno. Kamera se u ovom slučaju ne koristi za raskadriravanje i stvaranje kompozicije izreza slike, kao što se koristi u filmskoj industriji, već ima funkciju pokazati ono što smo u nemogućnosti vidjeti golim okom. Kao naočale koje nam otkrivaju cijeli drugi sloj informacija.

Prilikom postavljanja dvospektralne multimedijiske produkcije smatram da se mijenja interna komunikacija između djelatnika u industriji. Oblikuje se novi filmski i kazališni jezik. Kreiranjem ZRGB-M video kamere potrebno je nadograditi «filmski jezik» kako bi se

olakšala suradnja i komunikacija među djelatnicima koji se bave dvospektralnim snimanjem video blizanaca.

- **Kreativno korištenje ZRGB-M metode u budućnosti?**

Snimatelji su ljudi koji se bave vizualnim, a oblikovanje rasvjete je stvaranje i manipulacija omjerima onoga što vidimo i onoga što ne vidimo. Kontrast vidljivog i nevidljivog može imati dramatičnu silinu i simboličku vrijednost. Infracrveno je zanimljivo jer ga ne vidimo, a u ljudskoj je prirodi znatiželja - ono što ne vidimo, a znamo da postoji, automatski nam budi interes.

Ovom načinom kreiranja scene, vidim veliki potencijal u oblikovanju svjetla u kazalištu. Stvaranje jedne informacije, direktno se utječe i na drugu u nekim segmentima, a u nekim uopće ne. Upravo u tim nijansama vidim golem prostor za kreativno izražavanje, jer su mogućnosti i kombinacije beskrajne. Ova bi metoda dvostrukе informacije mogla otvoriti jednu potpuno novu granu oblikovanja svjetla u kazališnoj industriji.

Prilikom osvjetljavanja kazališne pozornice potrebno je paziti da osvjetljenje bude ujednačeno kako bi slika prizora bila jasna i kako bi gledatelju omogućila slobodu izbora da sam razlučuje slučajno od neslučajnog.

### **3.1.4. Analiza sakupljenih informacija nakon interviewa**

Nakon razgovora sa profesionalnim djelatnicima izvedeni su zaključci o nadogradnji postojećih produksijskih procesa prilikom postavljanja multimedijskog projekta. Temeljem dosadašnjih istraživanja koja su pokazala da su skrivene poruke na umjetničkim slikama vidljive u bliskom infracrvenom spektru dodana je vrijednost u području slikarstva [70]. Daljnja istraživanja također pokazuju želju za korištenje metode snimanja slike ispod vidljive slike.

Do sada zaštitni elementi nisu bili razmatrani kao dio dizajnerskog rješenja već su korišteni kao tehnološki dodatak, na koji dizajner nije imao utjecaj. Novim tehnologijama skrivanja

podataka u proširenom spektru elektromagnetskog zračenja, postiže se zaštita koju do sada nije moguće reproducirati [71].

Razgovarajući s profesionalnim djelatnicima, primijećeno je da svaki od njih nalazi svoje viđenje i mogućnosti korištenja ZRGB-M metode u vlastitom području, te su dani prijedlozi novih funkcija i nadogradnje nove grafičke tehnologije. Intervjui su izvršeni kronološkim redoslijedom produkcije u svrhu prezentacije svakog pojedinog područja realizacije multimedijskog projekta. Uočene su mogućnosti širenja multimedijskog izražavanja u svim produkcionskim područjima. Nadogradnjom produkcionskih procesa, ZRGB-M metodom otvaraju se nove grane unutar svake faze izrade multimedijskog projekta, stvarajući nove oblike umjetničkog djelovanja.

Potrebna je edukacija djelatnika i korisnika za daljnji razvoj korištenja ZRGB-M metode u umjetničkoj praksi. Izvedeni su zaključci o edukativnoj primjeni nove grafičke tehnologije prezentacijom i praktičnim izvođenjem. Publiku se educira izvođenjem praktičnih primjera ZRGB-M video sustavom. Gledajući dvospektralne scensko-izvedbene projekte i samim izlaganjem takvom prikazu informacija, publika se obrazuje.

Ovakvom postavkom multimedijskog projekta, izvedena je fuzija filmskog i kazališnog izraza, te je bitno razvijati svijest i informiranost u jednom i drugom području jednako. Potrebno je uvesti i nov način komunikacije, kako među djelatnicima, tako i prema korisnicima. Predlaže se korištenje filmskih produksijskih postupaka, kao što je knjiga snimanja, te modifikacija istih unutar kazališnog načina rada, kako bi se jasnije strukturiralo scensko izlaganje.

Izvedeni su zaključci o konsenzusu ispitanika za primjenu dvospektralnog snimanja video blizanaca vizualnog i infracrvenog spektra unutar budućih projekata u svim granama umjetničke, scenske i kazališne djelatnosti.

### **3.2. Predproducijski procesi izrade multimedijskog projekta**

Uvođenjem grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru nadograđeni su procesi izrade multimedijskih projekata.

Proces predprodukcije definiran je oblikovanjem svih priprema potrebnih za izradu medijskog sadržaja [66]. CMYKIR separacijom boja kreirana je nova stenografska metoda sakrivanja informacija u oku nevidljivom području. Njegovo promatranje nije moguće bez korištenja digitalnih čipova u kamerama koji su osjetljivi na promatrano infracrveno područje [26]. Tehnička priprema izrade projekta dio je predproducijskog procesa izrade multimedije. Odabir kamere i oblika rasvjete dio su tehničke predproducijske faze [67].

Izrađen je filmski i kazališni scenarij. Filmski i kazališni uradci dijelovi su multimedijskog projekta dvospektralnog sustava proširenog prikaza sadržaja.

Dizajniranjem producijskog procesa korištenja tehnologije prilikom projektiranja komunikacije grafičkim elementima u dvostrukom spektru izrađena je knjiga snimanja – storyboard za svu daljnju komunikaciju sa suradnicima i za detaljnije objašnjenje zamišljenih elemenata. Sistematsko pojedinačno planiranje snimanih kadrova razrađeno je u knjizi snimanja za producijsku izvedbu video zapisa. Knjiga snimanja je tehnički dokument koji služi za planiranje producijske faze snimanja video materijala [67]. Knjiga snimanja imaju različite oblike, odnosno u njima može samo tekstualno biti opisano šta će se snimati ili skicirano i nacrtano točni odabir kadrova za snimajuće scene. Knjiga snimanja prikazuje se kao tablica u kojoj jedna kolona prikazuje video zapis dok druga govori o audio zapisu koji se čuje u trenutku prikazivanja videa [64]. Oblikovana je knjiga snimanja – storyboard – za vizualnu prezentaciju kreirane ideje. Korištenjem ZRGB-M video metode paralelnog bilježenje vidljivog i nevidljivog spektra izrađena knjiga snimanja nadograđena je dijelom koji prikazuje infracrvene informacije. Predproducijski proces uključuje angažman sudionika multimedijskog projekta. Na temelju izvedene knjige snimanja kreirani su kostimografski i scenografski elementi. Odabir igrajuće rekvizite sastavni je dio procesa oblikovanja scenografskih elemenata [66].

Nakon izvedenog scenarija i knjige snimanja sljedeći korak u predproducijskom procesu je definiranje lokacija snimanja [72]. Odabir lokacija snimanja iznimno je važan dio

predprodukcijskog procesa zbog organiziranja i postavljanja tehnike za izvedbu kvalitetne video snimke [65].

Snimanje u studijskim uvjetima predstavlja kontrolirane uvjete u kojima možemo utjecati na sve tehničke elemente produkcije. Osim kontrole elemenata željene postavke se mogu reproducirati mnogo puta [67]. U studiju se koristi umjetna rasvjeta s raznim vrstama žarulja koja je omogućuje pravilno osvjetljavanje.

Prilikom snimanja u eksterijeru, vanjskim prostorima najveći problem su nekontrolirani radni uvjeti. Svaka različita situacija vremena – sunce, oblaci, vjetar, kiša – utječu na svjetlosne uvjete okoline, te rasvijetljenost određenog elementa sa dvostrukim sadržajem u dvostrukom spektru. Iako sunčeva svjetlost daje veliko zračenje infracrvenog spektra, u ekstremnim uvjetima (intenzivno sunčano, izrazito oblačno) stvara se problematika prilikom gledanja oku nevidljivog područja [10]. Eksterijerno snimanje vremenski je ovisno, odnosno mijenja se osvjetljenje pojedinih elemenata u određenim dijelovima dana (jutro, podne, večer) [72]. Za snimanje u večernjim satima potrebno je osvijetliti snimajuće objekte sa umjetnom rasvjетom od kojih neke zrače blisko infracrvenu svjetlost, a druge ne. Prilikom snimanja u vanjskim prostorima puno se pažnje posvećuje pregledu lokacija i mapi sunca, te se bilježe podaci gdje se sunce nalazi u određeno doba dana na toj lokaciji [66]. Uvodeći novu ZRGB-M video metodu u praksi, odabir umjetnih izvora NIR rasvjete za vanjsku uporabu vrlo je bitan kako bi sa jednim rasvjetnim tijelom omogućili vidljivost oba spektra.

### **3.3. Snimanje materijala i oblikovanje rasvjete**

U cilju uvođenja ZRGB-M video metode dvospektralnih bilježenja okoline oblikovani su filmski i kazališni uradci kao dijelovi multimedijskog projekta. Dizajniranje komunikacije oblikovano je korištenjem odaziva scenografskih i kostimografskih elemenata u oku nevidljivom spektru. Proširenom spektrom kreirana je komunikacijska platforma između autora i korisnika za izvođenje i načina primjene te korištenja video blizanaca vizualnog i infracrvenog područja.

Oku nevidljiv spektar sniman je kroz modificiranu video kameru [2]. Arhitektura vizualnih kamera promatra materiju u širem području od oku vidljivog spektra. Zamjenom filtera sa senzora digitalnog čipa u vizualnoj kameri kreirana je kamera za bilježenje spektralnog područja od 1000nm [26]. U svrhu izvedbe multimedijskog projekta definirana je ZRGB-M video kamera za snimanje spektralnih video blizanaca u vizualnom i infracrvenom području.

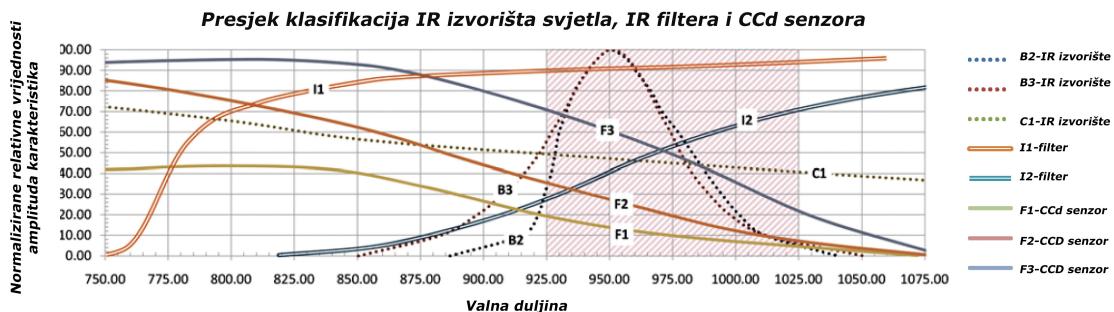
Kako bi se nešto vidjelo, to mora biti osvjetljeno. Osnovna uloga i temeljna funkcija osvjetljenja je jednaka kao i uloga rasvjete u zbilji - ona je preduvjet za (ne)prepoznavanje pojedinih bića [73]. Osvjetljenjem postižemo atmosferu i ugođaj, pa time uvjetujemo različita gledateljeva raspoloženja. Za oblikovanje produkcijskih procesa ZRGB-M video metode istraženi su oblici umjetnih izvora svjetlosti za odaziv u vizualnom i infracrvenom spektru. Korištenjem jedne vrste rasvjete optimiziran je proces izrade dvospektralnih video blizanaca.

#### **3.3.1. Konstrukcija ZRGB kamera**

Konstruirana je dualna video kamera (ZRGB-M kamera) složena od dvije zasebne kamere gdje objektivi jedne kamere snimaju vizualni spektar (RGB: 390 do 750 nm), dok druga kamera promatra apsorpciju dijela blisko infracrvenog spektra (Z: 800 - 1000 nm) [26]. Senzorni element koji pretvara svjetlosne fotone u električni naboј za kreiranje piksela (eng. picture elements) je CCD čip (Charge Coupled Device). On u kamerama svjetlo preusmjerava na fotoosjetljivi, poluvodički element napravljen na bazi silicija [74]. Kao osnovni element

svake video kamere na površinu čipa kroz objektiv prolazi svjetlo te se na taj način stvara elektronična forma promatrane slike. Ovisno o arhitekturi izrade CCD čipa razlikujemo spektarnu osjetljivost između 350 i 1400 nm te je tako omogućeno bilježenja šireg spektralnog područja od spektra vidljivog golom oku [75]. Iako CCD senzori nisu jedina vrsta tehnologije koja omogućuje snimanje svjetla, oni se koriste u širokom rasponu za profesionalne ciljeve, u medicini, znanstvenim i vojnim svrhama.

Sunčeva svjetlost emitira elektromagnetska zračenja širokog spektra dok digitalno bilježenje svjetlosti snimamo na silikonske čipove (*slika 12*). Spektar vidljiv golom ljudskom oku samo je dio elektromagnetskog područja koje CCD čip može zabilježiti.



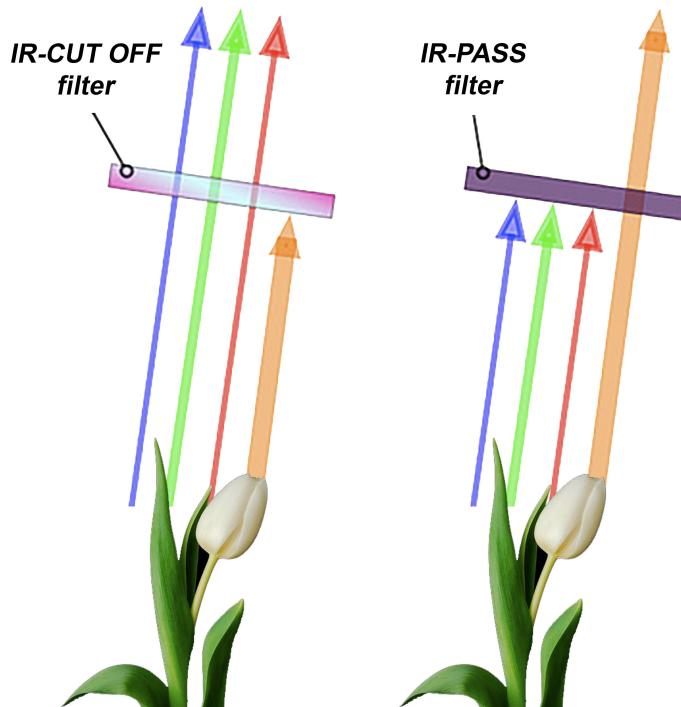
*Slika 12. Presjek klasifikacija IR izvorišta svjetla, IR filtera i CCD senzora [26]*

Dugo vremena je fotografski film bio svjetlosni detektor i to dosta neučinkovito. Svega jedan od 50 fotona pokrenuo kemijsku reakciju koja je potrebna za stvaranje fotografskog slikovnog elementa. Trenutačno su CCD i CMOS (eng. Complementary Metal Oxide Semiconductor) najosjetljiviji detektor svjetla [25].

CMOS je tehnologija za izradu digitalnih i analognih mikroelektroničkih sklopova [74]. Razvijanje CCD i CMOS čipova pokrenuto je otprilike u isto doba 60-tih godina prošlog stoljeća. Jeftinija tehnologija izrade i kontinuirano razvijanje CMOS tehnologije razlog su korištenja čipova u profesionalnoj video produkciji. Kamere na mobilnim telefonima izvedene su sa CMOS čipovima. CMOS tehnologija također bilježi sliku šireg spektra od vizualnog područja [76].

Čipovi su ugrađeni u današnje digitalne kamere, fotoaparate, skenere, teleskope i mikroskope. Kada fokusirano svjetlo padne na jedan CCD slikovni element stvara se količina naboja proporcionalna naboju fotona na tom mjestu. Ova tehnologija je osjetljivija oko 35 puta više nego fotografski film [25].

Na kamerama koje snimaju fotografije na CCD čip postavljen je IR-cut off filter koji odstranjuje svjetlosna elektromagnetska zračenja veća od 700 nm te prikazuje isključivo ljudski vidljivi spektar [26]. Fizičkim modificiranjem kamere odstranjuje se filter te se na njegovo mjesto postavlja IR-pass filter koji sprečava prolazak vidljivog spektra, a na čip propušta blisko infracrveni sunčevi dio spektra (*slika 13*).



*Slika 13. Ir-cut off and IR-pass filter*

Izvedena je ZRGB kamera za fotografiranje objekata u vizualnom i infracrvenom spektru. Korišteni su Casio NX-70 fotoaparati sa CCD čipom za bilježenje slike [8]. Jedna kamera je modificirana uklanjanjem IR-Cut filtera za snimanje infracrvenog područja. Kreirana kamera nazvana je Z kamera, za bilježenje vrijednosti radijacije 1000 nm koristeći sunčevu svjetlost. Kamere su imale dva odvojena mehanizma za pokretanje snimanja. Postavljene su na metalnu pločicu te su pričvršćene za stativ za kreiranje ravne izjednačene

horizontalne slike (*slika 14.*). Zbog udaljenosti dva objektiva dvostrukih mehanizama slike snimljeni blizanci imaju pomak u perspektivi [8]. Predložena je nadogradnja ZRGB sustava sa čvršćom metalnom konstrukcijom za povezivanje dva fotoaparata.



*Slika 14. Konstruirana ZRGB kamera sa metalnom pločicom*

Konstruirana ZRGB-M kamera paralelno bilježi RGB i Z pokretnu sliku snimane okoline. Kamera koristi dnevno svjetlo bez zasebno ugrađenog infracrvenog izvora što omogućuje snimanje objekata u neposrednoj blizini i na velikoj udaljenosti [8]. U dosadašnjim radovima predložena je uporaba dnevnih dvostrukih kamera sa mogućnošću paralelnog snimanja video blizanaca u vizualnom i infracrvenom području. Video kamere konstruirane su za bilježenje jednog od dva područja: ili vizualnog (dnevnog) ili infracrvenog spektra (noćnog, uz NIR izvor svjetla). Time je proširena informacija o okolišu [8]. Snimanje u dva spektra je polazište za razvoj novog sustava u dizajnu vizualnih informacija. Kombinirajući tehniku dvostrukog dnevnog snimanja i InfrareDesign tehnologije stvorena je novo područje za umjetnički dizajn [10].

### 3.3.2. Karakteristike svjetla

Elektromagnetski spektar je širok, a oko može registrirati samo jedan njegov mali dio. Radi se o području od 390 do 750 nm. Ljudsko oko je precizno i osjetljivo, te može registrirati i najmanje promjene u nijansama boje ili intenzitetu osvjetljenja, no procjenjuje ih usporedbom, a ne kao apsolutnu vrijednost [77]. Za mjerjenje vrijednosti osvjetljenja koristi se instrument za izračunavanje svjetlosne jakosti [78]. Svjetlomjer određuje elemente

ekspozicije, te prikazuje koliko dugo treba osvjetljavati CCD čip na kameri pri nekom otvoru objektiva i osjetljivosti medija.

Za statične motive s konstantnim osvjetljenjem na kameri je dovoljno mijenjati tri postavke koje se definiraju kao „ekspozicijski trokut“. To su: vrijeme eksponiranja, otvor objektiva i osjetljivost foto senzora [76].

Te tri postavke su u svojevrsnoj ravnoteži jer promjenom jedne potrebno je promijeniti još jednu ili obje u kompenzacijском smjeru kako bi svjetlost pobudila senzor istim intenzitetom [79].

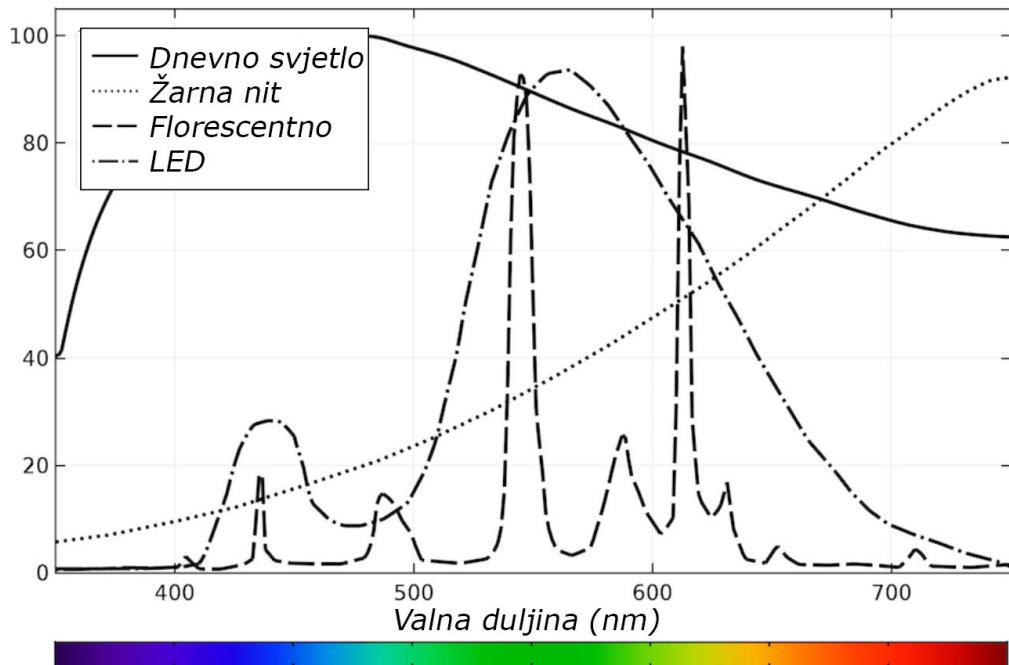
Rasvjetljenost je mjerilo za količinu svjetlosnog toka koji pada na određenu površinu. Jedinica za rasvjetljenost je lux (lx). Lux je definiran kao rasvjetljenost 1 kvadratnog metra na koju pada ravnomjerno raspodijeljen svjetlosni tok od 1lm. Radi se isključivo o računskoj veličini, koju naše oko ne primjećuje. Jedinica za jakost osvjetljenja je lux (lx) ili foot-candle (fc) [76]. Jakost osvjetljenja je količina svjetlosne energije koja svake sekunde pada na jediničnu površinu. Prirodnom sunčevom svjetloču tokom sunčanog dana osvjetljen je objekt oko 100.000 Lx, dok je tmuran dan od 1000 do 10.000 lx. Sumrak osvjetljuje objekt do 10 Lx, a noć manje od 0,1 lx.

U radnim interijerima, izmjereni su intenziteti osvjetljenja na različitim lokacijama. U uredima od 350-700 lx, dok u robnim kućama i trgovinama od 100 – 300lx. [76]

Kao umjetna rasvjeta koriste se različite vrste rasvjetnih tijela. Iako se u profesionalnom svijetu mogu naći HMI i fluorescentna rasvjeta, ona koja se najčešće koristi je LED i Tungsten rasvjeta. Svaki odabir rasvjetnih tijela ima svoje prednosti i mane u izradi produksijskog plana za vizualno snimanje [67]. Uvođenjem ZRGB-M paralelnog sustava snimanja vizualnog i infracrvenog spektra nužno je osvjetljenje snimanog objekta za oba područja. Starija rasvjetna tijela koja se koriste u filmskoj industriji su Tungsten rasvjetna tijela sa žarnom niti. Ovakva rasvjeta ima vrlo konstantnu, čistu svjetlost kako za oko tako i za čip kamere [73]. Kako ove tijela rade sa žaruljama vrlo se brzo zagriju te su vrlo vruća prilikom dugog rada. Većom snagom i kućišta žarulja su veća te samim time postaju i glomaznija te teža za transport.

Žarna nit je u mogućnosti dati rasvjetljenost u širem spektru od LED rasvjete te infracrvena područja materije brže dođu do izražaja. Iako tehnički za ovaj eksperiment žarne niti u teoriji

funkcioniraju bolje, odnosno daju širi spektar svjetlosti, zbog velike finansijske razlike odlučili smo eksperimentirati sa oba dva umjetna rasvjetna tijela (*slika 15.*).



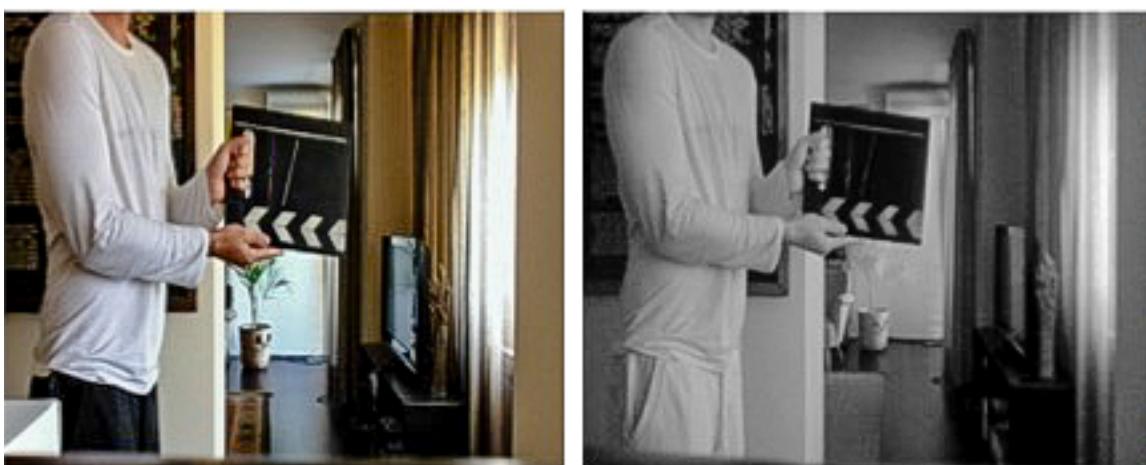
*Slika 15. Spektralni odaziv različitih umjetnih izvora rasvjete [80]*

LED (eng. Light Emitting Diode) je čvrsto fizičko tijelo koje kao poluvodički element pretvara električnu energiju direktno u svjetlost za razliku od do sada poznatih tipova žarulja, koje moraju proizvesti toplinu koja onda daje svjetlost [81]. LED pretvara električnu energiju u fotone koje onda vidimo kao svjetlost. Ne zrači u UV i IR spektru. Ne sastoji se od štetnih materijala. Troši jako malo energije. Traje izuzetno dugo - preko 50.000 sati. Izumljena je 60-tih godina prošlog stoljeća, ali se tek od kasnih 90-tih počinje koristiti kao rasvjeta. Prednosti LED rasvjete su temperatura rasvjetnih tijela, njihova težina prilikom raznošenja i postavljanja te jednostavnost uporabe. Korištenje LED rasvjete ima također mogućnost skaliranja jačine rasvjete te reguliranje temperaturu boja uz pomoć filtera. Zbog svih nabrojenih razloga korištenja LED rasvjete je vrlo uobičajeno i standardno u studijskim uvjetima umjetnog osvjetljenja. LED rasvjeta daje svjetlo koje nema izraženih infracrvenih vrijednosti.

### 3.4. Obrada snimljenih dvostrukih spektarnih blizanaca

Igrajući elementi snimani su konstruiranom ZRGB-M video kamerom. U filmskom snimanju koristi se filmska klapa za opis kadrova [67]. Prilikom postavljanja nove metode grafičke tehnologije paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra nadograđena je uporaba filmske klape za sinkronizaciju video blizanaca. Snimljeni video blizanci obrađeni su softverskim alatima za obradu videa i pripremljeni za reprodukciju u kazališnoj dvorani. Kazališna pozornica nadograđena je projekcionim platnom za paralelno prikazivanje igrajuće koreografije u infracrvenom spektru. Potrebno je uvesti nove tehnologije u kazališnu dvoranu [82]. Projektor i platno postavljeni su kao dijelovi scene multimedijskog projekta.

U svrhu oblikovanje dvospektralnih video zapisa modificirana je RGB kamera. Izvedenom ZRGB-M video kamerom snimane su scene predviđene u scenariju. Prilikom snimanja korištena je filmska klapa (*slika 16.*). Filmska klapa je alat koji nam pomaže u filmskom svijetu usinkroniti sliku i zvuk, odnosno dvije slike [67]. U profesionalnom svijetu slika i zvuk snimaju se na dva odvojena medija, te se tek u postprodukciji pripajaju zajedno u jednu cjelinu. Kako bi montažeru bilo jednostavno pronaći mjesto gdje postaviti audio traku naspram video trake udarac klape se vrlo jasno čuje u audio kanalu i vidi na video slici [64]. Sinkronizacija se može vršiti i na dvije odvojene video snimke ukoliko ne okidamo paralelno dvije kamere u isto vrijeme.



*Slika 16. Upotreba filmske klape prilikom dvospektralnog snimanja*

Treći razlog korištenja klape je za pisanje informacija o snimanom kadru. Na ploči je zapisan broj ili naziv scene koja je snimana, lokaciju i broj repeticije (ponavljanja određene scene). Na taj način u procesu produkcije asistent slaže kadrove po osnovnom scenoslijedu za daljnji rad.

Montaža video materijala završni je proces izrade filmskog djela [67]. Snimljeni video blizanci ZRGB-M kamerom zapisani su na memoriske kartice za svaki spektar zasebno. Adobe Premiere profesionalna je aplikacija za nelinearnu obradu video sadržaja (*slika 17.*). Uz mogućnost rada za istovremenim radom sa višestrukim raznim video formatima aplikacija nam pruža okruženje za izradu video efekata [83]. Izrada titlova, obrada zvuka i korekcija boje slike sastavni su dio aplikacije. Korištenjem aplikacija za obradu video materijala snimke se obrađuju u jedinstvenu cjelinu. Snimljeni kadrovi poredani su redom po kreiranom scenariju.



Slika 17. Sučelje Adobe Premiere CC 2017 programa za obradu videa

Za potrebe doktorske disertacije koristila se zadnja inačica aplikacije u potpunosti prilagođena za obradu videa visoke rezolucije [83]. Prilikom rada na starijim verzijama aplikacije koje nisu prilagođene za rad za video materijalima u visokoj rezoluciji u reprodukciji slike dolazilo je do zastajkivanja videa. Starija izdanja ove iste aplikacije ne mogu procesuirati veliku rezoluciju slike te prilikom analiziranja i montiranja materijala dolazi do zastajkivanja slike što onemogućava kvalitetno promatranje video blizanaca. Nakon završne obrade snimljenog materijala, cijelovit video se priprema za prezentaciju u kazališnoj dvorani. Video materijal predviđen za reprodukciju na velikom platnu finalizira se u visokoj rezolucije finalnog videa [84].

