

Zbornik radova, Printing&Design 2026

Organizatori konferencije Tiskarstvo i Dizajn 2026 /

Organizers of the conference Printing and Design 2026

- Akademija tehničkih znanosti Hrvatske - Centar za grafičko inženjerstvo
- Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet
- Tehničko veleučilište u Zagrebu
- Sveučilište Sjever, Varaždin - Koprivnica

Suorganizatori konferencije Tiskarstvo i Dizajn 2026 /

Co-organizers of the conference Printing and Design 2026

- Graphic Communication, Print-Media and Packaging Science and Technology
- Graphic Arts Technology Study Direction, University of West Attica, Greece
- HELGRAMED - the Hellenic Union of Graphic Arts and Media Technology Engineers
- GRAPHMEDLAB - The Hellenic Graphic-Media Research Lab, University of West Attica
- IC - International Circle of Educational Institutes of Graphic-Media Technology and Management
- Beijing Normal University
- Deenbandhu Chhotu Ram University of Science and Technology & Haryana State Government University, India
- Sveučilište u Mariboru, Fakultet za elektrotehniku, računarstvo i informatiku, Inštitut za medijske komunikacije & Alma Mater Europaea – ECM, Maribor, Slovenija
- Grafička škola u Zagrebu, Hrvatska
- Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije

Konferenciju podržavaju / Conference is supported by

- Školska knjiga, Zagreb
- Grafik.net, Zagreb
- Konica Minolta, Zagreb
- Macan atelier, Zagreb
- Europapier Adria d.o.o., Zagreb
- Print Magazin, Hrvatska
- Igepa group, Hrvatska
- Hrvatska gospodarska komora

PROGRAMSKI ODBOR

ZNANSTVENI I RECENZENTSKI ODBOR

PREDSJEDNICA:

prof. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović (HR)

ČLANOVI: prof. dr. sc. Darko Agić* (HR)

Col Comdt Prof. Dr Rajendrakumar Anayath
Vice-Chancellor* (IN)

prof. dr. sc. Anastasios Politis (GR)

prof. dr. sc. Dubravko Banić (HR)

izv. prof. dr. sc. Irena Bates (HR)

dr. sc. Aleksandra Bernašek Petrincec (HR)

prof. dr. sc. Zdenka Bolanča* (HR)

prof. dr. sc. Ivana Bolanča Mirković* (HR)

prof. emer. dr. sc. Damir Boras (HR)

doc. dr. sc. Diana Bratić (HR)

izv. prof. dr. sc. Ivan Budimir (HR)

izv. prof. dr. sc. Davor Cafuta (HR)

doc. dr. sc. Marko Čačić (HR)

izv. prof. dr. sc. Darijo Čerepinko (HR)

izv. prof. dr. sc. Ivica Dodig (HR)

izv. prof. art. dr. sc. Robert Geček (HR)

doc. dr. sc. Martina Hajdek (HR)

prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek (HR)

prof. dr. sc. Salim Ibrahimfendić (BiH)

doc. dr. sc. Snježana Ivančić Valenko (HR)

izv. prof. dr. sc. Denis Jurečić (HR)

prof. dr. art. Vanda Jurković (HR)

dr. sc. Josipa Lajković (SLO)

Andrea Ledić (HR)

prof. dr. sc. Igor Majnarić (HR)

doc. dr. sc. Maja Matas Jurčić (HR)

doc. dr. sc. Mile Matijević (HR)

izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota (HR)

prof. dr. sc. Marin Milković* (HR)

izv. prof. dr. sc. Petar Miljković (HR)

prof. dr. sc. Damir Modrić (HR)

prof. dr. sc. Nikola Mrvac (HR)

Dr. Gjoko Muratovski (Australija)

prof. dr. sc. Dragoljub Novaković (SR)

prof. dr. sc. Antun Koren (HR)

izv. prof. dr. sc. Tajana Koren Ivančević (HR)

prof. dr. Milorad Krgović (RS)

prof. dr. sc. Klaudio Pap* (HR)

prof. emer. dr. sc. Husein Pašagić (HR)