#### **4. DNEVNIK EKSPERIMENTALNOG RADA – NOVI PRISTUP IZRade DVOSPEKTRALNOG MULTIMEDIJSKOG PROJEKTA**

U ovom poglavlju izvedene su eksperimentne postavke produkcijskih elemenata za oblikovanje multimedijskog projekta kao dokaz teze o stvaranju inovativnog kreativnog autorskog područja kreiranjem odvojenog sadržaja za vizualni i infracrveni spektar. Nadograđeni su dosadašnji procesi izrade multimedijskih projekata sa novim planiranim infracrvenim područjem. Sama spoznaja o nevidljivoj slici nije dovoljna za otvaranje novog smjera u dizajniranju komunikacije. Osmišljen je scenarij koji svojom fabulom informira gledatelje o osnovnim pojmovima istraživanog područja. Nadodani su novi elementi sa informacijama o blisko infracrvenom području prilikom izrade knjige snimanja za produkciju komunikaciju djelatnika vizualnih usmjerenja.

Konstruirana je ZRGB-M (M – motion; pokret) video kamera za paralelno snimanje elemenata u dvostrukom spektru. Modificirana je vizualna kamera za snimanje blisko infracrvenih refleksija promatranih objekata. Zamjenom objektiva bez IR-cut off filtera konstruirana je Z kamera za bilježenje infracrvenog spektra. Druga kamera istovremeno snima vizualni spektar. Konstruiranom ZRGB-M video kamerom paralelno su snimani video blizanci u dva spektra. Bilježenjem dvostrukih video zapisa razvijen je prošireni grafički prikaz materije. Korištena su kamere sa visokom rezolucijom slike kako bi svi daljnji radovi kvalitetno bilježili video zapis vidljivog i oku nevidljivog spektra.

Na temelju razgovora sa filmskim djelatnicima postavljen je eksperiment osvjetljenja elemenata sa dvostrukim sadržajem za snimanje bez prirodne rasvjete. Testirana su rasvjetna tijela u studijskom prostoru za optimiziranje procesa osvjetljena dvospektralne reprodukcije. Istražena su LED umjetna rasvjetna tijela i svjetlosna tijela sa žarnom niti. Definirane su tehničke potrebe produkcijskog procesa prilikom uvođenja dvostrukog spektralnog izričaja u kazališni milje. Korištenje platna i projektora nužno je u metodi paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra.

Oblikovani su video materijali snimaka vizualnog i infracrvenog spektra paralelnim montiranjem u fazi postprodukciji filmskog rada. Prikazane su i izvedene razlike crno-bijelog video materijala snimljenog RGB kamerom i slike infracrvenog spektra.

Svi snimljeni materijali obrađeni su u aplikaciji za obradu video zapisa. Definirane su metode prikaza s obzirom na vidljive i oku nevidljive grafičke elemente. Paralelnim promatranjem sličnosti i razlika u dva odvojena spektra oblikovana je indirektna informacija. Jednospektralnim prikazom prikazana informacija ne mora biti potpuna. Tek gledajući ih usporedno korisnik stvara treću informaciju koja funkcioniра isključivo integriranjem vizualnog i infracrvenog podatka. Ovisno o definiranim metodama snimanja dvostrukog spektra kreirani su različiti prikazi vidljivih i golom oku nevidljivih elemenata. Korištenjem dvostrukog spektra u multimedijskom projektu uveden je proces reprodukcije kao inovativna metoda u grafičkoj tehnologiji.

Sve postavke eksperimentalnog rada pripremljene su za javno publiciranje u cilju daljnog istraživanja i anketiranje ljudi iz svih sfera vizualne industrije. Edukacijom ljudi iz vizualne industrije o mogućnostima korištenja infracrvenog spektra i producijskim procesima izvedbe multimedijskih dvospektralnih prezentacija uvodi se ZRGB-M video metoda u praksu.

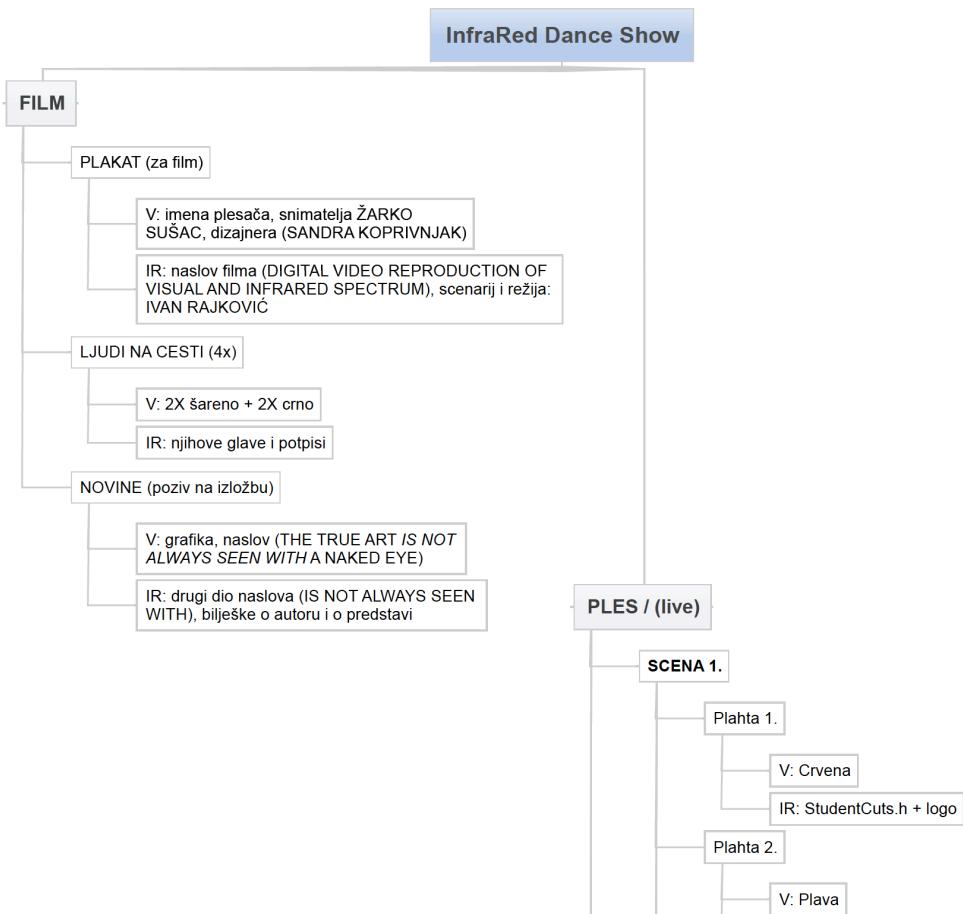
Uvođenjem nove ZRGB-M grafičke tehnologije oblikovano je novo korisničko iskustvo. Stvaranjem međusobnog odnosa vidljive i oku nevidljive slike nastaje novi kanal između autora i korisnika. Gledatelji mora aktivno usmjeravati pažnju na vizualni ili infracrveni dio prikazanog objekta. Aktivno praćenje gledatelja potrebno je za uspješnu komunikaciju prilikom prikaza dvije paralelne scene dvostrukog spektra.

#### **4.1. Izrada scenarija i knjiga snimanja multimedijskog projekta**

U svrhu dokazivanja teze paralelne digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji izведен je multimedijski projekt. Projekt se sastoji od filmskog i scenskog medija kao komunikacijskih platformi za primjer izvođenja video blizanaca u praksi. Eksperimentalni interdisciplinarni multimedijski projekt kroz fuziju filma i plesne predstave nastoji približiti razumijevanju infracrvenog područja i njegovih mogućnosti. Oblikovanjem dvospektralnog multimedijskog projekta prikazana je primjena infracrvenog područja kao novog proširenog prostora dizajna vizualnih komunikacija koji se simultano odvija u dva spektra. Dizajnirane dvostrukе spektralne scene dokazuju mogućnosti paralelne video reprodukcije za buduće pisce scenarija scensko vizualnih formi. Dvospektralni multimedijski projekt kreiran je korištenjem znanja svih dosadašnjih istraživanja i prikazivanjem mogućnosti nove ZRGB-M metode u grafičkoj tehnologiji.

Tehnika oblikovanja video blizanaca za dvostruki spektar podrazumijeva educiranje na mnogostrukim razinama. U producijskoj pripremi izrade elemenata različitog sadržaja za vizualni i infracrveni spektar svi djelatnici moraju poznavati produkcijske korake nove metode grafičke tehnologije. Paralelna digitalna video reprodukcija vidljivog i nevidljivog dijela spektra traži ljude koji sudjeluju u svim fazama izrade dvostrukih scensko vizualnih elemenata. Međusobna komunikacija sudionika u procesu izrade video blizanaca mora biti jasno definirana za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra.

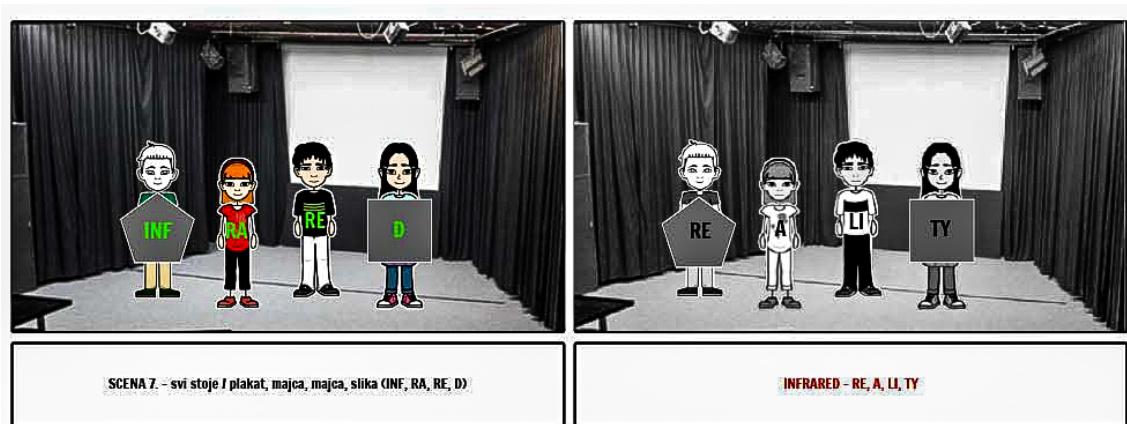
Oblikovan je novi način komunikacije i bilježenja dvospektralnih elemenata u digitalnom okruženju kroz izrađen scenoslijed (*slika 18*). Opisan je vizualni element nakon kojeg slijedi infracrveni element. Prilikom uvođenja tehnika reprodukcije video blizanaca dvostrukog spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji nužno je definiranje pravila komunikacije za sve djelatnike u vizuelnoj industriji.



Slika 18. Dvospektralni scenoslijed

U cilju definiranja procesa izvedbe paralelne digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra kreirana je proširena knjiga snimanja - storyboard. Izvedena knjiga snimanja korištena je kao komunikacijski alat u izvedbi scenografskih elemenata multimedijskog projekta. U knjizi snimanja na lijevoj strani prikazan je vizualni spektar predložene kazališne scenografije (*slika 19.*). Na desnoj strani proširene knjige snimanja prikazan je video blizanac scene koji je promatran kroz Z kameru. Izradom proširene knjige snimanja u producijskom procesu grafičkog prikaza materije u vizuelnom i infracrvenom spektru nadograđen je jedan od elemenata u producijskom hodogramu izrade proširenih medijskih sadržaja.

Gledatelj aktivnim promatranjem paralelno uživa u vizuelnom i infracrvenom spektru kako je i skicirano u knjizi snimanja.



Slika 19. Storyboard za kazališnu predstavu

Do ovog rada, infracrveni spektar nije korišten kao nositelj informacije prilikom komunikacije sa gledateljem u filmskom i kazališnom mediju. Snimanjem i reprodukcijom oblikovanih scenografskih elemenata različitog sadržaja za vidljivi i nevidljivi dio spektra dokazana je nova ZRGB-M metoda u grafičkoj tehnologiji.

Paralelnom digitalnom video reprodukcijom vizualnog i infracrvenog dijela spektra otvoreno je novo područje u proširenom bilježenju okoline i dizajniranju svakodnevne komunikacije.

#### 4.2. ZRGB-M video kamera

U svrhu uvođenja grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru kreiran je multimedijijski projekt sastavljen od filmskog i scenskog djela. Izvedeni projekt sniman je konstruiranom ZRGB-M kamerom. Nadograđena je ZRGB kamera sa GoPro Hero 4 Black video kamerom za snimanje video materijala visoke rezolucije (*slika 20.*).



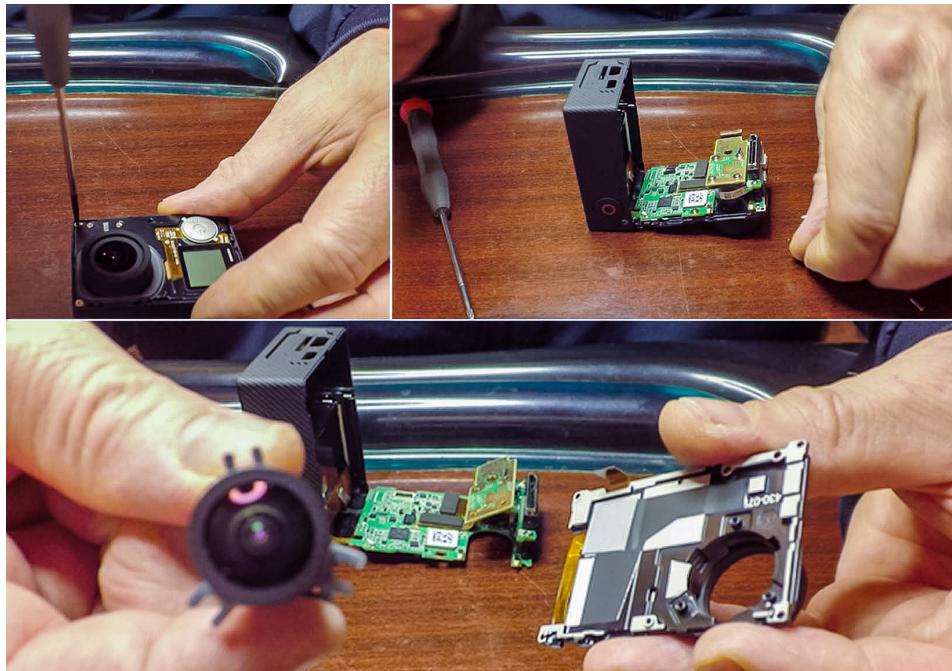
*Slika 20. GoPro Hero 4 Black video kamera*

ZRGB-M video kamera nazvan je sustav sa dvije kamere koje istovremeno snimaju na dva odvojena medija pokretne slike u vizualnom i blisko infracrvenom području. Snimanje pokreta (eng. Motion) označeno je sa M u ZRGB-M video sustavu.

Izvedena je rekonstrukcija GoPro kamere sa mogućnošću snimanja slika i video zapisa u visokoj rezoluciji. Broj sličica u sekundi koji se koristi je 30. Veličina rezolucije video snimaka postavljena je na 4K (3840x2160 px). Ove postavke omogućuju nam snimanje slike visoke kvalitete za kasniju obradu i reprodukciju na daljnje medije.

Sastavljene su kamere korištenjem dvije identične «GoPro Hero 4 Black» video kamere. U svojoj originalnoj konfiguraciji senzori bilježe infracrveno područje, ali ugrađenim IR-Cut filterom spriječen je zapis oku nevidljivog spektra. Kamera je prerađena i modificirana uklanjanjem IR-Cut filtera sa originalnog objektiva i postavljanjem IR-Pass filtera za bilježenje blisko infracrvenih informacija korištenjem dnevnog svjetla. Kamera koja bilježi isključivo infracrveni spektar promatranog objekta nazvana je Z kamera.

Kao druga kamera u sustavu korištena je GoPro video kamera za bilježenje RGB vizualnog spektra. Na obje kamere zamijenjen je objektiv manje žarišne duljine za snimanje identičnih video blizanaca u dvostrukom spektru. Cijeli proces modificiranja ZRGB-M GoPro video kamere zabilježen je video snimkom za kasnije korištenje u filmskom dijelu multimedijiskog projekta (*slika 21.*).



*Slika 21. Postupak zamjene objektiva na GOPRO 4 kamери [90]*

Konstruirana ZRGB-M kamera korištena je za snimanja pokretne slike visoke rezolucije. Kamere koriste dnevnu sunčevu svjetlost za oblikovanje zapisa promatrane materije. Kamere su postavljene na automatski način rada. Automatske postavke na kamere omogućavaju da kamera samostalno kontrolira kako i koliko svjetlosti stiže u unutrašnjost kamere. Smanjenjem rasvjete u prostoriji gdje snimamo kamera će automatski produljiti duljinu ekspozicije ili će povećati osjetljivost digitalnog senzora. Slika je uvijek snimljena u optimalnoj vizuri.

Kako bi kamere snimale izjednačenu horizontalnu sliku njihovi objektivi moraju biti pozicionirani što bliže jedan drugom te su kamere postavljene obrnuto, odnosno jedna snima vertikalno okrenutu sliku. Korištena kamere u svojim postavkama ima mogućnost raspoznavanja «obrnute» slike pa ju prilikom reprodukcije automatski rotira i pravilno

prikazuje. Kamere su postavljenje u plastično kućište kako se objektivi ne bi pomicali (*slika 22.*). Takvom postavom oblikujemo identične kadrove paralelno snimljene u vizualnom i infracrvenom spektru. U zatvorenom kućištu nije moguće pristupiti okidaču svake kamere zasebno. Prije postavljanja kamera u kućište bitno je podesiti postavke snimanja na svakoj kameri jednako.



*Slika 22. Sustav dvostrukih kamera obrnutih objektiva na prsima snimatelja [90]*

Kamere su bežično povezane na mobilnu aplikaciju koja je instalirana na pametni telefon. Kroz aplikaciju u mogućnosti smo odabrat pojedine postavke i načine rada video kamere te imati direktni prijenos snimane slike. Kamerama se upravlja preko daljinskog upravljača.

Izvedenom ZRGB-M video kamerom konstruiran je video sustav za paralelno snimanje video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru.

#### **4.3. Rasvjeta elemenata u dva spektra**

Oblikovanjem video blizanaca različitih informacija u vizualnom i infracrvenom spektru dokazana je teza o razvijanju proširenog grafičkog prikaza materije. Izведен je multimedijijski projekt sačinjen od filmskog i izvedbenog scenskog medija. Svaki pojedini medij sniman je modificiranom ZRGB-M video kamerom. Za kvalitetnu izradu video sadržaja svi snimani objekti moraju biti osvjetljeni.

Filmski materijal sniman je na vanjskim lokacijama bez dodatnih rasvjetnih tijela. Korištenjem tradicionalnih kamera u različitim svjetlosnim uvjetima balansiranjem «ekspozicijskog trokuta» oblikovana je tehnički ispravna fotografija. U izvedenom ZRGB-M GoPro video sustavu kamere su postavljene su na automatsko postavke izrade video zapisa. Snimanjem u eksterijeru koristeći sunčevu svjetlost kao izvor osvijetljenosti snimanih elemenata kreiran je video materijal sa tehnički ispravnom slikom.

U zatvorenim uvjetima kazališne pozornice korištena su rasvjetna tijela za osvjetljenje objekata na pozornici. U kreiranju ZRGB-M video procesa dvospektralne produkcije nisu korišteni dodatni infracrveni izvori rasvjete. U eksperimentalnim probama korištenja infracrvenih izvora svjetla reproducirani video zapis bio je preeksponiran i tehnički neispravan. Prilikom postave scenskog dijela multimedijijskog projekta korištena su rasvjetna tijela koja se koriste u tradicionalnoj kazališnoj produkciji. Prikupljena istraživanja o umjetnim rasvjetnim tijelima prikazale su rezultate različitih odaziva u promatranim područjima zračenja. Istražene su vrste umjetnih izvora svjetla sa najboljim odazivom u vizualnom i infracrvenim spektru za postavljanje producijskih uvjeta nove metode grafičke tehnologije. U istraživanju je mjerena rasvijetlenost pojedinog objekta kao mjerilo za količinu svjetlosnog toka koji pada na određenu površinu. Definiranjem sustava osvjetljavanja dvostrukе scenografije umjetnim izvorima svjetla nadograđen je još jedan producijski element izrade spektralnih video blizanaca.

Izvedene su tehničke postavke umjetnih oblika rasvjete za korištenje u kreiranju dvospektralnih scena. Korištena su rasvjetna tijela sa odazivom u vizualnom i infracrvenom spektru. U studiju na Tehničkom Veleučilištu u Zagrebu za potrebu istraživanja korištena je LED i Tungsten rasvjetu (*slika 23.*).



Slika 23. Postava u studiju za istraživanje umjetnih oblika rasvjete

Kao mjerni instrument korišten je svjetlomjer sa kojim je računata količina svjetla koja pada na sam snimani sadržaj. Temperatura boje bila je postavljena na dnevno svjetlo, odnosno 5600 K. Kao snimanu materiju u eksperimentu korišten je prsluk izrađen InfrareDesign tehnikom sa nevidljivom slikom i tekstrom «Maša». Udaljenost InfrareDesign prsluka od objektiva bila je postavljena na 1 metar. Postavke ZRGB-M video kamere bile su podešene su na automatski način rada. To u praksi predstavlja automatizirano prilagođavanje ekspozicijskog trokuta za tehnički pravilnu izradu fotografije.

Osvijetljenost objekta je informacija koja je ovim eksperimentom istraživana. Krenuvši od početne skale 0, tražena je količina osvijetljenja koja je potrebna da bi se tehnički ispravno vidjele slike u vizualnom i infracrvenom spektru. Postavljen je uvjet definiranja elemenata rasvjete unutar procesa dvospektralne produkcije o korištenju najčešće prisutnim i cjenovno prihvatljivim umjetnim rasvjetnim tijelima. U istraživanju video reprodukcije paralelnih video blizanaca cilj je osmisiliti sustav rasvjete koji funkcionira za oba spektra ne koristeći dodatnu infracrvena rasvjetna tijela.

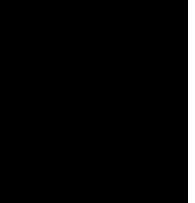
U slikama 24. i 25. su prikazane vrijednosti osvijetljenosti objekta izmjerene svjetlomjerom u luxima (Lx) te vidljivost u vizualnom i infracrvenom spektru. U prvoj tablici proveo se

eksperiment na LED rasvjetnim tijelima, dok druga tablica prikazuje materiju osvjetljenu istim intenzitetom, ali sa drugom vrstom umjetne rasvjete.

*Temperatura boje: 5600 K*

*Udaljenost snimanog objekta: 1 m*

*Rasvjetno tijelo: LED*

OSVJETLJENOST (Lx)	VIZUALNI SPEKTAR	BLISKO INFRACRVENI SPEKTAR
6		
100		
400		
800		

*Slika 24. Vidljivost vizualnog i infracrvenog spektra pod umjetnom LED rasvjjetom*

Na slici 25. prikazana je ista osvijetljenost i temperatura boje, samo su u eksperimentu korištena Tungsten rasvjetna tijela – tijela sa žarnom niti koje daje puno veći odaziv u infracrvenom spektru.

Temperatura boje: 5600 K

Udaljenost snimanog objekta: 1 m

Rasvjetno tijelo: Tungsten

OSVJETLJENOST (LX)	VIZUALNI SPEKTAR	BLISKO INFRACRVENI SPEKTAR
6		
100		
800		

Slika 25. Osvjetljenost V i NIR spektra umjetnom rasvjetom sa žarnom niti

Eksperiment je dokazao početno postavljene premise o zakonitostima automatike na GoPro kamerama. Dok u nedovoljno osvjetljenim uvjetima nije moguće dobiti kvalitetnu paralelnu sliku, u suprotnom smjeru, odnosno uvjetima s prevelikom količinom svjetla, nije moguće preeksponirati sliku zbog automatiziranog procesa unutar kamere koji pomicanjem ekspozicijskog trokuta daje ispravnu sliku.

Početna tezu o širini spektra koje daju određene vrste rasvjete potvrđena su eksperimentom.

Iako se korištenjem Tungsten rasvjetnih tijela pri vrlo malom rasvjetljenju (3 lx – jačina svijeće) vrlo jasno može razaznati sadržaj u infracrvenom spektru, u vizualnom to tek postaje

moguće uz znatno veće osvjetljenje. LED rasvjetna tijela tek sa velikom jačinom osvjetljenja daju odaziv u infracrvenom spektru.

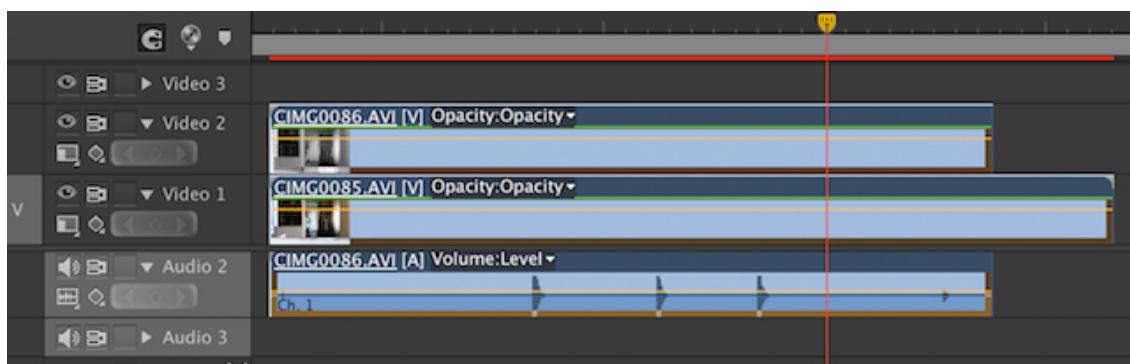
Analizom rezultata eksperimenta definirani su elementi produkcijskog procesa osvjetljenja dvospektralnih scenografskih i kostimografskih materijala u zatvorenim prostorima. Igrom vidljivih – nevidljivim elemenata kako u vizualnom tako i u infracrvenom spektru kreirano je inovativno autorsko područje u dizajniranju komunikacije.

#### 4.4. Priprema snimljenih video zapisa

U cilju definiranja produkcijskih faza digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra kao nove grafičke tehnologije nadogradene su faze izrade filmskih sekvenci. Snimljeni su video zapisi u vizualnom i infracrvenom spektru. ZRGB-M video kamerom bilježena je okolina u dvostrukom spektru. Video materijali zapisani su na memorijskim karticama za svaku kameru posebno. RGB-M kamera u ZRGB-M video sustavu snima sliku vizualnog spektra vidljivu golim okom. Modificirana Z-M kamera bilježi infracrveni dio spektra snimanog kadra u frekvencijskoj vrijednosti od 1000 nm.

Korišten je program Adobe Premiere CC 2017 za obradu video zapisa. Dva spektralna video zapisa istog kadra uvedena su u aplikaciju za obradu slike. Prilikom uvođenja procesa produkcije dvospektralnog filmskog materijala kao proširene komunikacijske platforme potrebno je pravilno sortiranje i imenovanje video zapisa. Spektralni video blizanci nazvani su istim imenom drugačijeg sufiksa u svrhu razlikovanja promatranog spektra. Kreirane su odvojene mape za vizualni i infracrveni spektar.

Prilikom snimanja video materijala za paralelnu video reprodukciju korištena je filmska klapa na početku snimanih scena. Uvođenjem nove metode grafičke tehnologije paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra značaj filmske klape proširuje se za sinkronizaciju dvije spektralne scene. Video blizanci postavljeni su na vremensku traku programa za obradu video materijala (*slika 26.*).

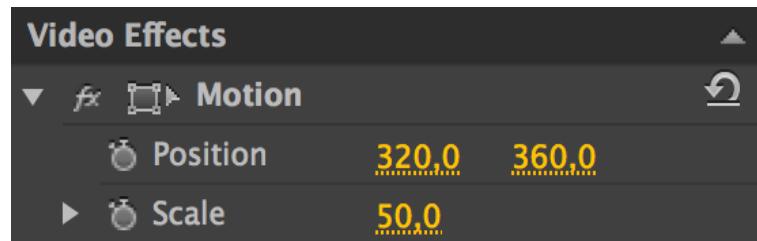


Slika 26. Sinkroniziranje video materijala dvije zasebne snimke

Početna slika udarca filmske klape korištena je za određivanje početka vizualne i infracrvene video slike. Prva filmska slika vizualnog spektra u kojoj je klapa zatvorena označila se kao referenca. Prema njoj određena je pozicija infracrvene snimke Z-M kamere.

U programu za obradu video materijala pripremljeni su zasebni video zapisi vizualnih i infracrvenih snimaka ZRGB-M video kamere.

Pokretne snimke u svojoj nativnoj rezoluciji zauzimaju cijeli okvir predviđen za prikazivanje sadržaja. Za formiranje paralelnog prikaza materijala veličina snimanog video zapisa smanjena je na polovicu svojih dimenzija (*slika 27.*). Dimenzionirani video blizanci pomaknuti su na ekranu u lijevi ili desnu stranu za kreiranje istovremenog prikaza vidljivog i oku nevidljivog spektra.



*Slika 27. Smanjivanje formata slike i pomicanje po osi*

Definiranjem načina reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra oblikovana je nova metoda proširenog prikaza informacija u grafičkoj tehnologiji. Infracrveni zapis snimljen ZRGB-M video kamerom prikazuje svojstva snimane materije u području od 1000 nm. Oku nevidljivi zapis može biti reproduciran zasebno ili paralelno sa vizualnim prikazom snimljene materije.

Za izradu istovremenog prikaza video blizanaca dvostrukog spektra upotrebljeni su filmski efekti jednako podijeljenog ekrana (eng. split screen). Tehnika jednako podijeljenog ekrana korištena je u postprodukциji dvospektralnih video materijala za prikaz istovremenih video zapisa na jednoj površini. Kreiranjem paralelnih video blizanaca gledatelju su predstavljene proširene informacije zabilježene u dva spektra u istom vremenu. Prilikom gledanja dvospektralnih video zapisa paralelne reprodukcije gledatelj je aktivan i samostalno odlučuje koji spektar želi promatrati.

#### **4.4.1. Razlike crnog bijelog i infracrvenog zapisa**

Oblikovani scenarij konstruiranom ZRGB-M video kamerom snima scenografske i kostimografske elemente u vidljivom i oku nevidljivom spektru. Određeni scenografski dijelovi multimedijskog projekta postavljeni su uvažavajući njihov odaziv u infracrvenog spektru bez aktivnog utjecaja InfrareDesign tehnikom. Video zapis sniman Z-M video kamerom bilježi blisko infracrveni spektar frekvencijskog raspona 1000 nm. Modificirana GoPro Hero 4 Black video kamera bilježi sliku u RGB sustavu, sa postavljenim IR Pass filterom. U nedostatku opcije snimanja u crno-bijeloj tehnici, dobivena je slika ljubičastog tona (*slika 28*). Svi video materijali Z kamere ZRGB-M video sustava dodatno su obrađeni prebacivanjem u crno-bijeli mod zapisa infracrvene slike podešene svjetline i kontrasta.



*Slika 28. Ljubičasti ton Z-M slike*

Pretvarajući snimljenu Z sliku infracrvenog spektra u crno-bijelu sliku otvorilo se pitanje o sličnosti i razlikama takve slike vidljivog i oku nevidljivog spektra. U cilju otklanjanja mogućnosti krivog interpretiranja infracrvene slike kao kopije njenog crno bijelog blizanca RGB područja vizualna slika se pretvara u crno-bijelu. Postavljeno je pitanje sličnosti video zapisa snimljenih blisko infracrvenom kamerom i njezinim crno bijelim

vizualnim blizancem. U aplikaciji za obradu slike kreirani su video blizanci crno bijelog modusa. Prilikom pretvorbe RGB slike korišten je izračun osvijetljenosti (Luma =Y)  $Y' = 0.212 R' + 0.701 G' + 0.087 B'$  za pretvorbu vrijednosti svjetline. Korištenje različitih RGB vrijednosti prilikom konverzije u crno-bijelu sliku je činjenica jače osjetljivosti ljudskog oka na zelene i crvene komponente nego na plave. S ciljem definiranja razlike vizualnog crno bijelog zapisa i njegovog infracrvenog video blizanaca odabran je video primjer snimke klizališta. Paralelne snimke video blizanaca snimljenih ZRGB-M kamerom analizirane su u njihovom crno-bijelom području. Detektirane su razlike snimljenih video blizanaca crno-bijele slike vizualnog spektra i njezinog blisko infracrvenog blizanca.

Dok je na snimkama klizališta okoliš bijeli od snijega i u vizualnom i blisko infracrvenom području to su podjednako siva područja (*slika 29*). Analizom odjeće ljudi napravljene od različitih materijala, odnosno bojane različitim bojilima, uočena je na vizualnoj snimci crna kapa, koja se pojavljuje bijele boje (A) i crna torbica na leđima klizača «stopljena» sa crnom jaknom. U blisko infracrvenom području jakna je bijela dok je torba crna (B). Jakna tigrastog uzorka u vizualnom spektru nema prepoznatljivih točaka u svojem infracrvenom video blizancu (C).



*Slika 29. Usporedba sive slike i infracrvenog video blizanca [90]*

Ovom usporedbom crno-bijele slike vizualnog spektra i njezinog infracrvenog video blizanca otklonjene su mogućnosti krivog razumijevanja slike infracrvenog područja. Razvijanjem općeg znanja o skrivenim informacijama razvija se novi način sagledavanja okoline oko nas. Uvažavajući razlike vidljivog i oku nevidljivog dijela spektra prilikom dizajniranja tiskanih scenografskih i kostimografskih materijala oblikovan je novi pravac u dizajniranju svih vizualnih medija.

#### **4.5. Metode video reprodukcije dvostrukog spektra**

Modificiranim ZRGB-M video kamerom snimljena je flora i fauna u okolini. Izvedeno je snimanje u eksterijeru za vrijeme sunčanog dana. ZRGB-M video kamera koristila je sunčevu svjetlost kao izvor rasvjete prilikom zapisa materijala. Oblikovani su scenografski elementi različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar. Korištenjem InfrareDesign tehnike infracrvena informacija snimljene materije prikazuje nove podatke. Infracrveni podaci vidljivi su reprodukcijom Z video snimaka. Vizualni i infracrveni video materijal bilježen je odvojeno na memoriske kartice. Snimljeni video zapisi pripremljeni su za daljnju digitalnu obradu.

Izvedeni su načini reprodukcije video materijala snimljenog ZRGB-M kamerom u vizualnom i infracrvenom spektru. Dvospektralne snimke snimljene ZRGB-M video kamerom mogu se reproducirati paralelno ili odvojeno. Uveden je novi pojam jednospektralnog i dvospektralnog prikaza materijala. Definirane su četiri metode izvođenja video blizanaca u dvostrukom spektru kombiniranjem jednospektralno i dvospektralnog prikaza sa aktivnim i pasivnim utjecajem na infracrveni spektar.

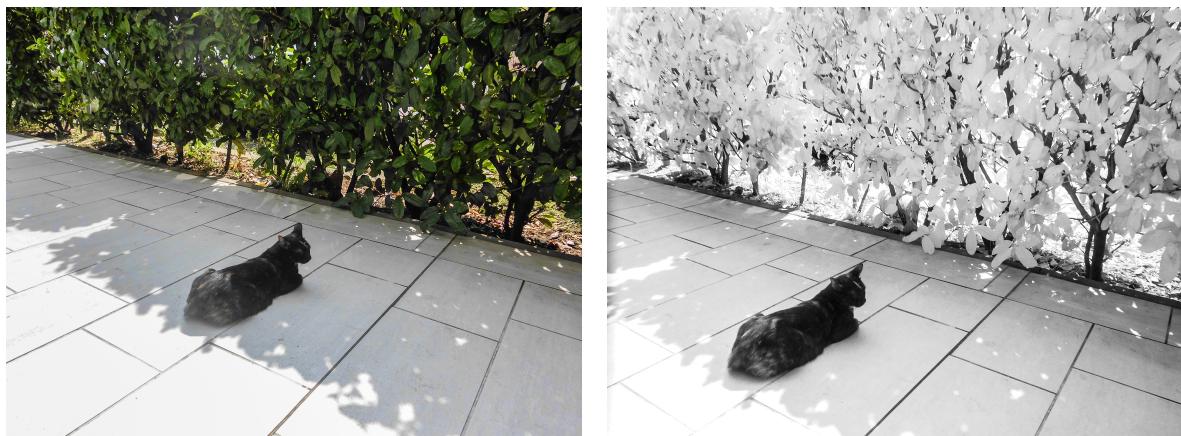
Vizualne i infracrvene snimke montiraju se za paralelnu reprodukciju. Prikazane informacije su nadograđene vrijednostima vidljivim u infracrvenom spektru. Paralelnom reprodukcijom snimaka vizualnog i infracrvenog dijela spektra omogućeno je bolje raspoznavanje promatranog sadržaja. Gledanjem oblikovanih video blizanaca i analizom razlika svojstva materije u dvostrukom spektru stvoren je novi umjetnički izričaj za komunikaciju autora i gledatelja.

Dizajniranjem dvospektralne komunikacije proširuje se na oku nevidljivi spektar. Informacije prikazane u infracrvenom spektru dopunjuju vizualnu komunikaciju. Gledatelj je aktivan analizom prikazanih razlika u vidljivom i nevidljivom spektru. Područje proširene komunikacije predstavljeno je gledatelju paralelnim prikazom dvospektralnih videa.

Oblikovanjem metoda reprodukcije paralelnog i zasebnog prikaza vidljivog i oku nevidljivog dijela spektra dokazana je teza razvijanja inovativnih kreativnih autorskih rješenja u dizajniranju komunikacije.

#### 4.5.1. Pasivna i aktivna snimanja infracrvenog spektra

Utvrđeni su načini snimanja ZRGB-M video sustavom. Zabilježena je flora i fauna bez utjecaja na infracrvena svojstva snimane materije. Definirano je pasivno snimanje ZRGB-M video kamerom okoline bez utjecaja na infracrvenu informaciju bilježene materije (*slika 30.*). Snimljeni video materijali obrađeni su za istovremenu reprodukciju. Analizirane su razlike u prezentiranim informacijama spektralnih video blizanaca.



*Slika 30. Paralelni prikaz pasivnog snimanja (bez utjecaja na NIR vrijednosti)*

Prikazana je flora i fauna snimljena ZRGB-M video kamerom. Dokazane su infracrvena svojstva promatrane flore. Za razliku od zdrave flore koja je uvijek prikazana bijelom bojom, životinje imaju kamuflažne odazine u infracrvenom spektru. Crna mačka je crna u oba dva promatrana video blizanca.



Slika 31. Snimanje sa aktivnim NIR utjecajem

Izrađeni su tiskani scenografski elementi različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar. InfrareDesign tehnikom dizajnirani su nove informacija za prikaz u blisko infracrvenom spektru. Bilježenjem informacija sa aktivnim utjecajem na infracrveni spektar promatrane materije definirano je snimanje sa aktivnim NIR utjecajem (*slika 31.*). Istovremenim bilježenjem vizualnog i modificiranog infracrvenog spektra definirana je ZRGB-M aktivna video metoda.

#### 4.5.2. Jednospektralni i dvospektralni prikaz video blizanaca

Izvedeni su elementi sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i blisko infracrveni dio spektra. ZRGB-M video sustavom, snimljeni su dvospektralni video zapisi. Oblikovani su video blizanci u vizualnom i infracrvenom spektru. Analizom snimaka u postprodukcijskoj fazi definirani su načini prikaza dvospektralnih video zapisa.

Samostalnom izvedbom infracrvenog spektra prikazane su informacije oku nevidljivog područja. Uveden je jednospektralni prikaz kao način odvojenog prikaza vizualnog i infracrvenog spektra (*slika 32.*). Bez mogućnosti usporedbe sa vizualnim video blizancem izvedena Z slika prikazuje samo jednu informaciju. Samostojeći prikaz infracrvenog spektra je način trenutnog rada nadzornih kamera postavljenih u današnju okolinu. Podatak je jednostran, te ne zahtijeva aktivno promatranja od strane korisnika.

Kreirana je informacija o svojstvu materije u infracrvenom spektru bez saznanja o njezinom odazivu u vizualnom spektru.



*Slika 32. Samostalni prikaz infracrvenog spektra*

Sinkronizirane su video snimke vidljivog i nevidljivog spektra korištenjem filmske klape. Paralelnom reprodukcijom dvospektralnih video blizanaca oblikovan je novi način prezentacije podataka. Angažiranim promatranjem i analizom razlika prilikom reprodukcije snimljenih dvospektralnih materijala gledatelj samostalno izvodi prenesenu informaciju. Istovremenim prikazom dvostrukog spektra definirana je dvospektralna metoda reprodukcije video blizanaca.

Prikazana žuta mačka u vizualnom spektru odskače od zelene pozadine ispred koje je snimana (*slika 33.*). U infracrvenom spektru svojim kamuflažnim odazivom sakrivena je u bijeli odaziv flore.



*Slika 33. Paralelni prikaz vizualnog i NIR spektra - pasivna ZRB-M metoda*

InfrareDesign tehnikom oblikovane su informacije vidljive isključivo u blisko infracrvenom području promatrane tehničkim aparatima. Autorima vizualne djelatnosti stvoreno je novo inovativno kreativno područje za kreiranje različitog sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru. Paralelnim prikazom vizualnog spektra sa informacijama infracrvenog spektra na kojeg smo aktivno utjecali stvoren je prošireni prikaz materije sa novim informacijama nevidljivim golim okom.



*Slika 34. Paralelni prikaz kostima u vizualnom i NIR spektru*

Na slici 34. prikazan je prsluk izveden InfrareDesign tehnikom u kojem se aktivno utjecalo na informacije prikazane u blisko infracrvenom području. Nadograđeno infracrveno područje razvija inovativnu autorsku komunikaciju. Publika pored bom dva spektralna video blizanaca kroji cjelovitu informaciju. Video zapisi snimljeni ZRGB-M kamerom prikazuju se paralelno u cilju stvaranja proširene komunikacijske platforme.

Bez utjecaja na infracrvena svojstva materije oblikovani zapis daje dodatne informacije za lakšu identifikaciju promatranih objekata. Ciljano projektiranje grafika koje se instrumentalno detektiraju samo izvan svijeta u kojem se prepoznaju boje područje je koje otvara nove smjerove grafičke tehnologije. Nadograđeno je korisničko iskustvo aktivnim istovremenim promatranjem dva spektra. Integriranjem vizualne i infracrvene informacije kod korisnika je stvorena treća informacija novog značenja.

#### **4.5.3. Integracija snimaka dvospektralnih video blizanaca**

Izvedene su metode prikaza dvospektralnih video blizanaca snimljenim ZRGB-M video kamerom. Postavljene su četiri različite metode prikaza video zapisa snimljenih dvospektralnom ZRGB-M video kamerom (*slika 35.*).

Jednospektralni prikaz i dvospektralni prikaz razlikuju su u načinu prikazivanja informacija iz dvostrukе snimke. Samostalno prikazane snimke funkcioniраju zasebno te gledatelju daju informaciju prikazanu samo u jednom spektru. Vizualni i infracrveni spektar prikazani su odvojeno u jednospektralnoj metodi reprodukcije.

U odnosu na sadržaj i informacije koje nose o snimljenoj materiji, ZRGB-M video snimke su podijeljene na pasivne i aktivne. Definiranje pasivnih snimaka odnosi se na video snimke infracrvenog spektra gdje se nije utjecalo na sadržaj promatrane materije. Aktivnim upravljanjem NIR informacija kreirana je NIR aktivna snimka.

Jednospektralnim odvojenim načinom reprodukcije bez utjecaja na infracrvena svojstva materije snimljenim Z-M kamerom prikazan je odaziv materije u blisko infracrvenom spektru. Infracrvene snimke prikazane su zasebno kao jedna od metoda prikaza izrađenih dvospektralnih video materijala.

Snimanje sa aktivnim utjecajem na blisko infracrveni spektar podrazumijeva predprodukcijsku pripremu kreiranja scenografskih elemenata sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni spektar. Kontrolirajući stanje materije u blisko infracrvenom području stvoren je kreativno autorsko područje u oblikovanju komunikacije.

Reprodukциjom jednospektralnih video snimaka sa aktivnim utjecajem na informacije u blisko infracrvenom području komuniciramo u dva spektra odvojeno. U jednospektralnom prikazu infracrvena snimka reproducira se odvojeno od vizualnog spektra. U aktivnim NIR video sadržajima informacija je nepotpuna.

*Tablica 1. Metode prikaza vizualnog i infracrvenog zapisa*

	JEDNOSPEKTRALNI		DVOSPEKTRALNI	
	PASIVNI	AKTIVNI	PASIVNI	AKTIVNI
Samostalni prikaz	+	+		
Paralelna reprodukcija			+	+
InfrareDesign tehnika		+		+
Novi umjetnički izričaj		+	+	+
Angažirana publika		+	+	+
Uzajamno zavisno dizajniranje informacija				+
Vlastita infracrvena svojstva	+		+	
Kreiranje dvospektralnih scenarija		+	+	+

Paralelnom dvospektralnom reprodukcijom nazvana je metoda istovremenog prikazivanja dvospektralnih video blizanaca. Dvospektralna metoda prikaza izvedena je u procesima postprodukcije slike.

U dvospektralnom pasivnom načinu bilježenja dvostrukog spektra paralelno je promatrana okolina u vizualnom i blisko infracrvenom spektru. Snimljeni video blizanci prikazuju se paralelno. Različiti sadržaj vidljivog i nevidljivog spektra nadopunjuje se i kreira novu informaciju. Promatranjem sličnosti i razlika oblikovana je indirektna informacija. Korisnik samostalno kreira primljene informacije.

Izvedenim metodama prikaza vidljivog i oku nevidljivog dijela spektra oblikovana je nova metoda u grafičkoj tehnologiji.

Nadograđene su faze postprodukcije video zapisa u snimanju ZRGB-M video metodom. Uvođenjem grafičke tehnologije dvospektralnih video blizanaca stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje. Proširena je komunikacijska platforma u prikazu podataka. Kreiran je novi način razmišljanja i razumijevanja autora i korisnika.

Gledatelj postaje angažiran analiziranjem dvospektralnih scensko vizualnih prikaza pri razumijevanju dizajnirane komunikacije. Publika uspoređuje vizualni i infracrveni spektar te samostalno definira prenesenu poruku. Aktivnim angažmanom gledatelja otkrivaju se nove informacije u oku nevidljivom spektru. Doživljaj korisnika oblikovan je njegovim vlastitim povezivanjem dvospektralnih video reprodukcija.

Oblikovanjem dvospektralnih video blizanaca u vidljivom i oku nevidljivom spektru dokazana je teza razvijanja proširenog grafičkog prikaza materije.

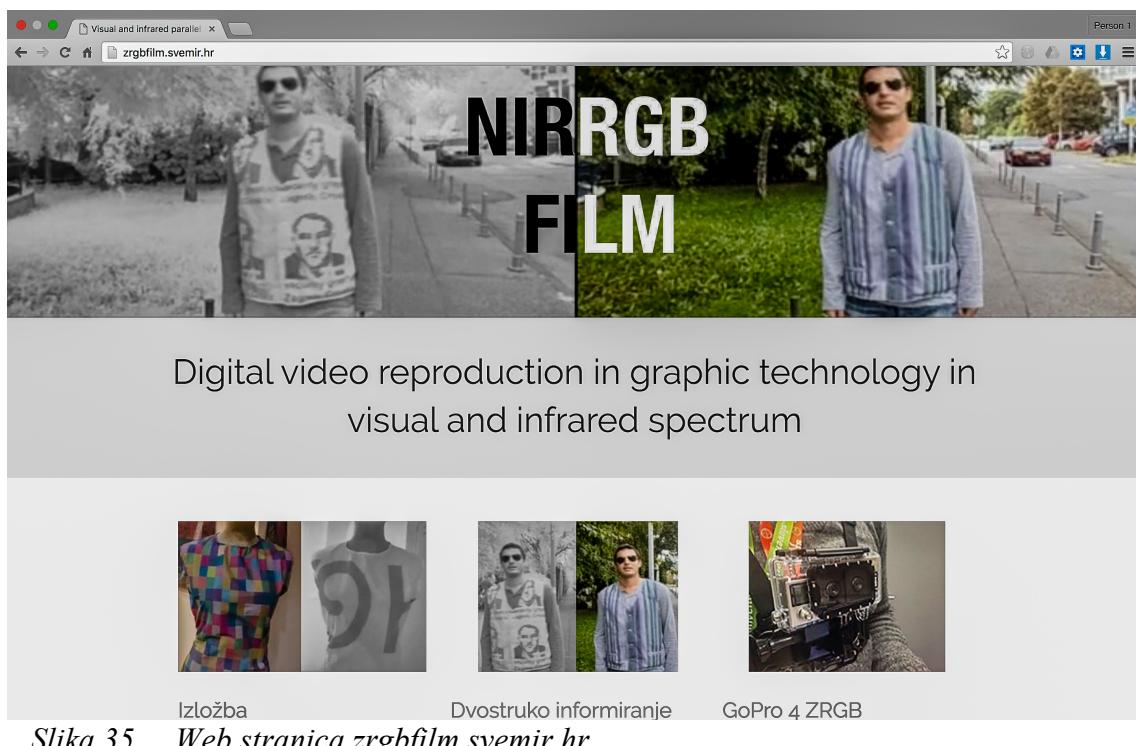
## 5. PREZENTACIJA DVOSPEKTRALNE VIDEO REPRODUKCIJE

Sama spoznaja o infracrvenim svojstvima materije nije dovoljna za uvođenje nove ZRGB-M video metode u praksi. Razvijanjem općeg znanja o steganografskim tiskarskim tehnikama u blisko infracrvenom području uvodi se novi način pregledavanje okoline oko nas. Uvođenjem nove grafičke metode izrade dvospektralnih prezentacija sadržaja kreirano je novo iskustvo u izradi i konzumiranju medijskog sadržaja.

Izrađeno je web odredište kao lokacija za pohranu svih istraženih materijala prilikom izvođenja ZRGB-M video sustava. U cilju uvođenja paralelne reprodukcije dvostrukog spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji svi obrađeni video zapisi postavljeni su u online bazu. Obrađeni video zapisi postavljeni su na video online platformu YouTube i Vimeo za ugrađivanje snimaka na sva daljnja web odredišta.

Kreirana je web stranica <http://zrgbfilm.svemir.hr> na kojoj su prikazani znanstveni radovi i snimljeni video materijali paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra (*slika 37.*).

Na stranici su objavljeni radove relevantni za istraživanje blisko infracrvenog spektra. Svaki rad prenesen je sa naslovom i sažetkom rada. Detaljno su prikazane fotografije i svi snimljeni i obrađeni video materijali.



*Slika 35. Web stranica zrgbfilm.svemir.hr*

Kroz znanstvene radove i eksperimentalna istraživanja predložena je uporaba kamera za paralelno snimanja video blizanaca u vizualnom i blisko infracrvenom području (*slika 37.*). Takovo snimanje postaje polazište za razvoj novog sustava u dizajnu vizualnih informacija. Upravljujući nevidljivim svojstvima kreirana je mogućnost umjetničko osmišljenih detalja kao elementa dizajna za oko nevidljivo područje. Uz tekst rada postavljena je video snimka snimljene sa ZRGB-M video kamerom. Konstruiranom ZRGB-M video kamerom snimljena je izložba izvedenih kostimografskih elemenata InfrareDesign tehnikom na haljinama od pamuka. Izložba je snimana u interijeru. Kao izvor rasvjete ZRGB-M kamera je koristila rasvjetna tijela u prostoriji. Snimljeni materijali su paralelno reproducirani kao dokaz teze stvaranja inovativnog autorskog područja prilikom tiskanja elemenata različitog sadržaja odvojenih za vizualni i infracrveni spektar.

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

---

Izložba



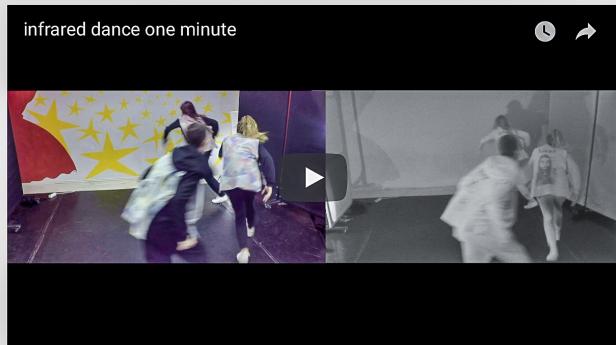
Sažetak

U ovom radu predložena je uporaba dnevnih dvostrukih kamara 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. Upravljujući «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.

*Slika 36. Dio znanstvenog rada o uporabi ZRGB video kamere*

Ne web stranici prikazana je modifikacija video kamera visoke rezolucije za paralelno snimanje vizualnog i infracrvenog spektra. Video kamerom snimljen je proces zamjene objektiva na GoPro Hero 4 Black video kameri (*slika 38.*). Cijeli proces prikazan je u punom trajanju. Detaljnim prikazom modifikacije video kamere za kreiranje ZRGB-M video sustava otvoreno je novo područje interesa za sve djelatnike u scensko vizualnoj industriji.

## GoPro Hero 4 ZRGB



## Sažetak

U ovom radu prezentira se redizajn video kamere za paralelno snimanje vizualnog (RGB) i infracrvenog (NIR) područja. Mijenjajući objektive na RGB kamerama kreirana je kamera koja uz pomoć dnevnog svjetla bilježi isključivo infracrveno područje gledanog okoliša. Zbog mogućnosti korištenih kamera prilikom snimanja koristi se mogućnost istovremenog startanja kamere te kao rezultat dobijamo dva video blizanca u dva spektra. Svi snimljeni materijali snimljeni su u 4K visokoj rezoluciji te se u radu analizira postprodukcijska priprema materijala za kasniju obradu. Kao slikovni primjeri u radu koristili smo pasivno promatranje okoline gdje nismo utjecali na infracrvene vrijednosti promatranoj okolišu. Analiziraju se informacije i razlike usporedbom dvije slike slikane ZRGB kamerom. Slika vizualnog spektra digitalno se obraduje i pretvara u crnu bijelu sliku te se uspoređuju sa slikom napravljenom Z kamerom u infracrvenom (NIR) području. Uočavaju se sličnosti i razlike u infracrvenoj i crno-bijeloj slici.



Ključene riječi: ZRGB kamera, infrared video, video blizanci, pasivno snimanje, black & white video

Slika 37. Modifikacija GoPro Hero 4 kamere u ZRGB-M video sustav

Na stranici je prikazana analiza i priprema materijala za video obradu u postprodukcijском procesu. Materijali snimani RGB kamerom pretvoreni su u crno-bijelu slike te se uspoređuju sa snimkama snimljenih sa Z kamerom u infracrvenom spektru. Uočavaju se sličnosti i razlike u infracrvenoj i crno-bijeloj slici.

Svako daljnje istraživanje paralelnog prikaza materije u dva kontrolirana spektra obrađeno je za prezentaciju na online sjedištu. Svaki rad ima svoj naslov i kratki opis istraživanog područja. Kreirane web prezentacije komuniciraju istraživanu materiju kroz uporabu teksta, slike, zvuka i video materijala. Uz tekstualni sažetak rada na web sjedištu vizualno su prikazani grafički elementi u dvostrukom spektru koji su korišteni prilikom aktivnog snimanja. Pored dvostrukih slika ugrađen je paralelni video materijal snimljen ZRGB-M video kamerom. U svrhu uvođenja metode grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca kao novog područja za umjetnički dizajn otvorena je mogućnost komentiranja priloženog materijala na svakoj web podstranici.

Oblikovanjem web stranice povećana je online vidljivost o informacijama istraživane nove metode grafičke tehnologije.

Na stranici je postavljena anketa na hrvatskom i engleskom jeziku radi istraživanja o dosadašnjem korištenju infracrvenog područja u njihovim djelatnostima. Prikazana je InfrareDesign tehnologija, te mogućnosti koje prikaz dvostrukog sadržaja nosi sa sobom. Rezultati ankete su periodično analizirane prilikom oblikovanja scenarija dvospektralnog multimedijskog projekta. Definirani su potrebne elementi multimedijskog projekta za dokazivanje postavljenih teza o kreiranju proširenog grafičkog prikaza materije prilikom oblikovanja dvospektralnih video blizanaca.

U dnu stranice postavljen je kontakt autora za sve daljnje suradnje sa zainteresiranim suradnicima u istraživanju oblikovanja ZRGB-M video sustava.

## **6. ANKETIRANJE VIZUALNIH STRUČNJAKA O UPOTREBI NIR PODRUČJA**

Kreirana je anketa za ispitivanje trenutne upoznatosti spektralnog dizajniranja komunikacije u scensko vizualnim djelatnostima. Ispitano je opće znanje o blisko infracrvenom zračenju te njegovo korištenje u izvedbenim umjetnostima. Analizom ankete izvedeni su podaci za oblikovanje multimedijskog projekta koja kroz fuziju filma i scensko izvedbene plesne predstave nastoji približiti razumijevanje infracrvenog područja i njegovih mogućnosti.

Za ispitivanje je konstruirana anketa s 37 pitanja. Anketa sadrži pitanja zatvorenog tipa uz dodatak otvorenih pitanja sa mogućnostima izražavanja primjedbi i ideja samog ispitanika. Sadržaj ankete obuhvaća informiranost, stavove, interes i prijedloge za daljnji razvoj digitalne video reprodukcije. Uzorak ispitanika sastoji se od stručnjaka struka: vizualnih umjetnika, informatičara, grafičkih dizajnera, kazališnih i filmskih redatelja, tehničara, scenografa, kostimografa te amatera koji se u slobodno vrijeme bave video i likovnom umjetnošću. Pitanja su oblikovana na osnovu sadržaja iz relevantne literature, znanstvenih i stručnih radova na području tehnologije i umjetnosti te razgovora s mentorima, umjetnicima i stručnjacima.

Prilikom pripreme za anketiranje kreirana je web stranica sa svim dosadašnjim istraživanjima te video primjerima. Izrađenom web stranicom kreiran je kanal za lakše komuniciranja sa ispitanicima. Izrađeni upitnik postavio se u online formu kako bi se uzorak ispitanika proširio i izvan granica Hrvatske. Osmišljen upitnik proveo se nad stručnjacima iz scensko vizualnih djelatnosti koji tu metodu koriste ili bi ju željeli koristiti i više o njoj saznati.

Anketiranje je održano na dva načina – online i offline. U off-line metodi anketiranja upitnik je održan intervjuiranjem ispitanika uz uživo prezentaciju ZRGB-M video sustava, gdje je ispitanik imao mogućnost iz prve ruke isprobati i doživjeti mogućnosti korištenja infracrvenog spektra.

Upitnik je podijeljen na dva dijela. Svaki dio ankete počinje kratkom prezentacijom o ispitanoj temi.

U prezentaciji prije prvog dijela ankete opisuje se promatrani spektar te promatranje infracrvenih svojstva materije snimane kroz ZRGB-M video kamere. Ispitanik se upoznaje sa promatranim područjem i iskorištavanjem istog u procesu kreiranja proširene informacije. Nakon prezentacije ispitanici su ispunili upitnik u kojem se ispituje njegovom radnom iskustvu i trenutnom poznavanju promatranog spektra. Na izbor se daju i nekoliko otvorenih pitanja u kojima ispitanici imaju priliku opisati svoje vizije načina primjene ovih istraživanja u praksi.

Drugi dio ankete predstavlja mogućnosti InfrareDesign tehnike aktivnog upravljanja blisko infracrvenim područjem informacija. Odgovora se na pitanja o njihovoj zainteresiranosti o korištenju nove grafičke tehnologije u praksi. Na temelju njihovih odgovora izведен je cjeloviti uvid u trenutno poznavanje promatranog spektra te daljnje procese izrade proširenog medijskog sadržaja.

Postavljeno je 10 različitih teza u upitniku. O upotrebi digitalne video reprodukcije u vizualnom i bliskom infracrvenom spektru potvrđuju se svih 10 teza. Ispitivanja su planirana da bi se potvrdile sljedeće teze:

1. Promatranje Infracrvenog područja daje nove proširene informacije;
2. Veliko je zanimanje za metodu kojom se može aktivno utjecati na nevidljivu sliku;
3. Postoji želja za korištenje metode paralelnog snimanja dvostrukе slike;
4. Prisutno je zanimanje za sadržaj nevidljive slike;
5. Sadržaj postaje zanimljiviji ukoliko je poznato da ima preslikanu sliku ili preslikani detalj ispod vidljive gornje slike;
6. Korisnici nisu upoznati sa producijskim procesima ZRGB-M sustava;
7. InfrareDesign metoda doprinosi stvaranju novog komunikacijskog kanala;
8. Paralelna digitalna video reprodukcija nova je metoda u grafičkoj tehnologiji;
9. Prisutna je želja za više informiranja o bliskom infracrvenom području;
10. Tiskanim scenografskim elementima sa različitim sadržajem za vizualni i infracrveni spektar stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje;

Cilj anketiranja bio je izraditi presjek o trenutnoj informiranosti i mogućnosti korištenja dvostrukе slike u području scensko vizualnih djelatnosti. U anketi su ispitani osobni stavovi prema InfrareDesign tehnologiji te prijedlozi za daljnje primjene u praksi.

Svi odgovori zapisani su u tablice te su kasnije zbrojeni. Obrada zatvorenih pitanja sadrži podatke u postocima. Otvoreni odgovori su diskutirani te su obrađeni po važnosti po autorovom odabiru.

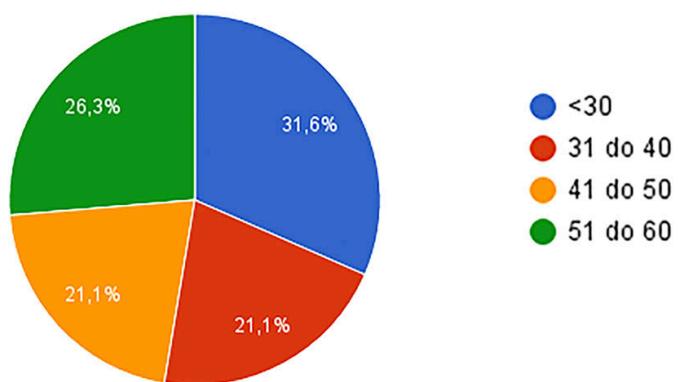
Ovakvim načinom obrade podataka izvedeni su odgovora na pitanja o trenutnom poznavanju infracrvenog spektra. Određene su smjernice kreiranja scenarija multimedijskog projekta za dokaz teze o razvijanju proširenog grafičkog prikaza materije prilikom oblikovanja video blizanaca u dva kontrolirana spektra.