Irena Petrijevčanin (HR)

prof. dr. sc. Ivan Pogarčić (HR)

prof. dr. sc. Nenad Prelog (HR)

izv. prof. dr. sc. Tibor Skala (HR)

doc. dr. sc. Zvonimir Sabati (HR)

prof. dr. sc. Hrustem Smailhodžić (BiH)

izv. prof. dr. sc. Nikolina Stanić Loknar (HR)

prof. dr. sc. Mario Tomiša (HR)

izv. prof. dr. sc. Lidija Tepeš Golubić (HR)

prof. dr. sc. Damir Vusić (HR)

izv. prof. dr. sc. Dean Valdec (HR)

prof. dr. sc. Igor Zjakić (HR)

prof. dr. sc. Jana Žiljak Gršić* (HR)

prof. emer. dr. sc. Vilko Žiljak* (HR)

(*Centar za grafičko inženjerstvo HATZ)

ORGANIZACIJSKI ODBOR

prof. dr. sc. Jana Žiljak Gršić, predsjednica (HR)

izv. prof. dr. sc. Mario Barišić (HR)

Milan Bajić, dipl. ing. techn. (HR)

izv. prof. dr. sc. Irena Bates (HR)

prof. dr. sc. Ivana Bolanča Mirković (HR)

doc. dr. sc. Diana Bratić (HR)

Tomislav Bogović, univ. mag. ing. techn. graph. (HR)

dr. sc. Darija Čutić (HR)

prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek (HR)

doc. dr. sc. Martina Hajdek (HR)

Ana Hoić, mag. des., univ. spec. oec. (HR)

Dubravko Deželić, dipl. graf. ing. (HR)

dr. sc. Tonči Jeličić (HR)

Ulla Leiner Maksan, mag. des. (HR)

doc. dr. sc. Marko Morić (HR)

doc. dr. sc. Maja Matas Jurčić (HR)

izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota (HR)

izv. prof. dr. sc. Denis Jurečić (HR)

Silvio Plehati, univ. mag. ing. techn. graph. (HR)

Hrvoje Puljiz (HR)

mr. sc. Nenad Sikirica (HR)

izv. prof. dr. sc. Tibor Skala (HR)

Dinka Radonić, dipl. snimatelj (HR)

dr. sc. Ivan Rajković, dipl. film i tv mont., mba (HR)

Vesna Uglješić, mag. des. (HR)

dr. sc. Ante Žužul (HR)

prof. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović (HR)

mr. sc. Dubravko Žigman (HR)

TEME KONFERENCIJE

1. Računalna grafika, dizajn i tisak / Computer graphics, design and printing
2. 3D modeliranje, 3D printanje / 3D modeling, 3D printing
3. Digitalna sigurnost i zaštita podataka na grafičkim proizvodima / Digital security and data protection on graphic products
4. Forenzika u grafičkoj struci, vještačenja, sustavi zaštita / Forensics in the graphic profession, expertise, protection systems
5. Računalni informacijski sustavi i ispis podataka / Computer information systems and data printing
6. Dizajn i multimedija u E-obrazovanju i E-literaturi / Design and multimedia in E-education and E-literature
7. Dizajn i proizvodnja ambalaže / Design and production of packaging
8. Digitalni tisak na papiru i kartonaži / Digital printing on paper and cardboard
9. Dizajn grafičkih proizvoda / Graphic product design
10. AI u tiskarstvu i dizajnu / AI in printing and design
11. Zaštita okoliša / Environmental protection
12. Recikliranje u grafičkoj struci / Recycling in the graphic industry
13. Obrazovanje u području dizajna i tiskarstva / Education in the field of design and printing