## 6.1. Rezultati anketiranja

Na anketu je odgovorilo 60 ispitanika u omjeru 50 muškaraca i 10 žena. Prilikom postavljanja upitnika očekivan je bio malo veći postotak ispitanih muškaraca radi tehničkog orijentacije postavljanja ZRGB-M sustava u praksi. Ispitanice su većinom djelatnice dizajna, scenografije i kostimografije.

Većina ispitanika bavi se profesionalno vizualnom umjetnošću na području Zagreba, dok dio ispitanika (ispitan uz pomoć online upitnika) svoju djelatnost obavlja u SAD, Australiji i Engleskoj. 65% ispitanika su profesionalci u svom poslu, dok je 35% amatera koje se bavi vizualnom umjetnošću. Podjednako su zastupljeni svi dobni uzrasti iz vizualnih djelatnosti.

Vaša dob



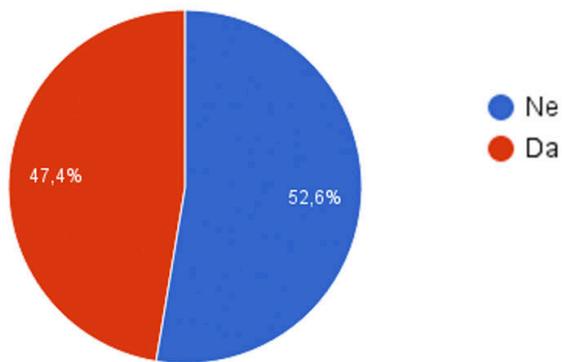
Slika 38. Grafički prikaz - ispitanici po godinama

Kako je i ciljano prilikom postavljanja ankete i odabiru uzorka ispitanika većina ispitanika se profesionalno bavi vizualno scenskim medijima. Polovica ispitanika su profesionalni djelatnici preko 10 godina iz područja grafičkog dizajna, majstora za obradu slike, snimatelja i scenografa. Preostali dio ispitanika bavi se profesionalno scensko vizualnim djelatnostima između 5-10 godina.

Nakon prezentiranog prvog dijela prezentacije u kojoj je opisano područje korištenja infracrvenog područja i pasivnog promatranje flore i faune u okolini, ispitanici su krenuli odgovarati na prvi dio upitnika.

U pitanju o poznavanju blisko infracrvenog spektra preko polovice ispitanika odgovorilo je negativno, da nisu upoznati sa tehnologijom promatranja ispitivanog područja u svojoj djelatnosti. Preostali dio ispitanika koji poznaje karakteristike infracrvenog područja većinom ne koristi spektarnu tehnologiju u svojim djelatnostima.

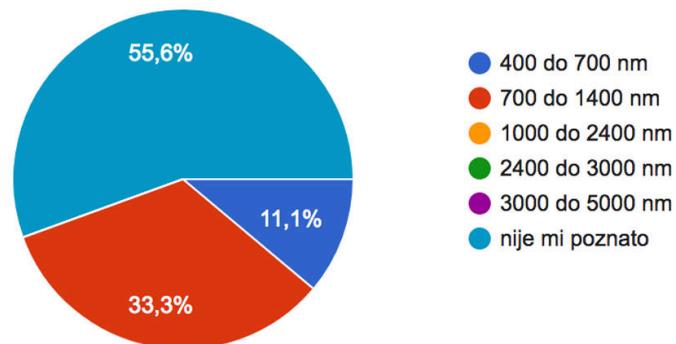
**Jeste li upoznati s blisko infracrvenom tehnologijom koja se može koristiti u Vašoj djelatnosti?**



Slika 39. Grafički prikaz - poznavanje i korištenje blisko infracrvenog područja

Na pitanje o rasponu koje to područje obuhvaća (700-1400 nm) natpolovičnom većinom su odgovorili da nisu upoznati.

**Je li Vam poznato koji raspon obuhvaća područje bliskog infracrvenog spektra?**

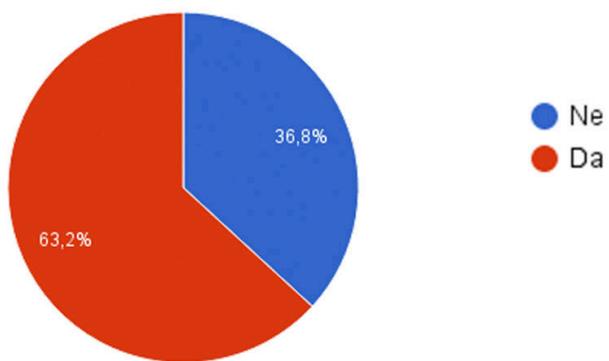


Slika 40. Grafički prikaz - raspon blisko infracrvenog spektra

Na pitanje o dovoljnoj zastupljenosti infracrvene tehnologije u scensko vizualnim djelatnostima većina ispitanika smatra da nije dovoljno zastupljena te da je ovaj način stvaranja proširenog prostora za dizajniranje informacije napredak u kreiranju komunikacije sa gledateljem.

Većina uzorka ispitanika smatra da se korištenjem paralelnog prikaza vizualnog i infracrvenog (prilikom pasivnog promatranja) kreirao novi komunikacijski kanal, dok su na pitanje o korištenju takvog kanala u svojoj djelatnosti odgovorili većinom sa «možda».

**Smamate li da bi se korištenjem paralelnog prikaza vizualnog i infracrvenog (pasivnog) kreirao novi komunikacijski kanal?**

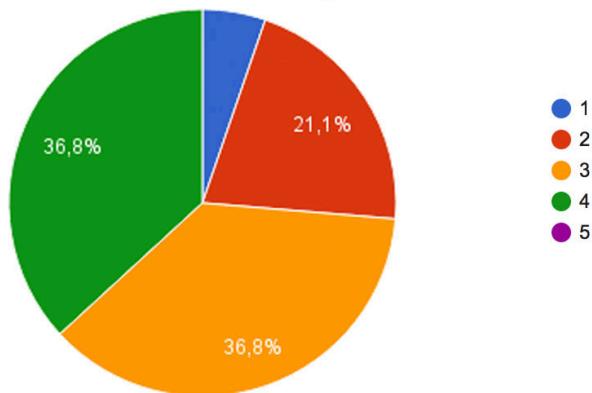


*Slika 41. Grafički prikaz – oblikovanje novog komunikacijskog kanala*

Prije drugog dijela upitnika ispitanicima je prezentirana prezentacija o InfrareDesign tehnologiji. Upoznati su sa mogućnostima aktivnog upravljanja blisko infracrvenim područjem te njezinom praktičnom primjenom kao zaštitnog elementa u tiskarstvu. Prezentirane su IR uniforme, IR umjetničke slike koje u sebi nose skrivene poruke i služe kao novi element raspoznavanja, unikatnosti i temelj za stvaranje novog područja u dizajniranju komunikacije.

Nakon prezentacije aktivnog korištenja i paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra ispitanici su pristupili drugom dijelu kreirane ankete. Na pitanje o InfrareDesign tehnologiji većina ispitanika odgovorila je «vrlo zainteresirano» i «zanimljivo područje».

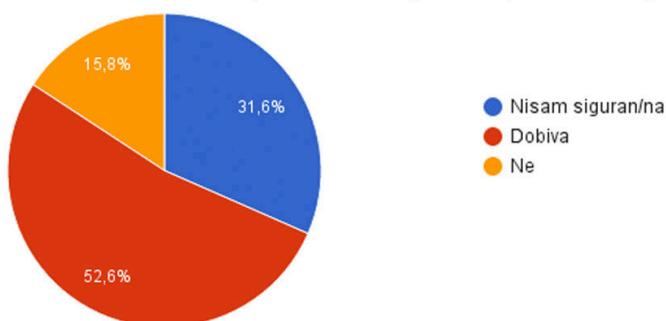
Koji je Vaš dojam o InfrareDesign tehnologiji? (Zaokružite jedan broj od 1 do 5. 1 znači «Potpuno nezanimljivo», a 5 «Izuzetno zanimljivo»)



Slika 42. Grafički prikaz - zanimljivost InfrareDesign tehnologije

Većina ispitanika na pitanje o zanimljivosti skrivene poruke u oku nevidljivom spektru odgovara pozitivno te u podjednakom broju smatraju da suvremena umjetnost dobiva novo autorsko kreativno područje za komunikaciju sa gledateljem.

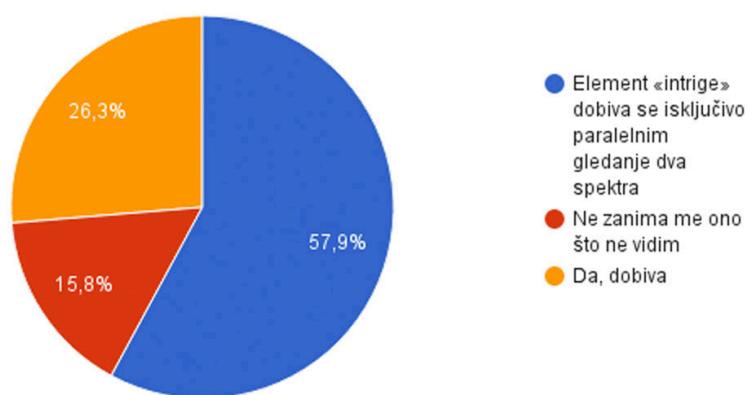
Dobiva li suvremena umjetnost «novo kreativno autorsko područje» i dodatnu vrijednost korištenjem namjerne mogućnosti inkorporiranja dviju zasebnih elemenata u dva spektrua, te njihovu paralelnu produkciju?



Slika 43. Grafički prikaz - kreiranje novog autorskog područja u suvremenoj umjetnosti

Na pitanje o obogaćivanju umjetničkog djela prikazom sadržaja u dvostrukom spektru većina ispitanika odgovara pozitivno. Sljedeće pitanje postavljeno je sa namjerom istraživanja paralelnosti prikaza vizualnog i infracrvenog područja. Uz malu zastupljenost odgovora «ne zanima me ono što ne vidim», većina ispitanika odgovara da se element «intrige i iznenadenja» dobiva upravo paralelnim promatranjem dva spektra u isto vrijeme. Preostali dio ispitanika (oko 25%) smatra infracrveno područje zasebnim dijelom komunikacijskog područja koje može funkcionirati i zasebno, bez usporednog gledanja vizualnog spektra.

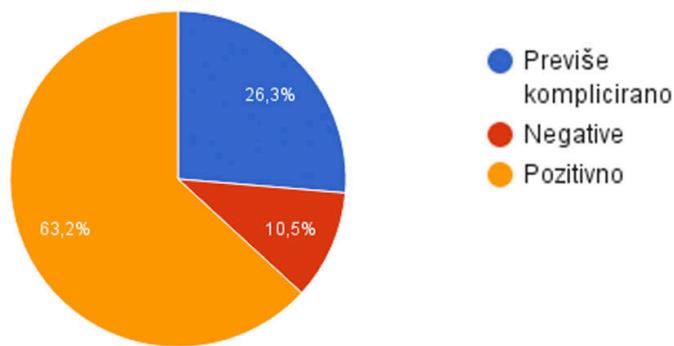
**Dobiva li skriveni sadržaj na značenju ukoliko se ne promatra paralelno s vizualnim spektrom?**



Slika 44. Grafički prikaz - promatranje i funkcija skrivenog sadržaja

O tehničkom aspektu promatranja dvostrukog spektra, odnosno korištenja prilagođenih kamera za blisko infracrveno područje četvrtina ispitanika smatra previše komplikirano. Velika većina anketiranih djelatnika ne vide negativne strane korištenja tehnike u svojim djelatnostima.

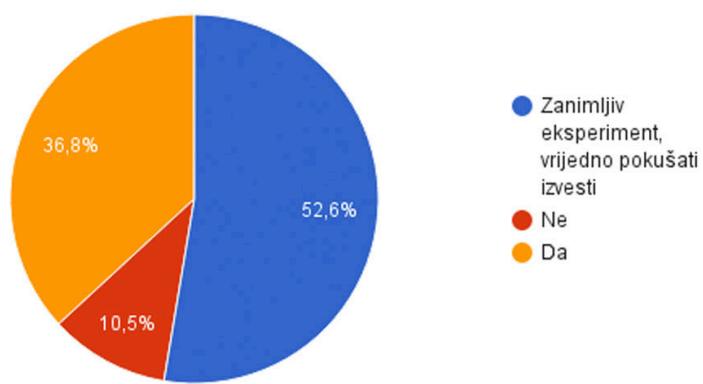
Kakvo je vaše mišljenje o nevidljivom elementu koji se može vidjeti samo kamerom ili prilagođenim fotografskim aparatom na blisko infracrvenoj valnoj duljini?



Slika 45. Grafički prikaz - kompliciranost uporabe prilagođenih blisko infracrvenih kamera

Na završno pitanje o mogućnostima korištenja paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra u bilo kojoj scensko vizualnoj djelatnosti samo 10% ispitanika odgovara negativno, dok se preostali dio podijeljen na pozitivne odgovore «da» i «zanimljiv eksperiment – vrijedno pokušati izvesti».

Mislite li da se paralelni video u dvostrukom spektru može koristiti u bilo kojem obliku vizualne umjetnosti?



Slika 46. Grafički prikaz - ZRGB-M metoda i korištenje u vizualnim umjetnostima

## **6.2. Zaključak rezultata anketiranja**

Provedenim upitnikom istražena je trenutna spoznaja o infracrvenom području i njezinom korištenju u praksi. Temeljem rezultata ustanovljeno je da su ispitanici nisu upoznati sa infracrvenim područjem, odnosno nisu našli njegovu primjenu u svojim profesijama. Iako upoznati sa mogućnostima iskorištavanja infracrvenog spektra u drugim djelatnostima, tehničko poznavanje o kojoj se širini elektromagnetskog zračenja radi sudionici nisu znali.

Podijeljena su razmišljanja o korištenju paralelnog video snimanja u dvostrukom spektru kao novom kanalu komunikacije kod sudionika koji su upitnik ispunjavali online bez autorovog prezentiranja i demonstracije ZRGB-M sustava. Dio ispitanika koji su rješavali pismenu anketu nakon demonstracije impresija o InfrareDesign tehnologiji ocijenjena je kao iznimno interesantna. U online okruženju nedostajao je «wow» efekt kod ispitanika te je njegova impresioniranost steganografskom tehnikom aktivnog upravljanja infracrvenim područjem interesantna. Kako su i dosadašnja istraživanja i razgovori sa profesionalcima iz vizualnih industrija pokazala, prikaz različitog sadržaja u filmskom mediju je shvaćen kao postprodukcijska obrada slike, filmski efekt.

Svi sudionici se slažu da sadržaj postaje zanimljiviji ukoliko postoji kontrolirani grafički element u infracrvenom području. Dok neki predlažu umjetničko korištenje sakrivenih elemenata što dokazuju tvrdnjama da sve što je nevidljivo postaje interesantno, veliki broj ispitanika predlaže marketinšku uporabu proširenog područja informiranja. Potvrđena je teza da je tiskanim scenografskim elementima sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni spektar razvijeni prošireni grafički prikaz materije.

Djelomično je potvrđena teza o smislu infracrvenog spektra bez gledanja paralelnog zapisa, ali je potvrđena teza o korištenju paralelne digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji.

Umjetničko poigravanje sa vizualnim informacijama i golim oku nevidljivim informacijama te njihovom međusobnom integracijom stvara se intelektualno angažiranog korisnika, odnosno gledatelja materije.

U potvrđivanju teze o kreiranju novog inovativnog kreativnog autorskog područja oblikovanjem video blizanaca u dva kontrolirana spektra i dodatne vrijednosti postavljanja informacija u prošireni spektar anketiranim stručnjacima kojima je demonstriran ZRGB-M sustav odgovaraju potvrđno. Iako je većina ispitanika ocijenilo ovo područje grafičke tehnologije kao kreativno područje određeni broj ispitanika smatra uporabu naočala ili kamere komplikirano za svakodnevnu uporabu.

Za zaključiti je da korištenje ZRGB-M video metode može biti jako dobro prihvaćeno i od strane autora i od strane korisnika, ali se mora paziti na mogućnosti uživanja u dvostrukim kreacijama.

Polovica ispitanika smatra da se doživljaj umjetničkog djela obogaćuje spoznajom o nevidljivim elementima u infracrvenom spektru. Takova teza postavljena je na početku anketiranja sa premisom isključivo o proširivanju umjetničkog i izražajnog prostora informiranja i predstavljanja, ne umanjujući pritom kvalitetu i važnost isključivo vizualnog spektra.

Korištenje ove tehnologije paralelnog video snimanja u dvostrukom spektru većina ispitanika smatra kao važan eksperiment u scensko vizualnim medijima. Dok su koraci o uvođenju dvostrukog spektra informiranja u praksi većinom odgovoreni kroz edukaciju, određeni dio ispitanika je izrazio mišljenje da je uvođenje ovakvih tehnologija isključivo kroz trud i zainteresiranost pojedinaca. Za zaključiti je da je potrebno oformiti tim educiranih i informiranih «pionira» inovacijskog ZRGB-M procesa koji bi uz daljnja istraživanja uvodila i koristila metodu dvospektralnog paralelnog video snimanja.

Gotovo svi ispitanici smatraju da je postupak istraživanja korištenja paralelnog videa u dvostrukom spektru koristan.

Većina ispitanika se slaže sa pretpostavkom da prilikom razmišljanja o uporabi dvostrukog spektra element «intrige» nastaje upravo paralelnim gledanjem vizualnog i infracrvenog područja materije.

Dokazana je hipoteza da bi se umjetnici i ostali autori željeli znatno više informirati o bliskom infracrvenom području, nego što su o tome dosada znali.

## **7. VIDEO REPRODUKCIJA ZA VIZUALNI I INFRACRVENI SPEKTAR**

Snimanje i reprodukcija elemenata u vizualnom i infracrvenom spektru nova je metoda u grafičkoj tehnologiji. Za dokaz hipoteze o razvijanju inovativnog proširenog grafičkog prikaza kreiranjem dva kontrolirana spektra materije oblikovana je filmska i kazališna scena kao komunikacijska platforma. Multimedijski projekt prikazuje mogućnosti korištenja i dizajniranja kostimografskih i scenografskih elemenata odvojeno za vizualni i infracrveni spektar. Uvođenjem produkcijskih procesa paralelne reprodukcije vidljivog i oku nevidljivog spektra u praksi mijenja se način izrade i pregledavanje medijskog sadržaja. Znanjem o infracrvenim svojstvima materije u svijetu oko nas uvodi se nova grafička metoda u svakodnevni život.

Izvedena je eksperimentalni interdisciplinarni multimedijski projekt kroz fuziju filma i plesne predstave komunicirajući sa publikom spektralnom slikom u vizualnom i infracrvenom području. U ovoj scenskoj izvedbi predstavljene su mogućnosti nove metode u grafičkoj tehnologiji kroz paralelnu reprodukciju vidljivog i oku nevidljivog područja.

Kreiran je scenarij projekta koji nastoji približiti razumijevanje infracrvenog područja i njegovih mogućnosti. Osnovne smjernice scenarija oblikovane su analizom dosadašnjeg istraživanja o zakonitostima i korištenju spektralne komunikacije u scensko izvedbenim djelatnostima. Komunikacijska platforma dizajnirana u vizualnom i infracrvenom spektru, nova je metoda u grafičkoj tehnologiji za izradu kostimografskih i scenografskih elemenata.

Na temelju dosadašnjih istraživanja o blisko infracrvenom području i predložene nadogradnje produkcijskih procesa prilikom postavljanja sustava dvospektralne video reprodukcije kao nove metode u grafičkoj tehnologiji, dizajnirani su scenografski i kostimografski elementi korišteni u eksperimentima. Oblikovani su dvostruki grafički elementi za vidljivi i nevidljivi dio spektra. Po kreiranom scenariju otisnuti su i iskrojeni kostimografski i scenografski dijelovi. Dizajniranjem dvospektralnih elemenata u dva kontrolirana spektra razvijen je prošireni grafički prikaz materije gdje je autorima omogućeno prostor za stvaranje nevidljivih, a ipak strojno vidljivih podataka.

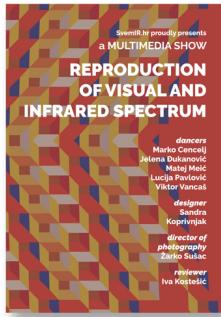


Pozivamo Vas da nam se pridružite na otvorenju

## STUDENT FESTIVAL STUDENTSKIE KREATIVNOSTI CUTS

u 13:00 sati, u dvorani MM Centra, u Savskoj 25  
(Studentski Centar)

Program svečanog otvorenja otvoriti će  
multimedijalni plesni show u režiji Ivana Rajkovića



Slika 47. Pozivnica za javnu izvedbu reprodukcije dvostrukog

Odabrana je lokacija za javnu izvedbu projekta paralelnog prikaza dvostrukog spektra.

Za premijernu izvedbu multimedijalne prezentacije određena je lokacija Studentskog Centra – MM Centar (Savska 25) sa malom kazališnom pozornicom i platnom (*slika 39.*). Za dan izvedbe je određen petak, 13.05.2016. u 13:00 sati. Na prezentaciji je prisustvovalo 90 gledatelja (kapacitet dvorane 100), profesora i studenata Tehničkog Veleučilišta u Zagrebu.



Slika 48. Kazališna dvorana za izvedbu

Multimedija prezentacija izvedena je u kazališnoj dvorani (*slika 40.*). Sastojala se od filmskog i scensko izvedbenog (plesnog) dijela. Trajanje filmskog uratka je 4 minute, a duljina plesne točke 11 minuta. Oblikovani kreativni dijelovi prezentacije izvedeni su jedno za drugim kreirajući dvostrukе scene vizualnog i infracrvenog spektra za prezentaciju mogućnosti nove ZRGB-M grafičke metode proširenog prikaza materije.

Izrađena je filmska sekvenca prikaza dvospektralnih video blizanaca u cilju dokazivanja teze o kreiranju proširenog grafičkog prikaza materije. Filmska sekvenca dio je multimedijskog projekta paralelnog prikaza vizualnog i infracrvenog dijela spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji. Kreirana je knjiga snimanja sa vizualnim prikazom vidljivog i nevidljivog dijela spektra. Konstruiranom GoPro Hero 4 Black video kamerom u ZRGB-M sustavu snimani su digitalni video zapisi visoke rezolucije. Sav materijal je sniman ZRGB-M video kamerom koristeći dnevno sunčevu svjetlu kao izvor rasvjete. Izrađene su tiskani scenografski i kostimografski elementi sa različitim sadržajem u vizualnom i infracrvenom području.

Integracijom dvospektralnih video snimaka i grafika po kreiranom scenariju oblikovana je filmska sekvenca u cilju uvođenja paralelne reprodukcije video blizanaca u praksi. Završnom obradom filmskog materijala izrađen je uradak tehnički visoke kvalitete za prikaz na projekcionom platnu.

Kreirani filmski materijal prikazan je na multimedijskoj prezentaciji u kazališnoj dvorani. Na lokaciji je postavljeno posebno filmsko platno kako bi se platno i plesni dio pozornice

postavili u «jednu liniju» te tako bili u jednakoj zastupljenosti za gledateljev doživljaj. Na platno postavljenom na pozornici reproducirana je izrađena filmska sekvenca (*slika 41.*).



*Slika 49. Platno za projiciranje*

Nakon filmskog dijela pred gledatelje je uživo izvedena plesna predstava. Nadograđeni su procesi produkcije medijskog sadržaja kreiranjem novog prostora za prikaz informacije. Uvedena je dvostruka scenografija u kazališni milje.

Prilikom izvedbe bilo je potrebno pripremiti tehničke uvjete kako bi se svaki zamišljeni dio predstave pravilno reproducirao. Pripremljena je infracrvena kamera za snimanje Z spektra plesne predstave za projiciranje na platnu.

Korištena je nadzorna infracrvena kamera sa zasebnim izvorom svjetla (*slika 42.*). Nakon početne probe rasvjete zaključeno je da korištena vizualna svjetla daju široki spektar rasvjete koja je dovoljna za kvalitetnu infracrvenu snimku. Korištenje zasebnog izvora ugrađenog u kameru davalo je rezultat presvijetlih tonova u Z spektru. Dodatni izvor rasvjete prekrio se te se koristilo isključivo vizualna rasvjeta u dvorani.



*Slika 50. Nadzorna infracrvena kamera sa zasebnim izvor svjetla*

Postavljena je umjetna rasvjeta za istovremeno osvjetljenje postavljene radnje za vizualni i infracrveni spektar. Korišteni su umjetni oblici rasvjete sa svjetlosnim odazivom u dva spektra. Nadzorna infracrvena kamera bila je spojena na projektor koji je projicirao sliku pozornice u promatranom spektru. Korišten je kućni projektor sa Benq (*slika 43.*).



*Slika 51. Projektor korišten za projiciranje infracrvenih snimaka*

Korištenjem projektoru i projekcionog platna u kazališnoj dvorani prikazane su infracrvene snimke plesne koreografije. Predstava se odigravala u lijevom dijelu pozornice dok je na desnom dijelu bilo postavljeno projekciono platno (*slika 44.*). Istovremenim praćenjem vizualnog i infracrvenog spektra publika je aktivno sudjelovala u oblikovanju autorove indirektne komunikacije.

Metodama reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra oblikovan je multimedijski projekt za dokaz teze o razvijanju proširenog grafičkog prikaza materije.



Slika 52. Finalna postava pozornice

Nakon izvedbe anketirani su gledatelji o uspješnosti postavljenog programa. Ispitivani su načini korisničkog doživljaja i mišljenja o dvospektralnog prikazu sadržaja.

Izvedbom multimedijskog projekta u dva spektra i analizom odgovora ispitanih gledatelja dokazna je funkcionalnost ZRGB-M video sustava i hipoteza o paralelnoj reprodukciji vizualnog i infracrvenog područja kao novoj metodi u grafičkoj tehnologiji.

## **7.1. Scenarij za izradu dvospektralnih scenografskih elemenata**

Definiran je scenarij multimedejske prezentacije u svrhu dokazivanja teze stvaranja proširenog grafičkog prikaza materije paralelnim prikazom video blizanaca u vidljivom i oku nevidljivom dijelu spektra. Multimedajska prezentacija sastavljena je od filmskog i kazališnog dijela. Uvođenjem ZRGB-M video sustava u kazališni i filmski milje stvorena je proširena komunikacijska platforma za dizajniranje komunikacije u vizualnom i infracrvenom dijelu spektra. Izrađena je knjiga snimanja vizualnog prikaza vidljivog i nevidljivog spektra dvospektralnog projekta. U svrhu ispravne komunikacije svih sudionika izvedbe korištena je knjiga snimanja kao komunikacijska platforma.

Definirani su scensko vizualni elementi koji svoju ulogu u komuniciranju sa gledateljem kreiraju korištenjem proširenog spektralnog prostora. Izdvojeni scenski elementi dizajnirani su za reprodukciju u vizualnom i infracrvenom spektru.

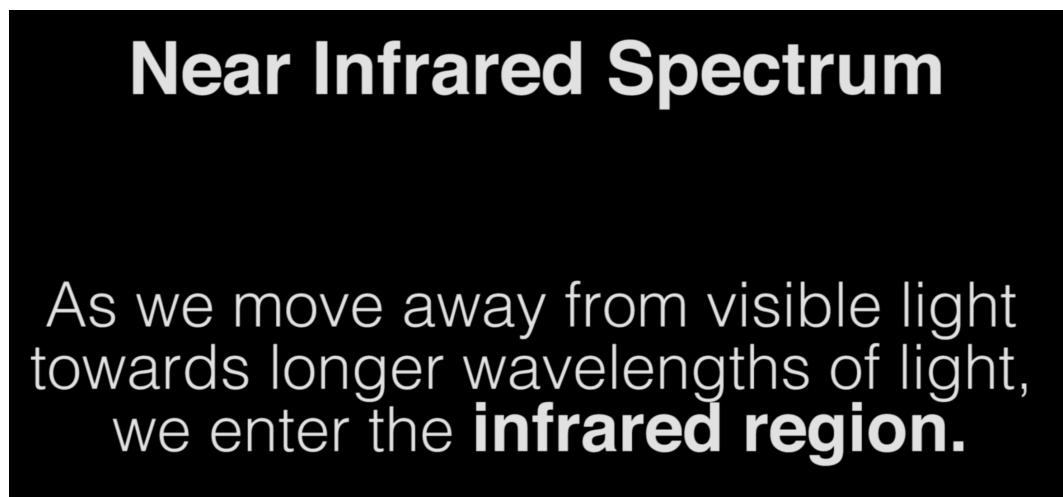
Scenografski elementi kojima su prezentirana vlastita infracrvena svojstva bez aktivnog utjecaja kupljeni su u trgovinama. Prilikom kupovine korištena je ZRGB-M video kamera. Izdvojeni su elementi iz scenarija koji su tiskani InfrareDesign tehnikom različitog sadržaja za vizualni i infracrveni spektar. Izrađeni kostimografski dvospektralni materijali šivani su po mjerama glumaca u multimedijskoj prezentaciji. ZRGB-M video kamera korištena je prilikom krojenja materijala.

Nadograđenim elementima dvospektralne produkcije postavljena je scena za prezentaciju. Paralelnom digitalnom video reprodukcijom multimedijskog projekta u vidljivom i nevidljivom dijelu spektra dokazana je teza kreiranja nove metode u grafičkoj tehnologiji.

Filmski dio multimedije prezentira osnovne informacije elektromagnetskog zračenja i proces izrade ZRGB-M video sustava. Sav materijal snimljen je konstruiranom ZRGB-M video kamerom. Snimljene su igrane scene u eksterijeru u sunčanim uvjetima. ZRGB-M kamera koristila je sunčevu svjetlost kao izvor infracrvenog elektromagnetskog zračenja.

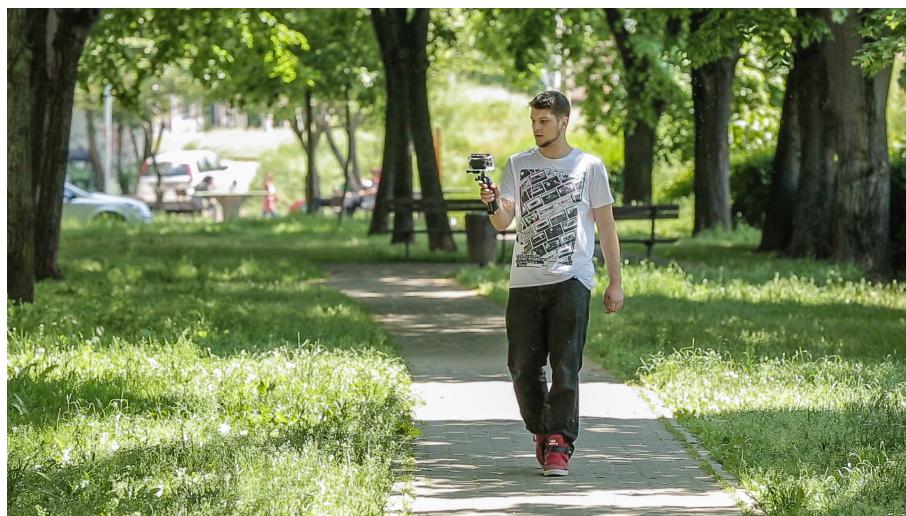
Na početku filma scenarij informira gledatelja o istraživanom infracrvenom elektromagnetskom spektru (*slika 45.*). Izrađenim telopima, u tekstualnom obliku, objašnjeno

je područje kreiranja proširene informacije. Bijela slova na crnoj podlozi montirana su naizmjenično sa snimljenim kadrovima konstruiranja ZRGB-M video kamere.



Slika 53. Prizor iz filma (telop za razumijevanje IR područja)

Prikazana je promjena objektiva na GoPro Hero 4 Black kamери za prikazivanje infracrvenog područja. U igranom dijelu filma glavni glumac (Viktor) preuzima ZRGB-M video kameru i kreće hodati po parku (*slika 46.*). Promatra svijet oko sebe kroz objektive dvostrukе kamere.



Slika 54. Prizor iz filma (Viktor hoda sa ZRGB-M kamerom)

U kadrovima je snimana flora u parku te se vide zakonitosti blisko infracrvenog spektra. Njegov subjektivni kadar, pogled, prikazan je kao slika podijeljenog ekrana

vizualnog i infracrvenog područja. Viktor začuđeno promatra (i upoznaje) infracrveni svjet oko sebe. Prilazi obližnjem plakatu koji na sebi nosi naziv «Reproduction of visual and infrared spectrum» te ga gleda i okom kamere. Primjećuje nove informacije zapisane u infracrvenom spektru koje predstavljaju autora predstave (sa njegovom slikom) i kratki osvrt na predstavu.

Za vrijeme iščitavanja plakata, sa susjedne klupice troje ljudi promatra Viktora. Viktor to primjeti, kreće prilaziti k njima. Oni odlažu novine koje su imali sa sobom, dižu se sa klupice i odlaze u daljinu. Prilikom odlaska djevojka sa klupice značajno pogleda Viktora. Sa klupice uzima novine i otvara ih na stranicu oglasa na kojem se pozivaju ljudi na StudentCuts - festival studentske kreativnosti bez navedenog vremena i lokacije održavanja. Tek pogledom kroz infracrvenu kameru dolazimo do sakrivenih dodatnih informacija. Zatamljenje.

Oblikovani su video materijali za paralelnu video reprodukciju u vizualnom i infracrvenom spektru. Snimljeni video blizanci obrađeni su alatima za obradu slike za dokaz metoda reprodukcije proširenog grafičkog prikaza materije. Kreirane snimke prikazivane su spektralno odvojene ili kroz istovremeni prikaz kretanja objekata u vremenu. Obrađeni video materijal reproduciran je na platnu postavljenom na pozornicu kao dio multimedijskog projekta.

Kazališni scenarij multimedijskog projekta oblikovan je kroz plesnu predstavu snimanu ZRGB-M video kamerom. Infracrvena snimka izvedene scene paralelno je prikazivana na projekciono platno postavljenom na pozornicu.

U plesnoj predstavi sudjelovale su dvije plesačice i tri plesača. Njihova kostimografija, izvedena InfrareDesign tehnikom komunicirala je poruke različitog sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru.

Plesna točka zamišljena je kao prikaz borbe «osviještenosti i neosviještenosti». Kroz igru vidljivog i nevidljivog, svjetla i tame, prikazana je tema borbe znanja i neznanja. Glavni lik (Viktor), koji na kraju filma u novinama primjeti pozivnicu, dolazi na scenu obučen u crno. ZRGB-M video kamerom prelazi preko publike u dvorani.

Projekcijom infracrvene snimke publike gledatelj se uvjerava u realnost projicirane snimke. U cilju prihvaćanja nove metode proširene komunikacije uporabom dvostrukog spektra u uvodnom dijelu plesne predstave snimani su gledatelji ZRGB-M video kamerom. Prikazivanjem infracrvene snimke gledatelja na platnu potvrđen je oblik realnosti i istovremenost reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra.

Viktor ZRGB-M kamerom prelazi preko scenografskih elemenata scene i otkriva postavljene skrivene poruke (*slika 47.*).



Slika 55. Prizor iz plesne predstave (Viktor-publika)

Kreirane dvostrukе scene promatraju se paralelno za cjelevitu komunikaciju za gledateljem. Oblikovanjem paralelne reprodukcije dvostrukog spektra komunikacija je indirektna i nevidljiva. Publika u dvorani paralelno prati izvedenu radnju u dva spektra. Paralelnim promatranjem plesne predstave na pozornici i njezinom istovremenom reprodukcijom infracrvene snimke igrane predstave gledatelj samostalno određuje koji spektar želi gledati. Značenje komunicirane poruke ovisno je o gledateljevom načinu promatranja prezentacije.

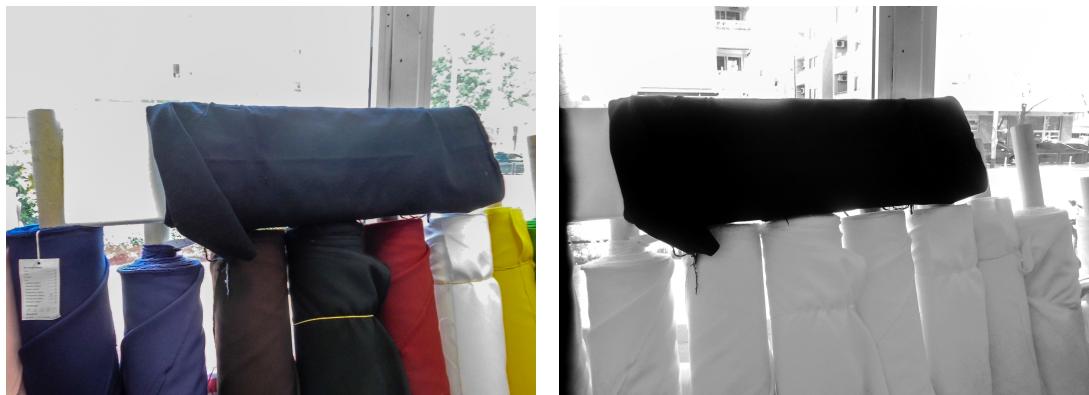
Paralelnim prikazom elemenata različitog sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru stvoreno je novo iskustvo za gledatelja u promatranju scensko vizualnih djela.

Postavljanjem multimedijskog projekta metodom paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra dokazana je teza nove metode u grafičkoj tehnologiji.

## 7.2. Scenografski elementi vlastitih infracrvenih svojstva

Izvedeni su scenografski i kostimografski elementi za oblikovanje dvospektralnog multimedijskog projekta. Elementi komuniciraju proširenim prikazom vizualnog i infracrvenog područja. Nije se utjecalo na infracrvenu informaciju izvedenih scenografskih i kostimografskih dijelova. Infracrvena informacija koristi vlastita svojstva materije. ZRGB-M video kamerom prikazani su video blizanci koje gledatelji promatraju. Stvoren je indirektan prikaz informacije koju gledatelj oblikuje analiziranjem razlika u dva prikazana spektra. Definiranjem scenarija multimedijске prezentacije izdvojeni su scenografski dijelovi za paralelni prikaz u dvostrukom spektru. ZRGB-M video kamerom istražena su infracrvena svojstva odabranih elemenata.

Kao scenografski element na pozornici plesači su prekriveni zelenom plahtom. Oblikovanim scenarijem potrebna nam je bila tkanina koja u infracrvenom spektru ima bijeli odaziv. U istraživanju infracrvenih elemenata izdvojenih scenografskih dijelova zabilježen je veliki broj materijala sa bijelim odazivom u infracrvenom spektru (*slika 48.*). Bojanje tkanine biljnim bojama rezultat je bijelog odaziva infracrvenog spektra.



Slika 56. Odabir tkanina pomoću ZRGB-M kamere

Za kostim glavnog glumca multimedejske prezentacije osmišljen je kostim crno/crnog dvospektralnog odaziva (*slika 49.*). Tokom plesne koreografije odigrana je borba «znanja i neznanja». Crnim odazivom u infracrvenom spektru simbolizirano je neznanje. Glavni glumac tokom predstave postepeno mijenja infracrvene vrijednosti te postaje bijel. Kreiran je kostim u dijelovima. Prvi dio kostima sastavljen je od trenirke crno/bijelog odaziva identičan kao i kod ostalih plesača. Drugi dio kostima oblikovan je od tkanine crno/crnih svojstva. Tkanina je prekrojena na male dijelove koji su čičak trakom spojeni na prvi dio kostima. Za vrijeme plesne borbe plesači pokretima skidaju gornje dijelove kostima. Paralelnom reprodukcijom vidljivog i nevidljivog dijela spektra gledatelj promatra dva video blizanca različitog sadržaja.



*Slika 57. Dizajnirana majica korištenjem vlastitih infracrvenih vrijednosti*

Svi ostali glumci - plesači svojom kostimografijom simboliziraju «znanje» o metodi dvospektralne komunikacije. Njihova garderoba osmišljena je u dvostrukom spektru korištenjem vlastitih infracrvenih svojstva materijala. Crna trenirka (majica i hlače) u vizualnom spektru prikazani su crne boje (*slika 50.*). U infracrvenom spektru trenirke su bijelog odaziva. Istraženi su materijali crno-bijelog odaziva u dvostrukom spektru.



Slika 58. Kostimi (trenirke) snimljeni u vizualnom i infracrvenom spektru

U plesnom dijelu kazališne predstave odigrana je borba mačeva. Dvoje glumaca koriste mačeve crne boje u vizualnom spektru. U infracrvenom spektru jedan mač (glavnog glumca) ima crni odaziv, dok drugi mač je prikazan bijelom bojom (*slika 51.*). Tkanina korištena za krojenje kostima glavnom glumcu iskorištena je za kreiranje borbenog mača. Oblikovanim video blizancima razvijen je prošireni prikaz materije koji je korišten u komunikaciji sa gledateljem.



Slika 59. Mačevi kreirani od različitih tkanina sa različitim odazivom u dva spektra

Po kreiranom scenariju izvedeni scenografski i kostimografski elementi komuniciraju sa publikom u vidljivom i oku nevidljivom spektru.

Multimedijskim projektom kroz fuziju filma i plesne predstave nastoji se približiti razumijevanje infracrvenog područja i njegovih mogućnosti u dizajniranju komunikacije. Proširena komunikacijska platforma otvara inovativno kreativno autorsko područje za kreiranje medijskog sadržaja. Izvedenim video blizancima u dva kontrolirana spektra razvijen je prošireni grafički prikaz materije.

### **7.3. InfrareDesign tehnologija u izradi scenografskih i kostimografskih elemenata**

Oblikovani su scenografski elementi različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar. InfrareDesign tehnikom otisnuti su rekviziti korišteni u multimedijском projektu. Informacija je oblikovana dijelom u vizualnom i dijelom u infracrvenom spektru. Tiskanim elementima stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje u dizajnu komunikacije.

Definirane su metode reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra. Zavisno o jednospektralnoj ili dvospektralnoj metodi reprodukcije spektralnih video blizanaca kreirana je komunikacija. Infracrvena informacija jednospektralnog prikaza prilikom reprodukcije funkcioniра samostalno. Dvospektralni način prikaza vizualnog i infracrvenog spektra definira oblik video blizanaca u kojem infracrvena informacija dopunjuje vizualni dio. Paralelnim promatranjem dvostrukog spektra gledatelj kreira cjelovitu informaciju.

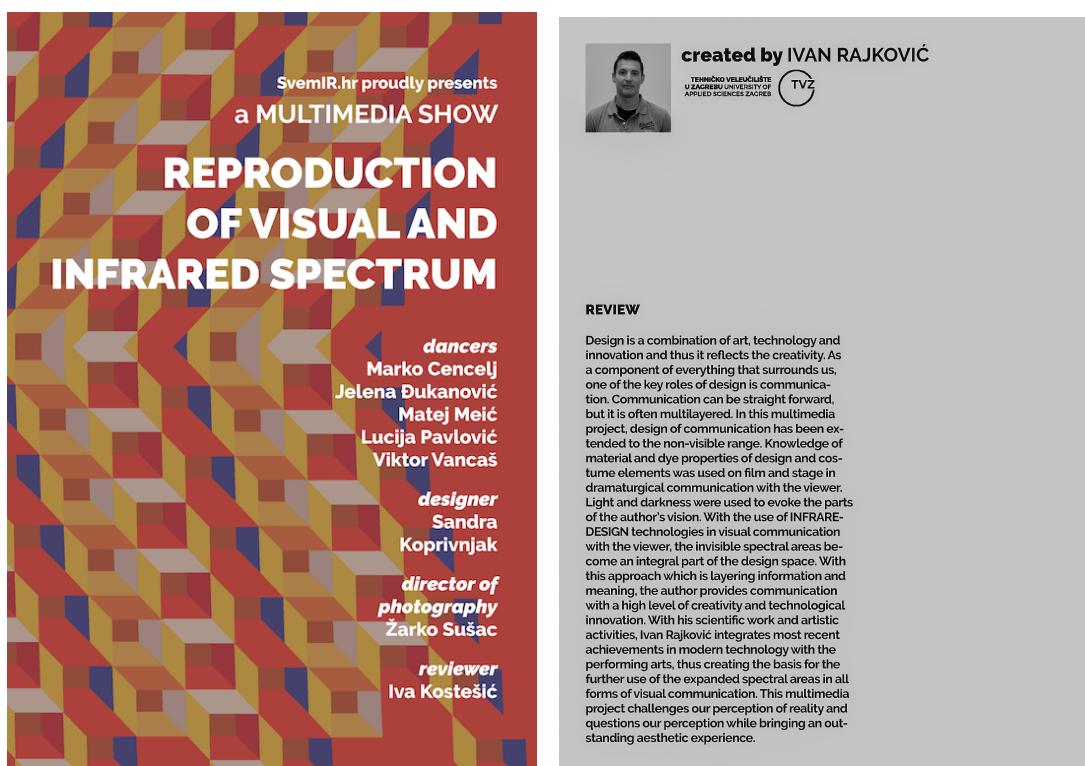
Uvođenjem ZRGB-M video metode paralelne reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra oblikovana je interakcija očite i skrivene komunikacije.

Integracijom dvospektralnih elemenata video blizanaca u filmski i kazališni dio multimedijskog projekta dokazana je teza paralelne digitalne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji.

Uporabom ZRGB-M grafičke tehnologije proširene su mogućnosti upravljanja vizualnim medijima gdje se prezentirani sadržaj promatra paralelnim gledanjem vizualnim i infracrvenih elemenata. Dvospektralna prezentacija informacija uvodi inovativno iskustvo u kreiranju i uživanju medijskog sadržaja.

Uvodne scene filmskog dijela multimedejske prezentacije prikazuju filmski plakat prezentacije «Digital video reproduction of visual and infrared spectrum». Glavni akter (Viktor) prilazi plakatu i promatra ga kroz ZRGB-M video kameru. Infracrvena snimaka prikazuje nove informacije o predstavi.

Dizajniran je plakat B1 dimenzija (70,7x100 cm) koji je korišten kao rekvizita u filmu (*slika 52.*). Prilikom oblikovanja plakata definirane su informacije prikazane u vizualnom spektru. Istaknuto je ime predstave i glavnog nositelja projekta. Imena sudionika u realizaciji projekta prikazana su na sredini plakata. Oblikovanjem različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar razvijen je prošireni prikaz materije. Dokaz teze o oblikovanju spektralno proširene komunikacijske platforme dizajnersko je rješenje B1 plakata u infracrvenom spektru. U oku nevidljivom području postavljeno je ime autora predstave sa njegovom slikom i kratkom recenzijom rada. Uvođenjem video blizanaca dvostrukog spektra kao nove metode grafičke tehnologije otvorena je mogućnost prikazivanja dodatnih informacija koje se nalaze izvan prostora vizualnog spektra.



Slika 60. B1 plakat dizajniran u dvostrukom spektru

Oblikovan je novinski oglas korišten u filmskom dijelu multimedejske prezentacije. Glavni lik u filmskom scenariju čita novine i nalazi oglas nepotpunih informacija. Oglas prikazuje najavu multimedijskog projekta.

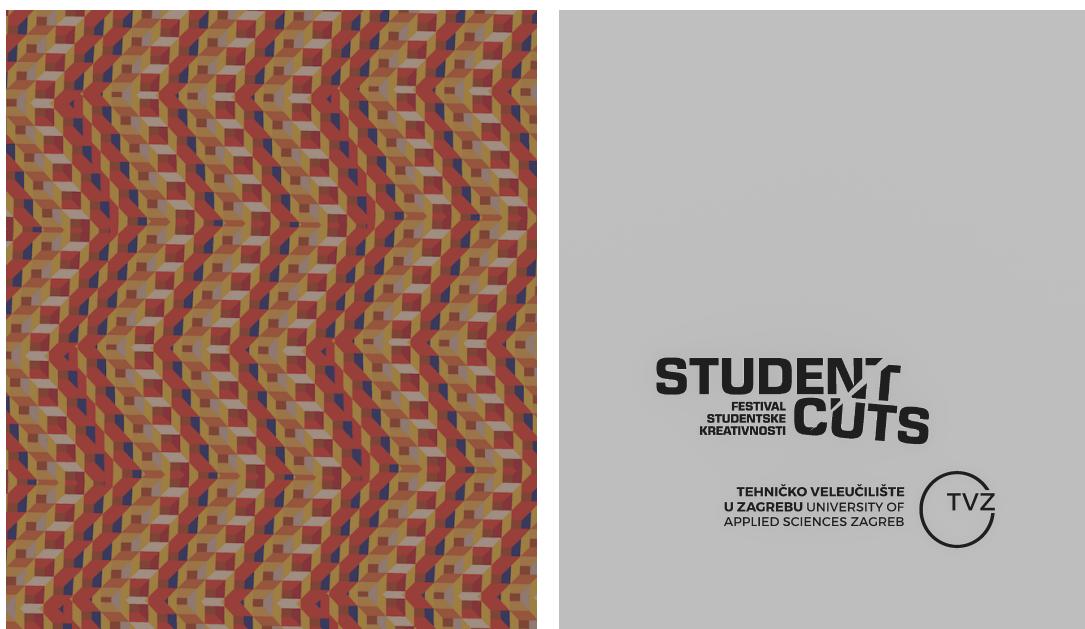
Dizajniran je novinski oglas grafičkog i tekstualnog dijela. Najavljen je studentski festival na kojem je premijerno izvedena dvospektralni projekt (*slika 53.*). InfrareDesign tehnikom tiska u infracrvenom spektru otisnuta je informacija lokacije i vremena odigravanja predstave. Infracrveno područje korišteno je za prikaz cijelovite informacije koju gledatelj konstruira paralelnim gledanjem vidljivog i nevidljivog spektra.



Slika 61. Prikaz novinskog oglasa sa informacijama lokacije i vremena u IR spektru

Dizajnirane su dvije plahte različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar. Uvođenjem dvospektralnih informacija stvoren je novi oblik komunikacije autora i korisnika.

Kreirana plahta u vizualnom spektru prikazuje grafičke oblike crvene boje (*slika 54.*). U oku nevidljivom spektru otisnut je logo festivala na kojem je premijerno izvedena dvospektralni multimedijijski projekt. Infracrvena informacija može funkcionirati zasebno. Informacije se dopunjaju. Jednospektralna metoda sa aktivnim utjecajem na NIR spektrar prilikom reprodukcije razvija prošireni grafički prikaz materije. Paralelnom video reprodukcijom vidljivog i nevidljivog dijela spektra gledatelj aktivno doživljava podatke prezentirane ZRGB-M video sustavom.



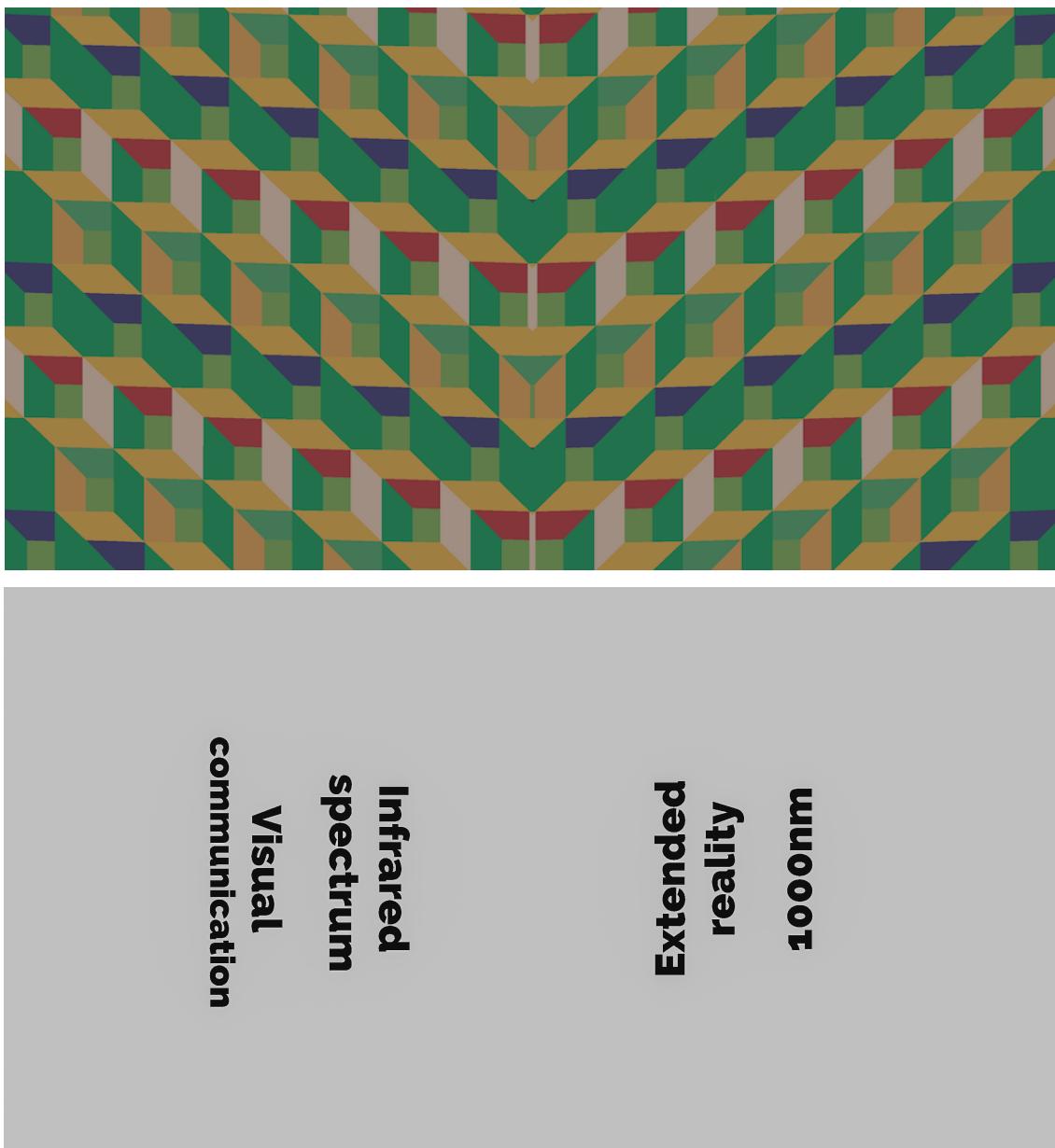
*Slika 62. Crvena plahta dizajnirana InfrareDesign tehnikom*

Na vizualno plavoj plahti dizajnirana je grafika korištena kao vizualni identitet proširene komunikacijske platforme. U infracrvenom spektru plahta prikazuje podatke i imena svih sudionika multimedijске prezentacije (*slika 55.*).



*Slika 63. Dizajnerska priprema plave plahte za tisk CMYKIR separacijom*

Oblikovan je odjevni prsluk različitog sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru. U vizualnom spektru korištena je grafika vizualnog identiteta predstave (*slika 56.*). U cilju uvođenja grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca u vidljivom i nevidljivom spektru kreirana je različita informacija u infracrvenom području. Otisnuti su informativni podaci promatranog spektra. Infracrvena informacija prikazuje podatke istraživanog područja.



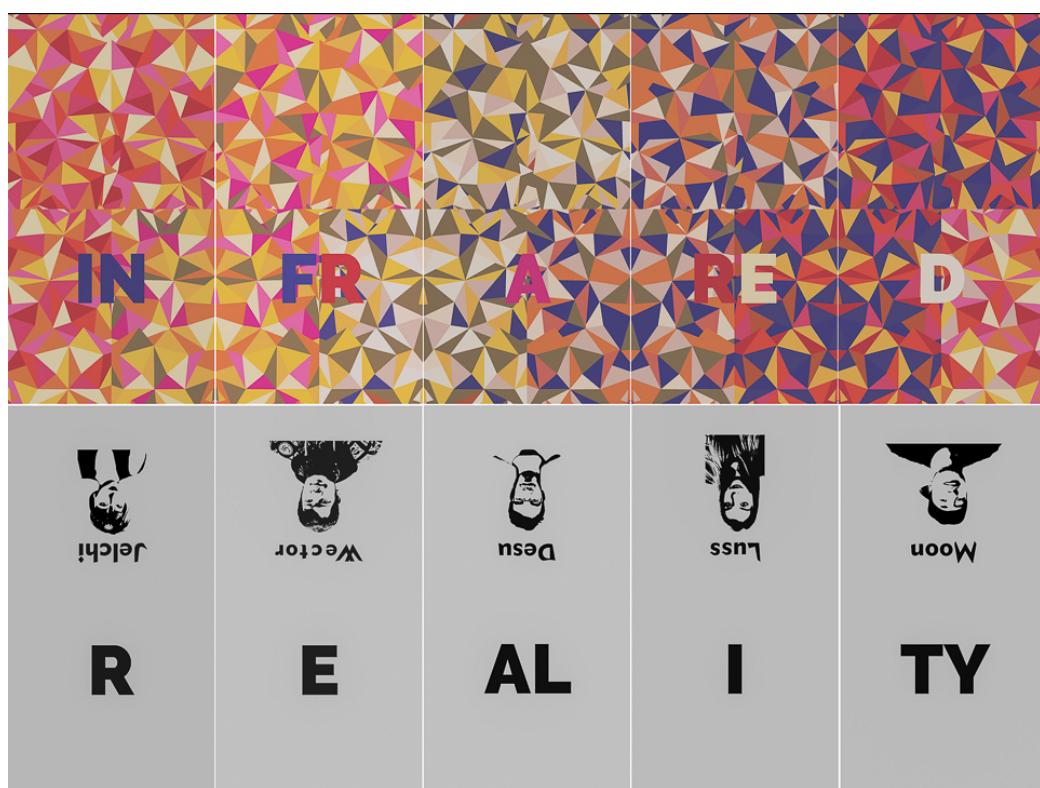
*Slika 64. Prsluk sa infracrvenim informacijama*

Izrađena je kostimografija za plesni dio multimedijskog projekta. Svi glumci nosili su trenirke crnog odaziva u vizualnom spektru. Infracrvene snimke ZRGB-M kamere prikazivali su plesače bijelog odaziva. Preko crne/bijele majice svaki plesač nosio je dizajniran prsluk. Oblikovani su prsluci šarenih kvadrata u vizualnom spektru. Na prsimu svakog pojedinog plesača nalazila su se određena slova (*slika 57.*). InfrareDesign tehnikom aktivno se utjecalo na infracrvene vrijednosti otisnutih materijala. U infracrvenom području prsluci na prednjoj strani prikazuju tipografiju drugačiju od vizualnog spektra. Na leđima prsluka otisnuta je profilna slika plesača sa njegovim/njezinim umjetničkim imenom.



*Slika 65. Dizajn prsluka u vizualnom i infracrvenom spektru*

Izrađeno je pet različitih prsluka kao kostimografskih elemenata za glumce multimedejske prezentacije. Ovisno o definiranom scenariju i plesaču korištene su različite boje u grafikama vizualnog spektra. Prilikom plesne koreografije, prsluci plesača su preklapani jedan uz drugi i kreirali veliko platno sa završnom porukom predstave. Otisnuta tipografija na prsim prslukama u završnoj postavi plesne točne nose određeno značenje različitog sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru (*slika 58.*). Paralelnim promatranjem reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela platna prikazane informacije postaju upotpunjene. Istovremenim prikazom dvostrukog spektra oblikovana je nova informacija kao dokaz teze o razvijanju proširenog grafičkog prikaza materije.



Slika 66. Prikaz grafičke pripreme 5 prsluka u vizualnom i infracrvenom spektru

#### **7.4. Filmski dio multimedijске prezentacije**

Osmišljen je filmski scenarij kao dio multimedijskog projekta u cilju uvođenja nove metode grafičke tehnologije paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra. Dizajnirani su scenografski elementi različitog sadržaja za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra. Postavljanjem komunikacije između autora i gledatelja uz pomoć dvospektralne scenografije stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje u grafičkoj tehnologiji.

Definirana je knjiga snimanja - storyboard za vizualni i infracrveni spektar. Izvedena knjiga služi kao komunikacijski alat između svih sudionika producijskog procesa. U ZRGB-M video metodi knjiga snimanja nadograđena je dodatnim podacima o svojstvima materije u blisko infracrvenom području.

Organizirano je snimanje filmskog dijela multimedijskog projekta. Snimljeni su kadrovi osmišljeni u filmskom scenariju. Svi zapisi snimani su modificiranom ZRGB-M video kamerom oblikovanom iz GoPro Hero 4Black kamere za izradu video zapisa visoke rezolucije. Kamera je koristila sunčevu svjetlost kao izvor infracrvenog zračenja. Kreiranjem dvostrukе spektralne scene za paralelno gledanje uvedeno je novo kreativno autorsko područje u filmsku umjetnost.

Snimanje je trajalo jedan radni dan na lokaciji u eksterijeru pored Studentskog Centra u Zagrebu (*slika 59.*). Cijeli film zamišljen je kao netonski te nije bilo potrebno koristiti nikakvu audio tehniku za snimanje zvukova.



*Slika 67. Fotografije sa snimanja filma*

Konstruiranom ZRGB-M video kamerom snimljene su scene filma u eksterijeru. Pasivnom načinom snimanja bilježena je okolina bez utjecaja na infracrvena svojstva snimanih objekata.

Izvedene su metode prikaza video blizanaca snimljenih ZRGB-M video kamerom. Reprodukcijom infracrvene snimke flore na površini cijelog ekrana definirano je jednospektralno pasivno promatranje okoline u ZRGB-M video sustavu (*slika 60.*).



*Slika 68. Prizor iz filma (flora u infracrvenom spektru)*

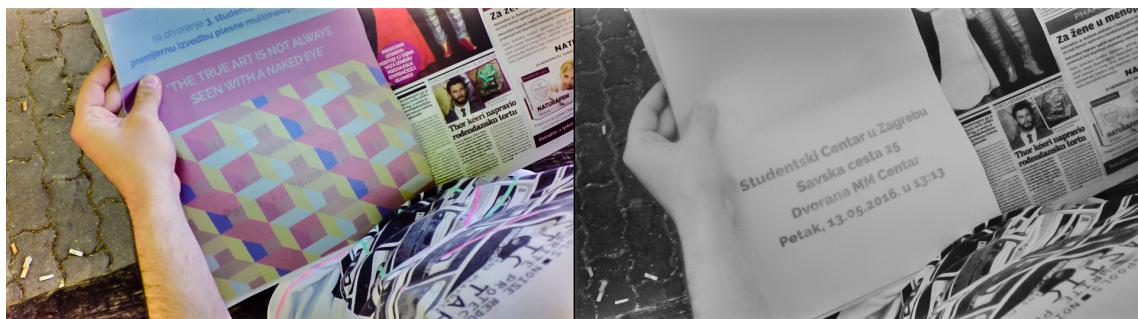
Uvođenjem aktivne InfrareDesign tehnike kreiranja scenografskih elemenata različitog sadržaja odvojenog za vizualni i infracrveni spektar u filmsku industriju otvoreno je novo područje vizualne komunikacije.

Jednospektralnim prikazom materije sa aktivnim utjecajem na infracrvene vrijednosti materije prikazan je scenografski element rekvizite korištene u filmu. Rekvizita, u filmu plakat, tiskan je različitim sadržajem za dvostruki spektar (*slika 61.*). Sadržaj infracrvenog spektra prikazuje dodatne informacije kao dokaz teze o stvaranju proširenog prostora komunikacije korištenjem spektralnih video blizanaca. Vizualni i infracrveni kadrovi video blizanaca funkcioniraju zasebno. Gledatelj prilikom reprodukcije zasebnih spektralnih kadrova samostalno oblikuje proširenu informaciju.



Slika 69. Prizor iz filma (plakat prikazan paralelnim prikazom)

Paralelni prikaz video blizanaca vidljivog i nevidljivog spektra u kojem su prikazane nove informacije definiran je definiran je dvospektralnim prikazom sa aktivnim NIR utjecajem. U snimkama novinskog oglasa tiskanog InfrareDesign tehnikom gledatelj aktivno uspoređuje vizualni i infracrveni spektar (*slika 62.*). Vizualna informacija je nepotpuna dok se ne promatra zajedno sa infracrvenom informacijom. Pored bom dva spektralna video blizanca stvoren je novo kreativno autorsko područje kreiranja informacija koje gledatelj uživa tek istovremenom reprodukcijom snimljenog materijala.



Slika 70. Prizor iz filma (novine u vizuelnom i infracrvenom spektru)

U svrhu dokazivanja teze oblikovanja video blizanaca u dva kontrolirana spektra za kreiranje proširenog grafičkog prikaza materije izведен je filmski uradak sniman ZRGB-M video kamerom. Paralelnim snimanjem promatranih scenografskih i kostimografskih elemenata kreirani su dvospektralni video blizanci.

Sav snimljeni video materijal pripremljen je za obradu u aplikaciji za montiranje pokretne slike. Kamere bilježe pokretnu sliku u dva spektra. Vizualni i infracrveni spektar odvojeno su snimani na memorijske kartice u kameri.

Za potrebe obrade video slike koristi se Adobe Premiere CC 2015 kao profesionalan alat za obradu videa. Uporabom softwarskih alata za obradu videa obrađeni su video zapisi za paralelnu reprodukciju.

Odabrane scene slažu se redoslijedom osmišljenim u scenariju i knjizi snimanja. Filmski kadrovi montirani su zavisno o definiranim metodama prikaza dvostrukog spektralnog video materijala.

Jednospektralnom i dvospektralnom metodom reprodukcije oblikovani su video materijali za prošireni prikaz snimane materije. Pasivnim načinom snimanja zabilježeni su video blizanci bez utjecaja na njihova svojstva u infracrvenom području. Aktivnim dizajnom oku nevidljivog spektra kreirani su video blizanci za dokaz teze o oblikovanju proširene komunikacijske platforme. U montaži su kombiniranjem dvostrukih snimaka vizualnog i infracrvenog područja prikazane metode reprodukcije video blizanaca kao proširenog grafičkog prikaza materije.

Oblikovanjem video zapisa u jedinstvenu cjelinu kreiran je filmski dio multimedijiskog projekta za dokaz teze o stvaranju nove ZRGB-M video grafičke metode paralelne reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra.

Izvedena filmska sekvenca pripremljena je u visokoj rezoluciji za reprodukciju na platnu kao dio multimedijiskog projekta. Kompresijom video signala finalnog materijala oblikovan je video zapis za online reprodukciju na web stranici <http://zrgbfilm.svemir.hr>. Na online sjedištu postavljen je video materijal smanjene rezolucije za web uporabu. U online verziji izrađene filmske sekvence smanjena je rezolucija slike. Kreiran je filmski materijal manjeg zapisa u kojem su jednakо kvalitetno vidljivi svi dokazi oblikovanja nove metode u grafičkoj tehnologiji paralelnom digitalnom video reprodukcijom spektralnih video blizanaca.

## **7.5. Kazališni (plesni) dio multimedijiske prezentacije**

Kazališni dio multimedijiskog projekta kao komunikacijske platforme oblikovan je u plesnu predstavu. Plesna skupina sastojala se od dvije plesačice i tri plesača. Izvedena plesna točka na pozornici snimana je ZRGB-M video kamerom. Na pozornicu je postavljeno platno za projiciranje. Infracrvena snimka ZRGB-M video kamere preko projektoru projicirana je na platno. Korištenjem infracrvenog spektra u vizualnoj komunikaciji s gledateljem, oku nevidljivo spektralno područje postaje sastavni dio autorskog kreativnog prostora. Definiranjem produkcijskih elemenata oblikovanja dvostrukе scenografije i kostimografije otvoreno je novo područje u scensko vizualnoj komunikaciji.

Oblikovana je kazališna scenografija korištenjem znanja o vlastitim svojstvima materije u infracrvenom spektru. Dizajnirani su kostimografski elementi plesne predstave uz uporabu InfrareDesign tehnike. Tiskanim scenografskim elementima sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni spektar stvoreno je inovativno kreativno autorsko područje. Do ovog rada nije korišteno infracrveno područje za prošireni grafički prikaz u kazalištu.

Uvođenjem aktivno dizajniranih kostima i scena te paralelne projekcije infracrvenog spektra stvoren su uvjeti za buduće autore scensko vizualnih djelatnosti. Uvođenjem paralelne reprodukcije video blizanaca u vizualnom i infracrvenom spektru autorima je omogućeno kreativno i tehnološki inovativno dizajniranje proširene komunikacije. Dvospektralnom kostimografijom objašnjeno je promatrano oku nevidljivo područje i izvedeni su primjeri korištenja nove metode u praksi.

Predstava se izvodi na kazališnoj pozornici te se promatra golim okom. Infracrvena snimka snimljena ZRGB-M video kamerom prikazuje se paralelno na platnu postavljenom na pozornicu.

Na sceni su postavljene tri plahte. Dvije plahte dizajnerski su oblikovane različito za vizualni i infracrveni dio spektra. U vizualnom grafički elementi prikazuju kvadratiće boja dok u infracrvenom dijelu se nalaze sakriveni tekstualni zapisi. Oku nevidljivi zapisi komuniciraju ime događaja na kojemu se predstava izvedena (StudentCuts festival) i nadimci sudionika

multimedejske prezentacije. Treća plahta u potpunosti je zelene boje. Odaziv zelene plahte u infracrvenom spektru je bijela boja koja je prikazana projekcijom na platnu postavljenom na pozornicu (*slika 63.*).



*Slika 71. Prizor iz plesne predstave (plahte promatrane kroz ZRGB-M kameru)*

Glavni akter (Viktor) postavlja kameru na stativ kako bi ZRGB-M objektiv kamere obuhvatio cijelu scenu. Vizualno je obučen u crni kostim koji se u infracrvenom spektru prikazuje kao crna boja. Gledatelj samostalno odlučuje koji spektar želi promatrati te stvara svoje značenje autorove indirektne poruke.

Viktor pomiče prvu plahu ispod koje se nalazi jedna plesačica. Obučena u aktivno dizajnirani kostim vizualno je prikazan osmišljen šaren grafički element na prsluku sa slovom «I». Osim prsluka, plesačica nosi crnu trenirku. Na infracrvenoj snimci projiciranom na platnu trenirka je prikazana bijelo. Dizajniran prsluk sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni spektar prikazan je bijelo dok na leđima pokazuje lice plesačice sa njezinim imenom, a na prsima crna slova «RE». Započinje plesna borba Viktora i plesačice. Prilikom izvedbe «borbe» sa plesačica otklanja (trga) slojeve Viktorove crne odjeće. Paralelnim promatranjem vizualne scene i projicirane infracrvene snimke prikazana je razlika Viktorove odjeće. U vizualnom spektru Viktor ostaje bez dijelova odjeće koja je crna kao i odjeća plesačice. Infracrveni prikaz otkriva novi izgled realnosti. Viktori otrgnuti dijelovi prikazani su bijelo kao i infracrveni odaziv trenirke plesačice (*slika 64.*).



Slika 72. Prizor iz plesne predstave (Viktorova «borba»)

Prva plesačica odlazi, a ispod zelene plahte izlaze dvoje (plesačica i plesač) novih aktera plesne predstave. Njihove crne trenirke na platnu se prikazuju bijelo, dok InfrareDesign prsluci tekstualno prikazuju informacije o promatranom području «1000 nm», «Infrared design». Obučeni u aktivno dizajniranu odjeću nastavljaju borbu sa Viktorom dodatno mu skidajući slojeve kostima. Na projiciranom platnu Viktor sve više postaje «bijel» i sličniji ostalim plesačima.

Završna pojedinačna borba odvija se između Viktora i plesača sakrivenog ispod treće plahte. Borba je odigrana rekvizitom mačeva napravljenih od drvenih štapova i presvučena crnom tkaninom. Promatranjem mačeva u infracrvenom spektru gledatelj uočava razliku plesačevog mača čiji je odaziv bijel, dok je Viktorov mač crn (slika 65.). Borbom mačeva Viktorovi infracrveni crni elementi u potpunosti su otrgnuti sa njegovog kostima.



Slika 73. Prizor iz plesne predstave (mačevanje)

Na prsima mu ostaju šareni elementi kostima koji u infracrvenom spektru prikazuju brojeve odbrojavanja (*slika 66.*). Poražen, Viktor na koljenima čeka preostale plesače da se okupe pored njega. Skidanjem tiskanih kostimografskih elemenata brojeva prikazana je završna scena plesne predstave.



*Slika 74. Kostimografija izvedena u V i NIR spektru*

Na kraju odigrane predstave svi plesači stoje jedan pored drugoga obučeni u svoje aktivno dizajnirane prsluke koji na sebi prikazuju slova (kada ih se čita po redu) «INFRARED», dok se u infracrvenom spektru se prikazuje «REALITY» (*slika 67.*). Izvedenom multimedijском dvospektralnom prezentacijom prikazano je kreiranje autorskih kreativnih djela korištenjem scenografskih i kostimografskih elemenata različitog sadržaja u vizualnom i blisko infracrvenom spektru.



Slika 75. Prizor iz plesne predstave (završna scena)

## **8. ZAVRŠNA ANKETA NAKON SCENSKE IZVEDBE**

Izведен je multimedijski projekt sastavljen od filmskog i scenskog dijela u cilju predstavljanja paralelne video reprodukcije vidljivog i nevidljivog spektra kao nove metode u grafičkoj tehnologiji. Filmski dio multimedijskog projekta imao je cilj prezentirani osobine infracrvenog spektra te prikazati tehničke načine promatranja istog. Prikazani su razni elementi tiskanih elemenata sa različitim sadržajem u vizualnom i infracrvenom spektru. Definirani metodama prikaza video blizanaca montiran je filmski uradak za prikazivanje na platnu postavljenom na pozornicu. Gledatelj nakon početnog izlaganja zakonitosti infracrvenog spektra u filmskom dijelu multimedijskog projekta paralelno prati scensko izvedbeni ples kao radnju izvedenu na sceni i prikazanu na platnu uz pomoć infracrvene kamere.

U svrhu istraživanja novo ZRGB-M video sustava, gledatelji su ispunili anketu. Video zapis dvospektralne izvedbe postavljen je na web stranicu. Ispitivanje je također provedeno nekoliko dana nakon prezentacije projekta u sklopu predavanja na Tehničkom Veleučilištu u Zagrebu. Sudionici su prije ispunjavanja ankete imali priliku pogledati izvedenu predstavu. Analizirani su odgovori od 70 ljudi iz područja dizajna i informatike.

Cilj anketiranja bio je potvrditi nadograđene elemente produkcijskog hodograma prilikom paralelne video reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra.

U anketi su bila postavljena pitanja o učinkovitosti realizacije projekta i dalnjim prijedlozima korištenja dvostrukog spektralnog načina komunikacije u vizualnim djelatnostima. Pitanjima zatvorenih odgovora ispitalo se shvaćanje i razumijevanje postavljenog multimedijskog projekta. Analizirani su odgovori o načinu promatranja izvedenih dvospektralnih video reprodukcija.

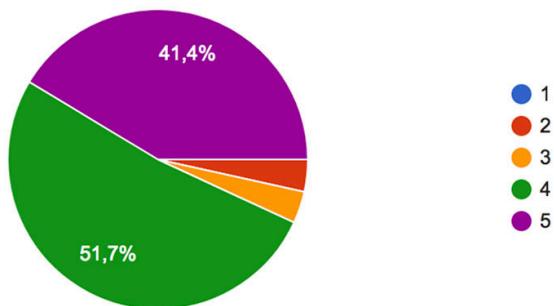
Na kraju upitnika postavljena su pitanja otvorenih odgovora za potaknuti ispitanike da svojim riječima opišu doživljaje i potencijalne probleme prilikom gledanja dvospektralne prezentacije. U završnom pitanju dana im je mogućnost pisanja vlastitih ideja o korištenju ZRGB-M video sustava u praksi.

Analizom rezultata izvedeni su zaključci o ispunjavanju cilja postavljanja multimedijskog projekta. Iščitavanjem prijedloga i potencijalnih problema prilikom uvođenja ZRBG-M video metode u praksi postavljene su smjernice za daljnja produkcije dvospektralnih projekata. Uz veliku zainteresiranost anketiranih ispitanika o korištenju i primjeni ove tehnologije zaključeno je da reprodukcija oblikovanih video blizanaca u dva kontrolirana spektra je nova grafička tehnologija čija primjena tek dolazi.

## 8.1. Rezultati ankete gledatelja

U anketi je postavljeno pitanje o InfrareDesign tehnologiji te njezinoj zanimljivosti u korištenju ovakve tehnologije prilikom izvođenja umjetničkih vizualnih djela. Na pitanje dojma o predstavljenom nešto manje od polovice ispitanika (41%) odgovara vrlo potvrđno sa «izuzetno zanimljivo», dok većina anketiranih (52%) odgovara sa «zanimljivo».

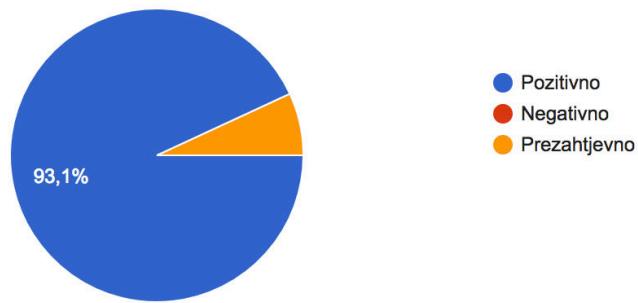
Koji je Vaš dojam o InfrareDesign tehnologiji prezentriran u predstavi?  
(Zaokružite jedan broj od 1 do 5. 1 znači «Potpuno nezanimljivo», a 5 «Izuzetno zanimljivo»)



Slika 76. Grafički prikaz - zanimljivost InfrareDesign tehnologije

Vrlo pozitivno ocijenjena je i ideja korištenja nevidljivih elemenata gdje nitko od ispitanika nije odgovorio negativno, već u malom postotku (7%) sa «prezahtjevno». Za razliku od predistraživanja provedenih u ovom radu prije izrade scenarija završne multimedijskog projekta u ovom odgovoru nema negativnih mišljenja iz razloga detaljno osmišljenih načina prezentacije na platnu i pozornici.

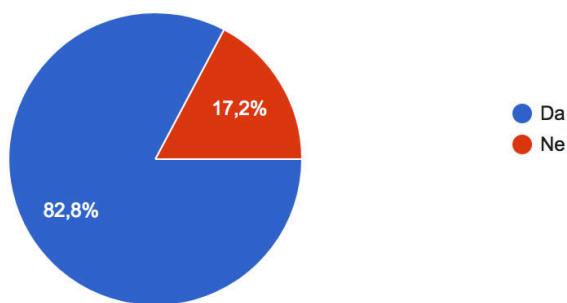
Kakvo je vaše mišljenje o nevidljivom elementu koji se može vidjeti samo kamerom ili prilagođenim fotografskim aparatom na blisko infracrvenoj valnoj duljini?



Slika 77. Grafički prikaz - mišljenje o nevidljivom elementu

Kako je filmski dio projekta imao zadaću objasniti zakonitosti blisko infracrvenog područja, načine na koji se on može promatrati i osnove osobine flore i faune u promatranom spektru rezultatima odgovora može se zaključiti u potpunosti ispunjenje izrađenim konceptom multimedijске predstave. Detaljnim kreiranjem scenarija u filmskoj djelu predstavljen je «pogled» kroz ZRGB-M kameru te su paralelnim prikazom vizualnog i infracrvenog spektra svi gledatelji imali mogućnosti uvidjeti razlike.

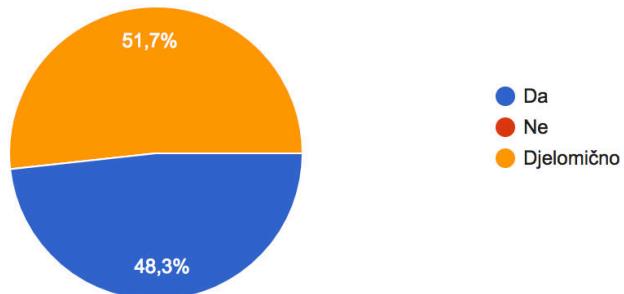
Da li Vam je koncept predstave objasnio zakonitosti blisko infracrvenog spektra?



Slika 78. Grafički prikaz - objašnjenje zakonitosti blisko infracrvenog spektra

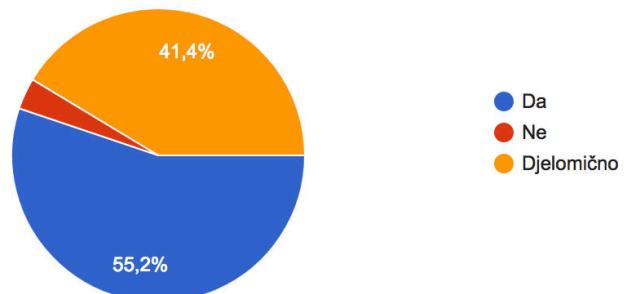
Eksperimentalni projekt u potpunosti se oslonio na dvostruku spektralnu reprodukciju vizualnog i infracrvenog područja kao nove grafičke tehnologije u kreiranje umjetničkih formi i obliku dizajniranja kanala komunikacije. Publika je na pitanja o shvaćanju sadržaja i viđenju svih osmišljenih elemenata odgovorila sa «djelomično». Ovakav odgovor je bio i očekivan iz razloga predstavljanja novog načina komunikacije u kojem gledatelj mora biti «aktivan» i cijelo vrijeme pratiti dvije slike paralelno te ih povezivanjem «prevoditi» u smisleni sadržaj. Kako se ZRGB-M tehnika bude koristila u praksi ovakav aktivni način praćenja svih scensko vizualnih postava te se upotreba tehnologije neće pojavljivati u svakom trenutku postavljenih djela i shvaćanje sadržaja i koncept odigrane radnje će se povećavati.

**Da li ste shvatili sadržaj odigrane predstave?**



Slika 79. Grafički prikaz - shvaćanje i sadržaja odigranog projekta

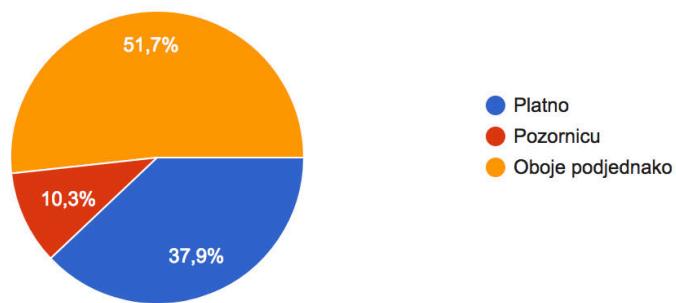
**Da li ste vidjeli sve odigrane elemente na pozornici?**



Slika 80. Grafički prikaz - viđenje sadržaja projekta

Sljedeće pitanje postavljeno je sa namjernom analiziranja korištenja platna za video medij, odnosno medij koji prenosi infracrvenu poruku i paralelnim odvijanjem radnje «uživo» na pozornici. Ispitanici su odgovarali na pitanje šta su više gledali platno ili pozornicu. Preko polovice anketiranih gledatelja gledalo je oboje podjednako, dok je samo platno gledalo 40% ispitanika. Ovakav rezultat bio je i očekivan s obzirom na dosadašnja istraživanja o korištenju video tehnologije u scenskim djelatnostima. Ipak, koristeći ZRGB-M video tehniku kao inovaciju prilikom kreiranja komunikacijskog kanala sa gledateljem te uzevši u obzir ne poznavanje i «otkrivanje novog» sa gledatelje strane, video projekcija je nešto što će u početnim slučajevima postavljanja predložene tehnike u praksi sigurno se dešavati.

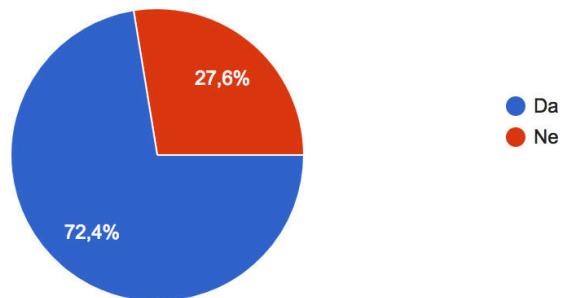
#### Jeste li više gledali platno ili pozornicu?



Slika 81. Grafički prikaz - gledanje platna ili pozornice

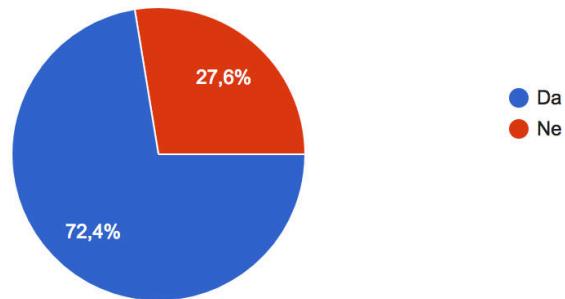
Jednak postotak odgovora dano je na pitanje da li ispitanici vide korištenja ZRGB-M paralelne video reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra kao novog načina dizajniranja vizualnih komunikacija i njihova želja da predloženi način koriste u svojem dalnjem poslovanju.

Da li smatrate ovakav način komunikacije kao NOVI način dizajniranja vizualnih komunikacija?



Slika 82. Grafički prikaz - novi način dizajniranja vizualnih komunikacija

Biste li koristili novi komunikacijski kanal u Vašoj djelatnosti?



Slika 83. Grafički prikaz - korištenje novog načina komunikacije

## **8.2. Rasprava rezultata**

Provedenim upitnikom istražena je uspješnost prezentiranja sadržaja kreiranjem scenografskih i kostimografskih elemenata u dvostrukom spektru. Temeljem rezultata ustanovljeno je da su svi ispitanici vrlo zadovoljni i iznenađeni viđenim multimedijskim projektom.

Uvođenjem platna i projektoru na kazališnu pozornicu kao potrebnu nadogradnju prilikom paralelne reprodukcije vizualnog i infracrvenog spektra stvoren je iznenađujući element kod publike. Gledatelji promatraju i analiziraju razlike scenografskih i kostimografskih dijelova u dva različita spektra. Interes pogleda predaje se platnu koji prikazuju njima novopostavljeni infracrveno područje. Za očekivati je da uvođenjem ZRGB-M tehnike u vizualne djelatnosti gledatelji će postati naviknuti na novu tehnologiju te ju prihvati kao novi oblik komunikacije. Kroz izvođenje dvospektralnih projekata platno će postati sastavni dio pozornice te će publika paralelno promatrati prikazanu radnju. U otvorenim odgovorima postavljen je prijedlog o postavljanju platna iza glumaca i radnje na pozornici.

Kroz otvorene odgovore sudionici su davali svoja mišljenja o ZRGB-M video metodi. Većina sudionika se slaže sa pretpostavkama postavljenim u intervjuiranju djelatnika vizualne umjetnosti o korištenju paralelnog prikaza u filmskoj umjetnosti. Velikim prisustvom vizualnih filmskih efekata u svakodnevnom televizijskim prikazima, gledatelj je naviknuo tretirati film kao veliki spoj kompjutorske postprodukcije u kojoj je sve moguće. Iako podijeljenih mišljenja oko filmskog dijela, u multimedijskom projektu oblikovanog za doktorsku disertaciju, scenarij filma bio je osmišljen za objašnjavanje zakonitosti infracrvenog dijela spektra i to je publika shvatila.

Za kostimografske elemente izvedene InfrareDesign tehnikom sa dvostrukim vrijednostima u vizualnom i infracrvenom spektru publika se izjasnila da dosta teško prati elemente otisnute na odjeći koja je u pokretu. Scenografski elementi koji su postavljeni na pozornicu mogu se polako analizirati pogledom na scenu, odnosno na projekciono platno.

Oblikovanjem ZRGB-M video sustava pri kreiranju komunikacije bitno je pažljivo osmisliti elemente skrivene u oku nevidljivom spektru kako bi gledatelj imao vremena pažljivo uočiti i analizirati nove, skrivene informacije.

Ispitanici su istaknuli važnost edukacije djelatnika i gledatelja ove nove grafičke tehnologije kako bi se primjena ZRGB-M mogla proširiti na sve vizualne djelatnosti.

Analizom rezultata izведен je zaključak o ispunjavanju svih postavljenih teza prilikom kreiranja upitnika. Multimedijijski projekt sačinjen od filmskog i scensko izvedbenog dijela u potpunosti je prezentirao i objasnio mogućnosti korištenja tehnologije paralelnog snimanja dvostrukog videa u vizualnom i infracrvenom spektru. Potvrdila se teza o stvaranju inovativnog kreativnog autorskog područja. Iстicanjem dodatnih elemenata na koje treba obratiti pažnju prilikom kreiranja dvospektralnih multimedijijskih projekata otvorena su nova područja istraživanja u inovativnim vizualnim formama.

## **9. DVOSPEKTRALNA REPRODUKCIJA – primjena u budućnosti**

Izведен je multimedijski projekt sa filmskim i scensko izvedbenim dijelom. Kreirani su scenografski i kostimografski elementi različitog sadržaja odvojenim za vizualni i infracrveni spektar. Oblikovani su video blizanci za prikaz u filmskom i kazališnom miljeu. Uvedene su metode prikaza dvostrukog spektra u filmskoj umjetnosti. Na kazališnu scenu postavljeno je projekciono platno za paralelno prikazivanje infracrvenog spektra izvođene scene. Kreirane su dvostruke scene za paralelno gledanje. Analizom rezultata gledatelja multimedijskog projekta dokazana je teza o kreiranju nove metode u grafičkoj tehnologiji korištenjem paralelne reprodukcije vidljivog i nevidljivog dijela spektra.

U cilju uvođenja nove metode grafičke tehnologije paralelne reprodukcije video blizanaca definirane su produkcijske faze izrade scensko vizualnih djela u vizualnom i infracrvenom spektru. Izvedeni su svi eksperimentalni dijelovi produkcijskog hodograma za kreiranje ZRGB-M video sustava. Pripremljene su kreativne scene u suradnji sa vizualnim djelatnicima kao pionirima uvođenja ove nove grafičke tehnologije u praksu.

Prikazanim multimedijskim projektom oblikovanja video blizanaca razvijen je prošireni grafički prikaz materije u dizajniranju komunikacije. Komunikacijski kanal proširen je na oku nevidljivo područje. Tiskanim scenografskim elementima vidljivog i nevidljivog spektra stvoreno je kreativno autorsko područje. Otvara se nova metoda u izradi scenografskih i kostimografskih materijala. Kreirana je indirektna informacija koju gledatelj stvara tokom gledanja proširenog medijskog sadržaja. Prilikom promatranja gledatelj mora biti aktivan i sudjelovati u kreiranju informacije koju mu autor prenosi. Utvrđivanjem sličnosti i razlika vidljivog i golom oku nevidljivog spektra gledatelj stvara svoju informaciju prenesenog sadržaja.

Postavljanjem ZRGB-M metode u svakodnevno dizajniranje komunikacije za očekivati je primjenu u mnogim vizualnim djelatnostima. Dizajniranje grafičkih elemenata vizualne komunikacije kreiranih za vizualni i infracrveni dio spektra postati će sastavni dio svakodnevne komunikacije.

Izvoditi će se novi načini dizajniranja odjeće i obuće. Prilikom kreiranja mode koristiti će se dvostrukе kamere za pregledavanje vlastitih infracrvenih svojstva materijala. Odnosima crnog – bijelog u vizualnom spektru i njezinim razlikama u infracrvenom spektru oblikovati će se kreativni scenografski i kostimografski elementi.

U području osiguranja, uvođenjem tehnike dizajniranja za dvostruki spektar potrebna je nadogradnja nadzornih kamera. Postojeće kamere nadograditi će se za paralelno snimanje okoline u vizualnom i infracrvenom spektru. Uporaba dvostrukih snimaka u promatranju okoline omogućava veću mogućnost prepoznavanja i identifikaciju promatranih objekata. Zabilježeni dvospektralni video materijali nositi će cijelovite informacije o promatranoj materiji.

Prilikom promatranja kroz nadogradene sigurnosne sustave infracrvena snimka prikazivat će podatke o aktivno utjecanim informacijama otisnutim za infracrveno područje. Ovakav način pripreme materijala za reprodukciju, također sprečava i daljnju ilegalnu distribuciju postavljene scenografije.

Izrada osobnih skrivenih podataka u odjevne predmete nadograđivati će identifikaciju autentičnosti proizvoda. Nemogućnost dupliciranja tiskanih elemenata dvostrukog sadržaja razviti će novo područje autentičnosti u grafičkoj tehnologiji.

Osim u provjeri originalnosti proizvoda, uvođenjem InfrareDesign tehnike kao sustava kreiranja odjevnih predmeta omogućiti će kreiranje proizvoda sa individualnim potpisom. Dizajnerska priprema materijala nadograditi će se uporabom InfrareDesign loga (IRD) kao informacija korisniku o prisustvu oku nevidljive poruke.

Komunikacijski alati poslovnih subjekata novom metodom dizajna unaprijediti će se InfrareDesign tehnologijom. Oblikovanje posjetnica, ugovora i memoranduma kreirati će se odvojeno za vizualni i infracrveni dio spektra. Izradom grafičkih rozeta individualnog pristupa metodom slučajnih brojeva kreirati će se dizajnerska autorska rješenja sa autentičnom zaštitom od dupliciranja.

Kreiranjem vizualnih umjetničkih radova u kojima je korištena ZRGB-M metoda, korisniku će morati biti omogućeno praćenje oku nevidljivog područja.

Uvodeći ovim radom praktične primjere korištenja ZRGB-M video sustava otvaramo put za daljnje razvijanje svih tehnoloških aparata sa kojima se ljudi danas služe. Korištenjem dvostrukog, proširenog spektra informacija prilikom dizajniranja scenografije i ostalih načina prikaza informacija u svijetu, potrebno je prilagoditi tehniku koju ljudi koriste u svakodnevnom životu. U razvijanju ove metode očekuje se modificiranje mobilnih telefona sa dva objektiva za vizualni i infracrveni spektar. Ovim radom predlaže se nadogradnja pametnih telefona sa dvostrukim kamerama za mogućnost paralelnog snimanja dvostrukog spektra. Hardverskim razvijanjem i postavljanjem u uporabu tehnoloških aparata, očekuje se kreiranje aplikacija za pametne telefone koji će biti u mogućnosti bilježiti paralelni video te ih tretirati kao jednu jedinstvenu snimku. Autori oblikuju komunikaciju kroz vidljivi i oku nevidljivi dio spektra. Razvijanjem mobilnih aplikacija korisnik će biti u mogućnosti upravljati kojom kamerom želi promatrati okolinu.

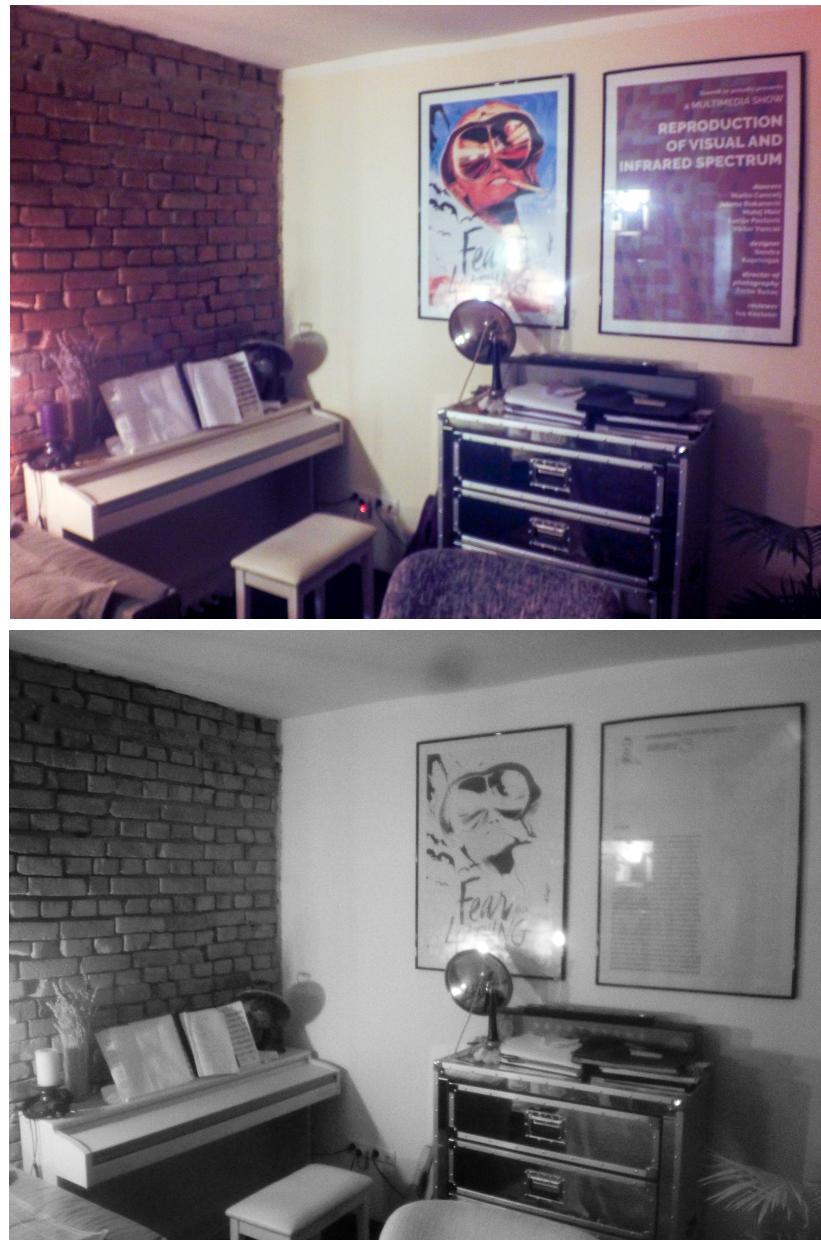
Dizajniranje paralelne komunikacije u vidljivom i oku nevidljivom spektru razviti će se u marketinškim poslovanjima. Oglasni materijali nadopuniti će se informacijama koje su vidljive korištenjem ZRGB-M video sustava. Tiskani sadržaj u novinama proširiti će se informacijama sakrivenim u infracrvenom spektru. Kreiranje i traženje nevidljivog sadržaja bit će prezentirano korisnicima u obliku nagradnih igara. Izrada plakata i oglasa koristiti će prošireno dizajnersko područje za prikazivanje informacija koje nisu našle prostor u vizualnom spektru.

Nova vrsta dvospektralnog dizajna i razmišljanje o oku nevidljivom spektru uvode ovaj prošireni grafički prikaz materije kroz modnu industriju u svaki dom, dok kreiranje scenografskih i kostimografskih elemenata predstavlja viziju novog načina života.

Korištenje InfrareDesign tehnike oblikovanja scenografskih i kostimografskih elemenata postati će standard u kazališnom miljeu. Režirati će se i izvoditi kazališni klasici na pozornici korištenjem platna kao dodatnog prostora za reprodukciju infracrvenog spektra. Platno i projektor postati će sastavni dio scenografskog prostora na pozornici.

Veća saznanja i informiranost o paralelnoj digitalnoj video reprodukciji vidljivog i nevidljivog dijela spektra kao novoj grafičkoj tehnologiji nudi sve više mogućnosti korištenja ZRGB-M video metode.

Otvara se interdisciplinarno područje istraživanja i iskoristivosti oblikovanja dvospektralnih video blizanaca u znanosti, tehnologiji, inženjerstvu, matematici i umjetnosti.



*Slika 84. Dnevni boravak budućnosti snimljen ZRGB-M video kamerom*

## **10. ZAKLJUČAK**

Dizajn je spoj tehnologije, umjetnosti i inovativnosti, a jedna od ključnih uloga dizajna je komunikacija. Uvođenjem ZRGB-M video metode paralelne reprodukcije dvostrukog spektra oblikovana je provokativna intelektualna interakcija očite i skrivene komunikacije.

Znanstveni doprinos ovog rada je definiranje produkcijskih procesa za izradu paralelnog prikaza vizualnih i blisko infracrvenih video snimaka kao nove metode u grafičkoj tehnologiji. Ovim radom definiran je hodogram reprodukcije paralelnog video materijala sa premissom da upravo u međusobnom odnosu vidljive i oku nevidljive slike nastaje novo kreativno autorsko područje.

Sama spoznaja o nevidljivoj slici nije dovoljna za otvaranje novog smjera u dizajniranju komunikacije. Za potrebe ovog rada napravljen je presjek dosadašnjih saznanja o uporabi paralelnog promatranja vizualnog i infracrvenog spektra. Nakon intervjuiranih profesionalaca iz scensko vizualnih djelatnosti i medija došlo se do zaključka o nedovoljnoj upoznatosti sa infracrvenim svojstvima materije vanjskog svijeta. Nedovoljnom spoznajom nije niti bilo za očekivati iskorištenost paralelne uporabe dvostrukog spektra u multimedijskim produkcijama. Istražena su dosadašnja istraživanja o blisko infracrvenom spektru te je kroz razgovore sa vizualnim djelatnicima ispitano trenutno korištenje ovog metoda u njihovim područjima stvaralaštva. Kako bi paralelna digitalna video reprodukcija vizualnog i infracrvenog spektra zaživjela u praksi nužno je poznavanje materije od strane autora svih scensko vizualnih djelatnosti. Redatelji, kostimografi, scenografi, video umjetnici trebaju biti upoznati sa postojanjem ZRGB-M video sustava, da ovakva znanstvena tehnologija uđe u praksu. Poznavanje produkcijskih procesa važno je za pravilnu prezentaciju dvospektralnih multimedijskih projekata.

Uvođenjem inovacijske tehnologije CMYKIR separacije za aktivno upravljanje blisko infracrvenim spektrom mogućnosti korištenja dvostrukog spektralnog promatranja u vremenu i prostoru postaju još veće. Iako u njemu nema boja pošto se radi o spektru koji nije golin oku vidljiv, aktivnim upravljanjem blisko infracrvene scenografije i kostimografije, otvoren je

novi prostor za proširenu informaciju. Ostvarivanjem mogućnosti aktivnog upravljanja infracrvenim područjem omogućili smo ugradnju oku nevidljivih elemenata koji su samo instrumentalno vidljivi.

Dizajner takovih dvostrukih sadržaja više nije samo kreativni voditelj već preuzima i tehničku ulogu u samom procesu produkcije koji mora biti upoznat sa pojmovima video blizanaca i blizanaca bojila za upotrebu u CMYKIR separaciji prilikom tiska.

Izrađenim scenografskim i kostimografskim elementima različitih vrijednosti u vizualnom i infracrvenom spektru prilikom kreiranja multimedijskog projekta potvrđena je postavljena teza o razvijanju proširenog grafičkog prikaza materije.

Za dokaz druge postavljene teze da je paralelna digitalna video reprodukcija vidljivog i nevidljivog spektra nova metoda u grafičkoj tehnologiji, analizirani su procesi izrade dvospektralnog multimedijskog projekta sa nadogradnjom za oblikovanje scenografskih i kostimografskih elemenata za vidljivi i oku nevidljivi dio spektra.

Na temelju dosadašnjih radova modificirana je ZRGB-M video kamera za snimanje video materijala u dva spektra visoke rezolucije. Respektirajući vlastita svojstva materije nadograđene su informacije o promatranim objektima.

Filmski dio sniman je konstruiranom ZRGB-M video kamerom po dnevnom svjetlu koristeći scenografske elemente izrađene u dvostrukom spektru. Istražene su razlike crno-bijele slike vidljivog spektra i slike infracrvenog spektra. Svi video materijali snimljeni ZRGB-M video kamerama u procesu postprodukcije pripremljeni su za prikaz tokom multimedijskog projekta.

Iako je kroz razgovore sa profesionalcima nakon odgledane projekcije postavljeno pitanje o «vjerojanju» u filmske efekte, kreiranje različitog sadržaja u dva različita spektra uvodi novo korisničko iskustvo u uživanju medijskog sadržaja. Aktivnim promatranjem sličnosti i razlika oblikovana je indirektna informacija. Stvaranjem međusobnog odnosa vidljive i oku nevidljive slike nastaje nove područje za prezentaciju podataka. ZRGB-M video metoda u grafičkoj tehnologiji spoj je kreativnosti i tehnološke inovativnosti.

Upotrebom informacija o vidljivim i nevidljivim svojstvima sadržaja u vizualnom i infracrvenom spektru definirane su metode prikaza dvospektralnog video sadržaja. Kroz snimanje ZRGB-M video sustavom oblikovani su video blizanci u dva kontrolirana spektra te je njihovom reprodukcijom dvospektralno prikazan promatrani sadržaj.

Razlikujući metode jednospektralnog odvojenog prikaza vizualnog ili infracrvenog sadržaja i paralelnog dvospektralnog prikaza vidljivog i oku nevidljivog dijela spektra potvrđena je teza označena brojem 3, kojom je izrečena tvrdnja da je oblikovanjem video blizanaca u dva kontrolirana spektra stvoreno inovativno kreativno autorsko područje. Upravo ovakvim paralelnim prikazom osmišljena je nova grafička tehnologija gdje porukama koje su različite u vizualnom i blisko infracrvenom spektru stvaramo novi samostalni komunikacijski kanal koji jedan bez drugoga ne funkcioniraju. Kada gledamo vizualnu sliku primamo jednu informaciju, kada gledamo drugu infracrvenu sliku uz pomoć tehnoloških aparata primamo drugu informaciju, ali tek gledajući ih usporedno sami stvaramo treću informaciju koja funkcioniše isključivo integriranjem vizualne i infracrvene informacije.

Završnom izvedbom dvospektralnog multimedijskog projekta prikazana su karakteristike infracrvenog područja i njegovih mogućnosti u umjetničkom stvaralaštvu. Iznesene hipoteze o stvaranju inovativnog kreativnog autorskog područja tiskanim scenografskim elementima sa različitim sadržajem odvojenim za vizualni i infracrveni dio spektra potvrđena je kroz anketu profesionalaca iz scensko vizualnih djelatnosti.

Predstavljajući mogućnosti korištenja navedenih tehnologija i ZRGB-M sustava kamera prilikom razgovora sa anketiranim sudionicima dobili smo predviđeni «wow» efekt i veliko zanimanje za daljnje sudjelovanje ili podržavanje razvijanja istraživanja o blisko infracrvenom području. Za očekivati je povećanje zainteresiranosti profesionalaca iz scensko vizualne industrije za korištenjem ove nove metode grafičke tehnologije.

Prilikom postavljanja scensko izvedbenog dijela multimedijskog projekta predstavljanje su i istražene tehničke postavke za daljnje prezentacije u zatvorenim prostorima. Pravilno korištenom tehnikom kreiramo okruženje u kojem je moguće prezentirati dvostruki sadržaj stvarajući prošireni spektar informacija. U osvjetljenju dvostrukе scenografije razmišljalo se upravo o mogućnostima paralelnog prikaza vizualnog i blisko infracrvenog područja jer jedno bez drugog nose poruku, ali samo «jednostavnu», a ne

proširenu. U kazalištu koristeći ZRGB-M video sustav na platnu postavljenom na pozornicu prikazane su isključivo infracrvene snimke bilježene u realnom vremenu radnje koja se odvija pored platna na pozornici. Na taj način stvaramo paralelni prikaz dvostrukog spektra i upravo tu dolazi do izražaja kreativni izražaj i odnos vidljivog i nevidljivog.

Približavanjem infracrvenog područja u sferu standardne upotrebe u dizajnu otvoren je novi komunikacijski kanal. Otkrićem inovativne tehnike oblikovanja različitog sadržaja za vizualni i infracrveni dio spektra stvoren je prostor za kreativno izražavanje autora vizualnih projekata. Tehničkim i produksijskim nadogradnjama razvijeni su elementi za dvospektralnu video reprodukciju kao novu metodu u grafičkoj tehnologiji.

Spajanjem kreativnih vizualnih umjetnosti i tehničkim mogućnostima reprodukcije dvospektralnih informacija, omogućeno je kreiranje i korištenje proširenog grafičkog prikaza materije u vizualnom i blisko infracrvenom spektru kao nove metode grafičke tehnologije.

## **11. LITERATURA**

1. Sommerer C.; Art Science; Springer-Vienna/New York 1998.; ISBN: 978-3-211-82953-9
2. Rajković I., Žiljak, V.; Parallel motion images in visual and near infrared spectrum; Tehnički vjesnik 2018.; Vol.25, No.4; ISSN: 1330-3651; eISSN: 1848-6339; DOI: 10.17559/TV-20160610125726
3. Lamont T., Maeda J.; Innovation is born when art meets science; The Observer, 2010.; (dostupno na: <http://www.theguardian.com/technology/2010/nov/14/my-bright-idea-john-maeda>, pregledano 15.03.2018.)
4. Ohta N., Robertson A.; Colorimetry: fundamentals and applications; John Wiley & Sons; 2006; ISBN: 978-0-470-09472-3
5. Žiljak V., Pap K., Žiljak Vujić J.; Upravljanje informacijama u infracrvenom dijelu spektra; Informatologia 2009.; Vol.42, No.1, pp.1-9; ISSN: 1330-0067; UDK: 659.2: 681.3: 338.24:519.714:007
6. Vila A., Ferrer N., García JF.; Chemical composition of contemporary black printing inks based on infrared spectroscopy: Basic information for the characterization and discrimination of artistic prints; Analytica chimica acta 2007.; Vol.591, No.1, pp. 97-105; ISSN: 0003-2670; <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.03.060>
7. Li C., Wang CY., Wang SJ.; A Black Generation Method for Black Ink Hiding Infrared Security Image; Trans Tech Publications Applied Mechanics and Materials 2013.; Vol. 262, pp. 9-12; ISSN: 1662-7482; <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.262.9>
8. Žiljak Vujić J., Rajković I., Ivana Žiljak Stanimirović I.; Simultano video snimanje u vizualnom i infracrvenom spektru proširene v/z stvarnosti; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.1, pp.73-81; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-1-08
9. Nazor D.; Pronalaženje skrivene informacije u infracrvenom spektru na slikama u Samostanu kamelićana u Remetama i u privatnoj zbirci u Zagrebu.; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.2, pp.153-162; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-2-02
10. Rajković I., Žiljak V.; Uporaba ZRGB video kamere kao sustav detekcije, zaštite i razvoja nevidljivog infracrvenog dizajna; Polytechnic and Design 2016.; Vol. 4, No.1, pp.54-59; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07

11. Žiljak V., Pap K., Žiljak-Stanimirović I.; Development of a prototype for ZRGB INFRAREDESIGN device; Tehnički Vjesnik 2011.; Vol.18, No.2, pp.153-160; ISSN: 1330-3651; eISSN: 1848-6339; UDC/UDK: 655.3.06:004:535-1/-2
12. Žiljak Vujić J., Agić A., Stanić Loknar N.; Picture information in expanded color management from visual to near infrared spectral domain; Technics Technologies Education Management 2013.; Vol.8, No.3, pp.942-950; ISSN: 1840-1503; eISSN: 1986-809X
13. Žiljak V., Pap K., Žiljak I.; Infrared hidden CMYK graphics; The Imaging Science Journal 2010.; Vol.58, No.1, pp.20-27; ISSN: 1368-2199; eISSN: 1743-131X; <https://doi.org/10.1179/136821909X12520525092882>
14. Agić D., Žiljak Stanimirović I., Agić A.; Appliance of twins as a way for achieving secure hiddent image in infrared technology; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.2, pp.143-152; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-2-01
15. Agić A., Žiljak Vujić J., Agić D.; Metoda namjenskog podešavanja za dvojne boje–nužni postupak za vizualnu i NIR sliku; Polytechnic and Design 2015.; Vol.3, No.2, pp.169-176; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2015-3-2-07
16. Žiljak V., Pap K., Žiljak Stanimirović I., Žiljak Vujić J.; Managing dual color properties with the Z-parameter in the visual and NIR spectrum; Infrared physics & technology 2012.; Vol.55, No.4, pp.326-336; (CC, SCI, SCI-Expanded); ISSN: 1350-4495; <http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2012.02.009>
17. Pap K., Žiljak I., Žiljak Vujić J.; Image reproduction for near infrared spectrum and the infraredesign theory; Journal of Imaging Science and Technology 2010.; Vol.54, No.1, pp.10502-10511; (CC, SCI, SCI-Expanded); ISSN: 1062-3701; eISSN: 1943-3522; <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2010.54.1.1010502>
18. Black light theatre HILT; (dostupno na: <https://www.hilt-theatre.cz/home/history-of-black-light-theatre>, pregledano 15.03.2018.)
19. Carpenter J.; «They Live» movie, 1988.; (dostupno na: <http://www.imdb.com/title/tt0096256/>, pregledano 15.03.2018.)
20. Rajković I.; Producjjski procesi u filmu kreiranom scenografskim elementima za vizualni i infracrveni spektar; Polytechnic and Design 2017.; Vol.5, No.3, pp. 287-290; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-4-07
21. Collins R.T., Lipton A.J., Kanade T.; Introduction to the special section on video surveillance; IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence 2000.; Vol.22, No.8, pp.745-746; ISSN: 0162-8828

22. Žiljak I.; Projektiranje zaštitne grafike s promjenjivim bojama digitalnog tiska u vidljivom i nevidljivom dijelu spektra; doktorska disertacija. Grafički fakultet, Zagreb 2007.; Inventory No.8262; <http://eprints.grf.unizg.hr/id/eprint/1419>
23. Agić D., Agić A., Bernašek A.; Blizanci bojila za proširenje infra informacijske tehnologije; Polytechnic and Design 2013.; Vol.1, No.1, pp.27-32; ISSN:1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2013-1-1-03
24. Hertel D.W.; Exploring s-CIELAB as a scanner metric for print uniformity; International Society for Optics and Photonics. Image Quality and System Performance II 2005.; Vol. 5668, pp.51-61; <https://doi.org/10.1117/12.593111>
25. Pap K., Žiljak Vujić J., Leiner Maksan U., Uglješić V.; Metoda izrade dualnog portreta na osobnim dokumentima; Polytechnic and design 2013.; Vol.1, No.1, pp.33-38; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2013-1-1-04
26. Pap K., Plehati S., Rajković I., Žigman D.; Designing an infraredesign camera; 11. International Design Conference 2010.; pp.1857-1862; ISBN: 978-953-7738-03-7
27. Fraser B., Murphy C., Bunting F.; Real world color management; Pearson Education 2004.; ISBN: 978-0321267222
28. Agić D., Anayath R., Žiljak Gršić J., Agić A., Žiljak V.; Blisko infracrvena spektroskopija blizanaca bojila na tkanini; Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske 2016.; pp.15-26; ISBN: 978-953-7076-27-6
29. Shin H., Reyes N.H., Barczak A.L., Chan C.S.; Colour object classification using the fusion of visible and near-infrared spectra; Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence 2010.; pp.498-509; Springer, Berlin, Heidelberg; ISBN: 978-3-642-15245-0; eISBN: 978-3-642-15246-7; <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15246-7>
30. Žiljak I., Pap K., Žiljak Vujić J.; Infrared design on textiles as product protection; Tekstil: Journal of Textile & Clothing Technology 2009.; Vol.58, No.6; pp.239-253; UDK 677+687(05); ISSN: 0492-5882
31. Matas M., Rajendrakumar A., Žiljak Vujić J., Hoić A.; The role and significance of a designer in postage stamp design with infrared graphics; Tiskarstvo & dizajn 2013.; ISBN: 9789537064204
32. Ostromoukhov V.; Artistic Halftoning: Between technology and art; International Society for Optics and Photonics. Color Imaging: Device-Independent Color, Color Hardcopy, and Graphic Arts V 1999.; Vol. 3963, pp.489-510; ISBN: 9780819435811; <https://doi.org/10.1117/12.373433>

33. Berns, R.S.; Billmeyer and Saltzman's principles of color technology, 3rd Edition, Wiley 2000.; ISBN: 978-0-471-19459-0
34. International Commision on Illumunation; (dostupno na: <http://www.cie.co.at/>, pregledano 15.03.2018.)
35. Nazor D.; Slike u infracrvenom području: odlaganje vidljivog; doktorska disertacija; Akademija likovnih umjetnosti, Zagreb 2017.; No.643-03/17-06/16
36. Bernašek A., Žiljak Vujić J., Uglješić V.; Vizualni i infracrveni spektar za bojila digitalnog tiska; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.2, pp.163-168. ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-2-03
37. Žagar M.; Primjena infracrvenog spektra u digitalnoj forenzici; Polytechnic and design 2016.; Vol.4, No.3, pp.310-315; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-3-09
38. Salvetti O., Ronchi L.A., Corsi C., Rogalski A., Strojnik M.M; Advanced infrared technology and applications. Advances in Optical Technologies; Vol.2013.; Article ID 459074; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/459074>
39. Waltham N.; CCD and CMOS sensors. Observing photons in space 2013; Springer, New York, NY.; pp.423-442; ISBN: 978-1-4614-7803-4; <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7804-1>
40. Žiljak Vujić J., Žiljak Stanimirović I., Međugorac O.; Skrivene inforamacije u vizualnom i infracrvenom spektru; Informatologija. 2012.; Vol.45, No.2, pp.96-102; ISSN: 1330-0067. UDK 655.3.06:7.05:535-1
41. Žiljak Stanimirović I., Žiljak Vujić J., Stanić Loknar N.; Marking of the camouflage uniform for visual and near infrared spectrum; Technics Technologies Education Management. 2013.; Vol.8, No.3, pp.920-926; ISSN: 1840-1503; eISSN: 1986-809X
42. Pardue M.T., Ball S.L., Hetling J.R., Chow V.Y., Chow A.Y., Peachey N.S.; Visual evoked potentials to infrared stimulation in normal cats and rats; Documenta ophthalmologica 2001.; Vol.103, No.2, pp.155-162; ISSN: 0012-4486; eISSN: 1573-2622; <https://doi.org/10.1023/A:1012202410144>
43. Žiljak Stanimirović I., Akalović J., Žiljak Vujić J.; Design and print of hidden information on leather with spot inks that have known Z factor; Blaž Baromić 2012.; ISSN 1848-6193
44. Abraham A., Paprzycki M.; Significance of steganography on data security; Information Technology: Coding and Computing, 2004. International Conference on 2004.; Vol.2, pp.347-351; ISBN 0-7695-2108-8

45. Kibbee D.S.; Steganography Art of Covert Communications; 2014.; Vol.1, No.2; ISSN: 1694-234 GV/ICRTEDC/29.
46. Johnson N.F., Katzenbeisser S.; A survey of steganographic techniques; Information hiding techniques for steganography and digital watermarking; Artech House 2000.; pp.43-78; ISBN: 1-58053-035-4
47. Hamid N., Yahya A., Ahmad R.B., Al-Qershi O.M.; Image Steganography Techniques: An Overview; International Journal of Computer Science and Security (IJCSS) 2012.; Vol.6, Issue.3, pp.168-187; eISSN: 1985-1553
48. Johnson N.F., Jajodia S.; Exploring steganography: Seeing the unseen; Computer IEEE 1998.; Vol.31, No.2, pp.26-34; ISSN: 0018-9162; DOI: 10.1109/MC.1998.4655281
49. Žiljak I., Pap K., Žiljak Vujić J.; Infrared Design; Zagreb: FotoSoft, 2008.; ISBN: 978-953-7064-11-2
50. Chen Y., Berns R., Taplin L., Imai F.; Multi-ink color-separation algorithm improving image quality; Journal of Imaging Science and Technology 2008.; Vol.52, No.2, pp.20604-20609; ISSN: 1062-3701; eISSN: 1943-3522;  
[https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.\(2008\)52:2\(020604\)](https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.(2008)52:2(020604))
51. Žiljak I., Pap K., Žiljak V.; Double Separation Method for Translation of the Infrared Information into a Visible Area; Journal of Information and Organizational Sciences 2009.; Vol.33, No.1, pp.219-225; ISSN: 1846-3312; eISSN: 1846-9418
52. McDowell D.Q.; Color Management: What's Needed for Printing and Publishing. International Color Consortium GATFWORLD 2000.; Vol.12, No.4, pp.9-17;
53. McCann J.J.; Color theory and color imaging systems: Past, present and future; Journal of Imaging Science and Technology 1998.; Vol.42, No.1, pp.70-78. ISSN 1062-3701; eISSN: 1943-3522;
54. Koren T.; Razvoj steganografije u tipografiji sa stohastičkom raspodjelom infracrvenih boja; doktorska disertacija. Grafički fakultet, Zagreb 2010.; Inventory No. 8686;  
<http://eprints.grf.unizg.hr/id/eprint/1425>
55. Rajković I., Radonić D.; Oblikovanje kostimografije u tri svjetlosna područja
56. Matas M., Žiljak Vujić J., Hoić A.; Sakrivene informacije na tekstu u dizajnu za vizualni i infracrveni spektar; Polytechnic and design 2016. Vol.4, No.3, pp.339-344; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-3-13
57. Žiljak V., Akalović J., Žiljak Vujić J.; Upravljanje bojilima na koži u vidljivom i infracrvenom spektru; Tekstil: Journal of Textile & Clothing Technology 2011.; Vol.60, No.8, pp.335-363; UDK 677+687(05); ISSN: 0492-5882

58. Barišić M., Pap K., Žiljak Stanimirović I., Žiljak V.; Double Image Design in Newspaper Production; *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije* 2010.; Vol.21, No.1-2, pp.27-33; ISSN 0353-4707; eISSN: 1848-3828
59. Bilić Boras, R.; Primjena novih tiskarskih tehnologija – IRD tehnologije u službi dizajnerskih inovacija u oblikovanju poštanske marke; *Tiskarstvo & dizajn* 2014.; pp.33-40; ISBN: 9789537064204
60. Rudolf M., Koren T., Žiljak-Vujić J.; New Postage Stamp Design With Tone Gradation in Infrared Design Technology; *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije* 2012.; Vol.23, No.3-4, pp.57-64. ISSN 0353-4707; eISSN: 1848-3828
61. Friščić M., Međugorac O., Tepeš Golubić L., Jurečić D.; Invisible information on the transparent polymer food packaging with Infra V/Z technology; *Technics Technologies Education Management* 2013.; Vol.8, No.4, pp.1512-1519; ISSN:1840-1503; eISSN: 1986-809X
62. Žiljak Vujić J., Žiljak Stanimirović I., Bjelovučić Kopilović S., Friščić M.; Zaštita prozirne savitljive plastične ambalaže postupkom INFRAREDESIGN; *Polimeri: časopis za plastiku i gumu* 2014.; Vol.34, No.2-3, pp.42-46; ISSN: 0351-1871; eISSN: 1846-0828; UDK 655.3.066.25:535.62
63. Friščić M., Žiljak Vujić J., Žiljak V., Pap K.; Invisible prints on transparent materials with flexo printing; *Tiskarstvo & dizajn* 2013.; pp.156-161; ISBN: 9789537064204
64. Fox M.T.; *Multimedia Design and Development: Who, What, When, Where, How, and Why*; Association of Small Computer Users In Education (ASCUE) 1995; Bib ID: 5586764; Eric No.ED387008; pp.38-51;
65. Liu M., Jones C., Hemstreet S.; Interactive multimedia design and production processes; *Journal of Research on Computing in Education* 1998.; Vol.30, No.3, pp.254-280; ISSN: 1539-1523; eISSN: 1945-0818; <https://doi.org/10.1080/08886504.1998.10782226>
66. Chakravarthy A., Beales R., Matskanis N., Yang X.; *OntoFilm: a core ontology for film production*; International Conference on Semantic and Digital Media Technologies 2009.; Springer, Berlin, Heidelberg; pp. 177-181; ISSN: 0302-9743
67. Carnet; Kako napisati scenarij i pripremiti se za snimanje; (dostupno na: <https://loomen.carnet.hr/mod/book/view.php?id=89446&chapterid=20350>, pregledano 15.03.2018.)
68. Newman R., Phillips M.; You are no longer creative when you give up: technical theatre's creative sleight of hand; *Behind the Scenes: Journal of Theatre Production Practice* 2017.; Vol.1, No.1, pp.4-15;

69. Bruch D.; How theatre happens; (dostupno na: <http://www.danillitphil.com/how.html>, pregledano 15.03.2018.)
70. Nazor D.; Informiranost, interes, mišljenja, stavovi i prijedlozi o primjeni infracrvenog snimanja u slikarstvu i restauratorskom retušu. Polytechnic and design 2015.; Vol.3, No.2, pp.183-193; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2015-3-2-09
71. Žiljak, V., Žiljak I., Pap K., Žiljak Vujić J.; Infracrveni tisak s procesnim bojama, (Infrared printing with process colors); patent 18446744073709551615 HR, Državni zavod za intelektualno vlasništvo; sektor za patente P20080466A, Hrvatski glasnik intelektualnog vlasništva 17, 2010., 3, pp. 579, ISSN: 1847-3024
72. Stapleton, O.; So you wanna work in movies; (dostupno na: <http://www.cineman.co.uk/>, pregledano 15.03.2018.)
73. Solid state lighting project; (dostupno na: <http://www.oscars.org/science-technology/sci-tech-projects/solid-state-lighting-report>, pregledano 15.03.2018.)
74. Darmont A.; Spectral response of silicon image sensors. White Paper; Aphesa 2009.
75. IR-Cut off Filter; Imaging Blog; (dostupno na: <http://blog.teledynedalsa.com/2012/11/ir-cut-filter-for-bayer-color-cameras/>, pregledano 15.03.2018.)
76. Marsh N.; Forensic Photography: A Practitioner's Guide; Wiley-Blackwell 2014.; ISBN: 978-1-119-97582-3
77. Wurm L.H., Legge G.E., Isenberg L.M., Luebker A.; Color improves object recognition in normal and low vision; Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance 1993.; Vol.19, No.4, pp.899-911; ISSN: 0096-1523; eISSN: 1939-1277; <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.19.4.899>
78. Filmtools; (dostupno na: <http://www.filmttools.com/sekonic-l-308dc-digicinamate-light-meter.html>, pregledano 15.03.2018.)
79. Žerjav D.; Promišljati Fotografski; Fotoklub Čakovec 2011.; ISBN: 978-953-56785-0-2
80. Smith D.; Calculating the emission spectra from common light sources; (dostupno na: <https://www.comsol.com/blogs/calculating-the-emission-spectra-from-common-light-sources/>, pregledano 15.03.2018.)
81. Notesonafilm - Led vs. Tungsten: not such a hard choice afterall; (dostupno na: <http://notesonafilm.com/2012/05/24/led-vs-tungsten-not-such-a-hard-choice-afterall/>, pregledano 15.03.2018.)
82. Thompson C., Boniface T.; Beyond the curtain – How digital media is reshaping the theatre; Digital technologies and the cultural sector 2012.; Vol.11, No.6;

83. Prakash Pawar J.; A Brief Study on Video Editing Softwares: Final Cut Pro and Adobe Premiere Pro.; International journal of engineering science and computing 2017.; Vol.7, No.6, pp.13694-13696; ISSN: 2250-1371; eISSN: 2321-3361
84. Charles P.; Digital Video and HDTV Algorithms and Interfaces; Elsevier 2012.; ISBN: 978-0-12-391926-7

## **12. POPIS SLIKA I TABLICA**

### **12.1. Popis slika**

• <i>Slika 1. Prizor iz filma «They live» [19]</i> .....	3
• <i>Slika 2. Istraživano elektromagnetsko područje od 450 – 1000nm [11]</i> .....	15
• <i>Slika 3. Prikaz flore u vizualnom i infracrvenom spektru [8]</i> .....	18
• <i>Slika 4. Fauna snimljena ZRGB kamerom [8]</i> .....	19
• <i>Slika 5. Studenti snimljeni ZRGB kamerom [8]</i> .....	20
• <i>Slika 6. Crna odjeća snimljena dvospektralnom kamerom</i> .....	21
• <i>Slika 7. Robna marka ušivana u košulju</i> .....	22
• <i>Slika 8. ZRGF kutija sa tiskom u vizualnom i infracrvenom spektru [40]</i> .....	28
• <i>Slika 9. IRD tisak u Vjesnik novinama (19.10.2010.) [58]</i> .....	28
• <i>Slika 10. IRUniforma – IRD tisak na uniformama [41]</i> .....	29
• <i>Slika 11. InfreredArt; autorica Nada Žiljak [40]</i> .....	29
• <i>Slika 12. Presjek klasifikacija IR izvorišta svjetla, IR filtera i CCD senzora [26]</i> .....	45
• <i>Slika 13. Ir-cut off and IR-pass filter</i> .....	46
• <i>Slika 14. Konstruirana ZRGB kamera sa metalnom pločicom</i> .....	47
• <i>Slika 15. Spektralni odaziv različitih umjetnih izvora rasvjete [80]</i> .....	49
• <i>Slika 16. Upotreba filmske klape prilikom dvospektralnog snimanja</i> .....	50
• <i>Slika 17. Sučelje Adobe Premiere CC 2017 programa za obradu videa</i> .....	51
• <i>Slika 18. Dvospektralni scenoslijed</i> .....	56
• <i>Slika 19. Storyboard za kazališnu predstavu</i> .....	57
• <i>Slika 20. GoPro Hero 4 Black video kamera</i> .....	58
• <i>Slika 21. Postupak zamjene objektiva na GOPRO 4 kamери [90]</i> .....	59
• <i>Slika 22. Sustav dvostrukih kamera obrnutih objektiva na prsima snimatelja [90]</i> ....	60
• <i>Slika 23. Postava u studiju za istraživanje umjetnih oblika rasvjete</i> .....	62
• <i>Slika 24. Vidljivost vizualnog i infracrvenog spektra pod umjetnom LED rasvjetom..</i>	63
• <i>Slika 25. Osjetljjenost V i NIR spektra umjetnom rasvjetom sa žarnom niti</i> .....	64
• <i>Slika 26. Sinkroniziranje video materijala dvije zasebne snimke</i> .....	66
• <i>Slika 27. Smanjivanje formata slike i pomicanje po osi</i> .....	67
• <i>Slika 28. Ljubičasti ton Z-M slike</i> .....	68
• <i>Slika 29. Usporedba sive slike i infracrvenog video blizanca [90]</i> .....	69

• <i>Slika 30. Paralelni prikaz pasivnog snimanja (bez utjecaja na NIR vrijednosti).....</i>	72
• <i>Slika 31. Snimanje sa aktivnim NIR utjecajem .....</i>	73
• <i>Slika 32. Samostalni prikaz infracrvenog spektra .....</i>	74
• <i>Slika 33. Paralelni prikaz vizualnog i NIR spektra - pasivna ZRB-M metoda.....</i>	75
• <i>Slika 34. Paralelni prikaz kostima u vizualnom i NIR spektru .....</i>	75
• <i>Slika 35. Web stranica zrgbfilm.svemir.hr .....</i>	79
• <i>Slika 36. Dio znanstvenog rada o uporabi ZRGB video kamere.....</i>	80
• <i>Slika 37. Modifikacija GoPro Hero 4 kamere u ZRGB-M video sustav.....</i>	81
• <i>Slika 38. Grafički prikaz - ispitanici po godinama.....</i>	86
• <i>Slika 39. Grafički prikaz - poznavanje i korištenje blisko infracrvenog područja.....</i>	87
• <i>Slika 40. Grafički prikaz - raspon blisko infracrvenog spektra .....</i>	87
• <i>Slika 41. Grafički prikaz – oblikovanje novog komunikacijskog kanala.....</i>	88
• <i>Slika 42. Grafički prikaz - zanimljivost InfrareDesign tehnologije.....</i>	89
• <i>Slika 43. Grafički prikaz - kreiranje novog autorskog područja u suvremenoj umjetnosti.....</i>	89
• <i>Slika 44. Grafički prikaz - promatranje i funkcija skrivenog sadržaja .....</i>	90
• <i>Slika 45. Grafički prikaz - komplikiranost uporabe prilagođenih blisko infracrvenih kamera91</i>	
• <i>Slika 46. Grafički prikaz - ZRGB-M metoda i korištenje u vizualnim umjetnostima ...</i>	91
• <i>Slika 47. Pozivnica za javnu izvedbu reprodukcije dvostrukog.....</i>	95
• <i>Slika 48. Kazališna dvorana za izvedbu .....</i>	96
• <i>Slika 49. Platno za projiciranje .....</i>	97
• <i>Slika 50. Nadzorna infracrvena kamera sa zasebnim izvor svjetla.....</i>	98
• <i>Slika 51. Projektor korišten za projiciranje infracrvenih snimaka .....</i>	98
• <i>Slika 52. Finalna postava pozornice .....</i>	99
• <i>Slika 53. Prizor iz filma (telop za razumijevanje IR područja) .....</i>	101
• <i>Slika 54. Prizor iz filma (Viktor hoda sa ZRGB-M kamerom) .....</i>	101
• <i>Slika 55. Prizor iz plesne predstave (Viktor-publika).....</i>	103
• <i>Slika 56. Odabir tkanina pomoću ZRGB-M kamere.....</i>	105
• <i>Slika 57. Dizajnirana majica korištenjem vlastitih infracrvenih vrijednosti.....</i>	106
• <i>Slika 58. Kostimi (trenirke) snimljeni u vizualnom i infracrvenom spektru.....</i>	107

• <i>Slika 59. Mačevi kreirani od različitih tkanina sa različitim odazivom u dva spektra</i>	107
• <i>Slika 60. B1 plakat dizajniran u dvostrukom spektru.....</i>	109
• <i>Slika 61. Prikaz novinskog oglasa sa informacijama lokacije i vremena u IR spektru</i>	110
• <i>Slika 62. Crvena plahta dizajnirana InfrareDesign tehnikom .....</i>	111
• <i>Slika 63. Dizajnerska priprema plave plahte za tisak CMYKIR separacijom.....</i>	112
• <i>Slika 64. Prsluk sa infracrvenim informacijama .....</i>	113
• <i>Slika 65. Dizajn prsluka u vizualnom i infracrvenom spektru.....</i>	114
• <i>Slika 66. Prikaz grafičke pripreme 5 prsluka u vizualnom i infracrvenom spektru ...</i>	115
• <i>Slika 67. Fotografije sa snimanja filma.....</i>	116
• <i>Slika 68. Prizor iz filma (flora u infracrvenom spektru) .....</i>	117
• <i>Slika 69. Prizor iz filma (plakat prikazan paralelnim prikazom) .....</i>	118
• <i>Slika 70. Prizor iz filma (novine u vizualnom i infracrvenom spektru) .....</i>	118
• <i>Slika 71. Prizor iz plesne predstave (plahte promatrane kroz ZRGB-M kameru) ....</i>	121
• <i>Slika 72. Prizor iz plesne predstave (Viktorova «borba»).....</i>	122
• <i>Slika 73. Prizor iz plesne predstave (mačevanje).....</i>	122
• <i>Slika 74. Kostimografija izvedena u V i NIR spektru .....</i>	123
• <i>Slika 75. Prizor iz plesne predstave (završna scena) .....</i>	124
• <i>Slika 76. Grafički prikaz - zanimljivost InfrareDesign tehnologije.....</i>	127
• <i>Slika 77. Grafički prikaz - mišljenje o nevidljivom elementu .....</i>	128
• <i>Slika 78. Grafički prikaz - objašnjenje zakonitosti blisko infracrvenog spektra.....</i>	128
• <i>Slika 79. Grafički prikaz - shvaćanje i sadržaja odigranog projekta.....</i>	129
• <i>Slika 80. Grafički prikaz - viđenje sadržaja projekta .....</i>	129
• <i>Slika 81. Grafički prikaz - gledanje platna ili pozornice .....</i>	130
• <i>Slika 82. Grafički prikaz - novi način dizajniranja vizualnih komunikacija .....</i>	131
• <i>Slika 83. Grafički prikaz - korištenje novog načina komunikacije .....</i>	131
• <i>Slika 84. Dnevni boravak budućnosti snimljen ZRGB-M video kamerom .....</i>	137

## **12.2. Popis tablica**

- *Tablica 1. Metode prikaza vizualnog i infracrvenog zapisa ..... 77*

### **13. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA**

Ivan Rajković rođen je 05. kolovoza 1978. u Zagrebu. Diplomirao je na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu 2001. kao inženjer informatike, a na Akademiji dramske umjetnosti u Zagrebu 2002. kao diplomirani televizijski i filmski montažer. Poslovni studij Cotrugli završava 2012. godine. Doktorski studij «Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda» na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2009. godine. Od 2009. godine zaposlen je na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, gdje i danas radi kao predavač na kolegijima medija i medijske kulture. Područje njegovog znanstvenog interesa su nove mogućnosti video zapisa što je ujedno i područje njegovog poslovnog rada.

#### **POPIS OBJAVLJENIH RADOVA:**

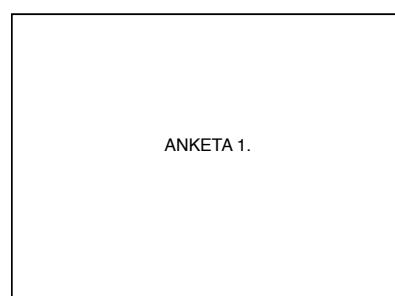
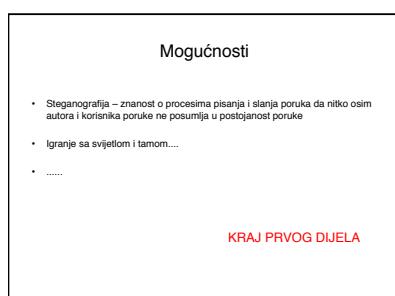
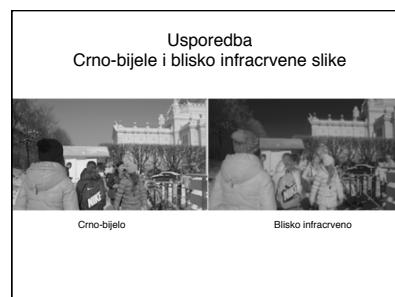
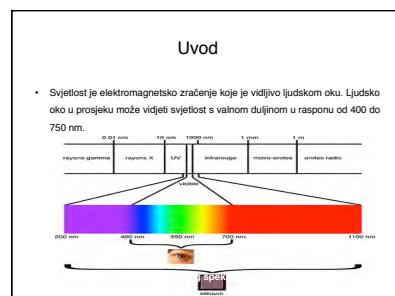
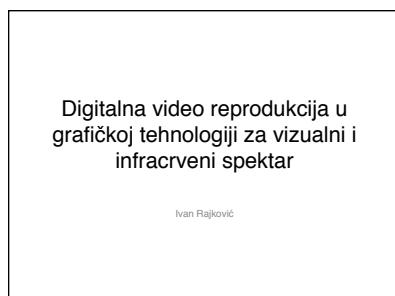
1. Rajković I.; Produkcijski procesi u filmu kreiranom scenografskim elementima za vizualni i infracrveni spektar; Polytechnic and Design 2017.; Vol.5, No.3, pp. 287-290; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-4-07
2. Rajković I., Žiljak V.; Uporaba ZRGB video kamere kao sustav detekcije, zaštite i razvoja nevidljivog infracrvenog dizajna; Polytechnic and Design 2016.; Vol. 4, No.1, pp.54-59; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07
3. Rajković I., Žiljak, V.; Parallel motion images in visual and near infrared spectrum; Tehnički vjesnik 2018.; Vol.25, No.4; ISSN: 1330-3651; eISSN: 1848-6339; DOI: 10.17559/TV-20160610125726
4. Žiljak Vujić J., Rajković I., Ivana Žiljak Stanimirović I.; Simultano video snimanje u vizualnom i infracrvenom spektru proširene v/z stvarnosti; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.1, pp.73-81; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-1-08
5. Rajković, I.; Žiljak, V.; Bajić, M.; Video medij blisko infracrvenog i vizualnog spektra u kreiranju znanstveno obrazovnih sadržaja; Polytechnic and Design 2016.; Vol. 4, No.4, pp.403-406; ISSN 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-4-05
6. Pap K., Plehati S., Rajković I., Žigman D.; Designing an infraredesign camera; 11. International Design Conference 2010.; pp. 1857-1862; ISBN: 978-953-7738-03-7
7. Žiljak Gršić J., Tepeš Golubić L., Rajković, I.; Scenography and costume design in visual and infrared spectrum; 5th International multidisciplinary scientific conference on social sciences and arts SGEM 2018. Conference proceedings Vol.5; Science & Arts Issue 6.1

8. Žigman, D.; Kasunić, N.; Pongrac, D.; Širanović, Ž.; Alić Kostešić, V.; Rajković, I.; Osnove informacijskih tehnologija; Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2017.; ISBN: 978-953-7048-68-6
9. Žigman, D.; Kasunić, N.; Pongrac, D.; Širanović, Ž.; Alić Kostešić, V.; Osnove informacijskih tehnologija - laboratorijske vježbe; Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2017.; ISBN: 978-953-7048-62-4
10. Žiljak Vujić J., Rajković I., Ivana Žiljak Stanimirović I.; Simultano video snimanje u vizualnom i infracrvenom spektru proširene v/z stvarnosti; Polytechnic and design 2014.; Vol.2, No.1, pp.73-81; ISSN: 1849-1995; eISSN: 2459-6302; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2014-2-1-08
11. Turčić, M.; Uglješić, V.; Rajković, I.; Koren, A.; Design and positioning of diacritical marks in latin typefaces; Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije 2010.; Vol.21, No.3-4, pp.5-15; ISSN 0353-4707; eISSN: 1848-3828
12. Rajković, I.; Radonić, D.; Prošireni prikaz sadržaja u tiskanim publikacijama; Printing&Desing18; Žiljak, Jana (ur.); Zagreb : FS, Fotosoft, 2018.; pp.36-36; ISSN: 2459-8836
13. Rajković, I. Radonić, D.; Upotreba kostimografskih elemenata dvospektralnog sadržaja u izradi nagradnih igara; Printing&Design18.; Žiljak, Jana (ur.); Zagreb : FS, Fotosoft, 2018.; pp.37-37; ISSN: 2459-8836
14. Rajković, I.; Radonić, D.; Tepeš Golubić L.; Costume design in three spectral areas; Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije 2018.
15. Rajković, I.; Širanović, Ž.; Trtinjak, G.; Upotreba storyboarda prilikom oblikovanja e-sadržaja; Tiskarstvo & Design 2014.; dr.sc. Jana Žiljak Vujić (ur.); Zagreb : FS, Fotosoft, 2014.; pp. 226-230; ISSN: 978-953-7064-23-5
16. Širanović, Ž.; Rajković, I.; Širanović, Ž.; Načela kognitivnog pristupa u oblikovanju multimedijskih obrazovnih e-sadržaja; Tiskarstvo & Design 2014.; dr.sc. Jana Žiljak Vujić (ur.); Zagreb : FS, Fotosoft, 2014.; pp.124-129; ISSN: 978-953-7064-23-5
17. Pogarčić, I.; Žiljak Vujić, J.; Rajković, I.; The Paradigm as a condition of quality of information system; Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium; Katalinić, Branko (ur.); Vienna : DAAAM International Vienna, 2009.; pp. 691-692; ISSN 1726-9687; ISBN 978-3-901509-74-2

## 14. PRILOZI

### 14.1. Prezentacija o korištenju infracrvenih vrijednosti

Prezentacija o korištenju infracrvenih vrijednosti (anketa)

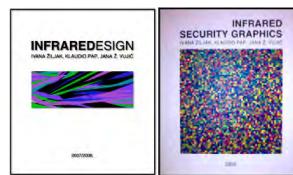


## DRUGI DIO

- Zamišlite da možemo grafički modificirati ono što se vidi u infracrvenom području.
- Znanstvena – fantastika ☺
- Upravo kao na filmu..... • THEY LIVE – John Carpenter – 1988.

## Infraredesign

Tehnika aktivnog upravljanja infracrvenim spektrom



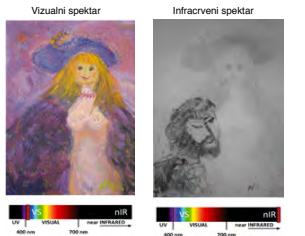
## Infrared Poštanska Marka



## Infrared kamuflažna odjeća



## Infrared slikarstvo



Izvor: <http://www.gallery-hr.com/infrared%20Nada%20animacija/index.htm>

## Paralelni video



## Aktivno upravljanje vrijednostima blisko infracrvenog područja

- MOGUĆNOSTI:
- Zaštita,
- dizajn,
- umjetnost.....

HVALA NA PAŽNJI ☺

2. DIO UPITNIKA..

## ANKETA 2.

## 14.2. Upitnik o poznavanju infracrvenog spektra

**Poslijediplomski doktorski studij Grafičkog fakulteta – Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda**

**IVAN RAJKOVIĆ**

### **DIGITALNA VIDEO REPRODUKCIJA U GRAFIČKOJ TEHNOLOGIJI ZA VIZUALNI I INFRAKRVENI SPEKTAR**

Molimo Vas da sudjelujete u ovom anketnom istraživanju. Na taj način pomoći ćete u dobivanju uvida o trenutnoj spoznaji bliskog infracrvenog područja te mogućnostima aktivnog utjecaja na njega. Također, svaki Vaš komentar se koristi za kreiranje sadržajne i kvalitetne multimedijskog projekta kako bi se produkcijska problematika paralelnog video snimanja u dva spektra uspješno proširila u profesionalnu praksu.

#### **1. DIO ANKETE - KORIŠTENJE PASIVNOG PARALELNOG PROMATRANJA BLISKO INFRACRVENOG I VIZUALNOG SPEKTRA**

1. **Zanimanje**

2. **Vaša dob**

- do 30 godina
- 31 do 40
- 41 do 50
- 51 do 60
- 61 i više

3. **Spol**

- Muško
- Žensko

4. **Koliko dugo se bavite scensko vizualnom djelatnošću?**

- 1 godina
- 3 do 5 godina
- 6 do 10
- 10 i više

5. **Na koji način se bavite vizualnim medijima?**

- Profesionalno
- Amaterski

6. **U kojoj zemlji najviše radite?**

7. **Jeste li upoznati s blisko infracrvenom tehnologijom koja se može koristiti u Vašoj djelatnosti?**

- Da
- Ne

8. **Ukoliko je prošli odgovor potvrđan, da li ih koristite?**

- Da
- Ne
- Djelomično

9. **Smatrate li da su blisko infracrvene tehnologije dovoljno zastupljene u djelatnosti kojom se bavite?**

- Da
- Ne
- Djelomično

10. Da li ste upoznati sa značajkama infracrvenog spektra?

- Da
- Ne
- Djelomično

11. Je li Vam poznato koji raspon obuhvaća područje bliskog infracrvenog spektra?

- 400 do 700 nm
- 700 do 1400 nm
- 1000 do 2400 nm
- 2400 do 3000 nm
- 3000 do 5000 nm
- nije mi poznato

12. U kojim Vam je sve područjima poznato da se koristi infracrveni spektar?

- Astronomiji
- Arheologiji
- Botanici
- Forenzici
- Kriminalistici
- Konzervatorsko-restauratorskoj struci
- Medicini
- Marketingu
- Fotografiji
- Filmu
- Kazalištu
- Video instalacijama
- Ostalim umjetničkim projektima
- Ostalo (navedite) \_\_\_\_\_

13. Smatrate li napretkom mogućnost uvida u blisko infracrveno područje?

- Da
- Ne
- Nisam siguran/na

14. Jeste li ikad sudjelovali ili gledali bilo koju vrstu vizualne umjetnosti u kojoj se koristio infracrveni spektar u komunikaciji s gledateljem?

- Da
- Ne

15. Smatrate li da bi se korištenjem paralelnog prikaza vizualnog i infracrvenog (pasivnog) kreirao novi komunikacijski kanal?

- Da
- Ne

16. Biste li koristili novi komunikacijski kanal u Vašoj djelatnosti?

- Da
- Ne
- Možda

17. Vaši komentari, razmišljanja i ideje o korištenju

---

**Poslušajte sada drugi dio prezentacije o aktivnom upravljanju bliskog infracrvenog područja.**

## **2. DIO ANKETE - KORIŠTENJE AKTIVNO UPRAVLJANOG PARALELNOG PROMATRANJA BLISKO INFRACRVENOG I VIZUALNOG SPEKTRA**

18. Koji je Vaš dojam o InfrareDesign tehnologiji? (Zaokružite jedan broj od 1 do 5. 1 znači «Potpuno nezanimljivo», a 5 «Izuzetno zanimljivo»)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

19. Smatrate li kako je svaki sadržaj zanimljiviji ukoliko ima skrivenu poruku / sliku / detalj ispod vizualnog područja?

- Da
  - Ne
  - Djelomično
20. Ukoliko je Vaš odgovor potvrđan, što Vas konkretno zanima u skrivenoj slici? Koje grafičke elemente (tekst, slika, razni oblici...) biste najradije vidjeli u skrivenom području?
- 
21. Dobiva li skriveni sadržaj na značenju ukoliko se ne promatra paralelno s vizualnim spektrom?
- Da, dobiva
  - Element «intrige» dobiva se isključivo paralelnim gledanje dva spektra
  - Ne zanima me ono što ne vidim
22. Molim objasnite Vaš prijašnji odgovor?
- 
23. Dobiva li suvremena umjetnost «novo kreativno autorsko područje» i dodatnu vrijednost korištenjem namjerne mogućnosti inkorporiranja dviju zasebnih elemenata u dva spektra, te njihovu paralelnu produkciju?
- Dobiva
  - Ne dobiva
  - Nisam siguran/na
24. Kakvo je vaše mišljenje o nevidljivom elementu koji se može vidjeti samo kamerom ili prilagođenim fotografskim aparatom na blisko infracrvenoj valnoj duljini?
- Pozitivno
  - Negativno
  - Prezahтjevno
25. Obogaćuje li Vaš doživljaj umjetničkog djela spoznaja o nevidljivim elementima ispod vidljive slike i njezinom paralelnom reprodukcijom?
- Da
  - Ne
  - Nisam siguran/na
26. Mislite li da se paralelni video u dvostrukom spektru može koristiti u kazalištu?
- Da
  - Ne
  - Zanimljiv eksperiment, vrijedno pokušati izvesti
27. Mislite li da se paralelni video u dvostrukom spektru može koristiti u bilo kojem obliku vizualne umjetnosti?
- Da
  - Ne
  - Zanimljiv eksperiment, vrijedno pokušati izvesti
28. Ukoliko je Vaš odgovor potvrđan, napišite neke ideje kako bi se mogao ukomponirati dvostruki paralelni video u vizualno scenske umjetnosti?
- 
29. Smatrate li korisnim postupak istraživanja nevidljive slike u infracrvenom sloju? +
- Da
  - Ne
  - Nisam siguran/na
30. Po Vašem mišljenju, kako bi korištenje paralelnog videa u dva spektra «zaživjelo» u praksi?
- Edukacijom / prezentacijom tehnoloških mogućnosti vizualnim umjetnicima
  - Isključivo privatnim interesima pojedinaca za navedeno područje
  - Spontano / pojavit će se
  - Ostalo (navedite) \_\_\_\_\_
31. Biste li željeli sudjelovati u kreiranju i producijskom procesu izrade paralelnog videa u dva spektra?
- Da
  - Ne
  - Nisam siguran/na
32. Da li Vam je prezentacija uspješno objasnila sve producijske procese izrade grafičke tehnologije digitalne paralelne video reprodukcije? (Zaokružite jedan broj od 1 do 5. 1 znači «Ne, nikako», a 5 «Da, u potpunosti»).
- 1
  - 2
  - 3
  - 4

• 5

33. Napišite dijelove prezentacije za koje biste voljeli da su bolje objašnjeni i detaljnije obrazloženi.
- 
34. Da li je ova prezentacija pobudila u Vama želju za vlastitim uključivanjem u izradu radova o paralelnog videu dvostrukog spektra?
- Da
  - Ne
  - Nisam siguran/na
35. Napišite dijelove prezentacije koji su Vas se najviše dojmili.
- 
36. Smatrate li da je za daljnje širenje uporabe paralelnog spektarnog videa potrebno izraditi kvalitetnu video prezentaciju?
- Da
  - Ne
  - Nisam siguran/na
37. Vaši komentari, razmišljanja, poruke... (razno).... ukoliko želite ostaviti Vaš e-mail kontakt za daljnje informacije, slobodno ga također upišite :)
- 

HVALA VAM NA SUDJELOVANJU U ANKETI.

Ivan Rajković

### **14.3. Upitnik nakon odgledanog multimedijskog projekta**

#### **Video reprodukcija vizualnog i infracrvenog spektra**

*osvrt gledatelja na multimediju predstavu odigranu 13.05.*

**1. Jeste li ikad sudjelovali ili gledali bilo koju vrstu vizualne umjetnosti u kojoj se koristio infracrveni spektar u komunikaciji s gledateljem?**

- *Da*
- *Ne*

**2. Koji je Vaš dojam o InfrareDesign tehnologiji prezentriran u predstavi? (Zaokružite jedan broj od 1 do 5. 1 znači «Potpuno nezanimljivo», a 5 «Izuzetno zanimljivo»)**

- *1*
- *2*
- *3*
- *4*
- *5*

**3. Jeste li bili upoznati sa infracrvenom tehnologijom prije gledanja predstave?**

- *Da*
- *Ne*

**4. Da li Vam je koncept predstave objasnio zakonitosti blisko infracrvenog spektra?**

- *Da*
- *Ne*

**5. Kakvo je vaše mišljenje o nevidljivom elementu koji se može vidjeti samo kamerom ili prilagođenim fotografskim aparatom na blisko infracrvenoj valnoj duljini?**

- *Pozitivno*
- *Negativno*
- *Prezahitjevno*

**6. Da li ste shvatili sadržaj odigrane predstave?**

- *Da*
- *Ne*
- *Djelomično*

**7. Da li ste vidjeli sve odigrane elemente na pozornici?**

- *Da*
- *Ne*
- *Djelomično*

**8. Jeste li više gledali platno ili pozornicu?**

- *Platno*
- *Pozornicu*
- *Oboje podjednako*

**9. Zašto? (vezano na prošlo pitanje)**

---

**10. Vaše razmišljanje o razlici snimke od gledanja uživo?**

---

**11. Da li smatrate ovakav način komunikacije kao NOVI način dizajniranja vizualnih komunikacija?**

- *Da*
- *Ne*

**12. Koliko je ideja komunikacije u proširenom spektru primjenjiva u svakodnevnom životu? - Obrazložite.**

---

**13. Biste li koristili novi komunikacijski kanal u Vašoj djelatnosti?**

- *Da*
- *Ne*

**14. Poboljšanja i daljnje ideje za daljnja razvijanja ZRGB-M video sustava (Vaša razmišljanja)**

---