NAKLADNIK

Fotosoft d.o.o.
Bednjanska 12,
10000 Zagreb

ADMINISTRATIVNO VOĐENJE

Medicentar d.o.o.
e-mail: info@medicentar.hr
tel: 01 2305 444

UČESTALOST IZLAŽENJA

Godišnje

www.tiskarstvo.net/printing&design2026

ISSN 2718-3777

tiskarstvo.dizajn@tvz.hr; tiskarstvoidizajn@gmail.com

Sadržaj

PERCEPCIJA I INTERPRETACIJA VIZUALNOG SADRŽAJA KREIRANOG POMOĆU UMJETNE INTELIGENCIJE	5
Luka Ivanković, Patrik Remenar, Ivan Rajković, Dinka Radonić	
HOW AI IS CHANGING THE FIELD OF DESIGN	10
Gjoko Muratovski	
FOTO ESEJ KAO FORMA VIZUALNOG IZRAŽAVANJA	11
Maja Strgar Kurečić	
NOVI REZULTATI U INFRAREDESIGN®-u	12
Tomislav Bogović	
DUALNO SLIKARSTVO ZA VIZUALNO I INFRACRVENO PODRUČJE	13
Vilko Žiljak	
OD IDEJE DO ODRŽIVOG SUSTAVA: BIZNIS DIZAJN I KOMUNIKACIJA KOMPLEKSNIH TRANSFORMACIJA	14
Nikola Mrvac, Zoran Najdanović, Vladislav Brkić	
ZNANOST NA AUTOPILOTU: AUTONOMNI AI ISTRAŽIVAČKI TIMOVI	15
Marko Čačić, Ivana Žiljak Stanimirović, Mario Tomiša, Snježana Ivančić Valenko	
METODE ZA PROCJENU INTERAKCIJE KORISNIČKOG SUČELJA U APLIKACIJAMA ZA FITNES I PERSONALIZIRANIM ZDRAVSTVENIM APLIKACIJAMA - POČETNI NALAZI	16
Brigita Prole, Tomislav Bronzin, Mile Matijević	
USPOREDBA SPEKTROFOTOMETRIJSKE PENETRACIJE BOJE KOD FLEKSOGRAFSKIH OTISAKA S RAZLIČITIM RASPOREDOM OTISKIVANJA BOJA	17
Elena Harastil, Irena Bates	
DENZITOMETRIJSKA USPOREDBA VISOKOPRODUKTIVNIH DIGITALNIH STROJEVA NAMIJENJENIH ZA TISAK ETIKETA	18
Stanko Bauk, Mato Meštović, Igor Majnarić	
POSTOJANOST TISKANOG AMBALAŽNOG OMOTA BOMBONA NA DJELOVANJE KEMIJSKIH AGENASA I SUNČEVE SVJETLOSTI	19
Elena Hegol, Irena Bates	
ZAŠTITA DIZAJNA PRED UREDOM EUROPSKE UNIJE ZA INTELKTUALNO VLASNIŠTVO	20
Jelena Čuveljak ¹ , Ljiljana Matuško Antonić ² , Tin Antonić ³	
ULOGA SAMOSTALNIH KOMPONENTI U MODERNOJ ARHITEKTURI MREŽNIH APLIKACIJA I USPOREDBA S NGMODULE	21
Maja Vignjević, Alen Šimec	
UTJECAJ BIJELOG PODLOŽNOG SLOJA NA KOLORIMETRIJSKA SVOJSTVA PROCESNIH BOJA OTISNUTIH NA METALIZIRANOM KARTONU	22
Irma Horvat, Spomenko Kešina, Dean Valdec, Petar Miljković	
UPOTREBA GEŠTALTA U DIZAJNU ZNAKOVA INSPIRIRANIM ŽIVOTINJSKIM SVIJETOM	23
Morana Jugović, Josip Martić	
SINESTEZIJA U DIZAJNU I MULTIMEDIJI	24
Elizabeta Jurić, Krunoslav Hajdek, Martina Hajdek	
SUBLIMINALNE PORUKE U DIZAJNU	25
Maja Car, Krunoslav Hajdek, Martina Hajdek, Mile Matijević	
KVALITETA I AUTENTIČNOST AI-a U DIGITALNOJ FOTOGRAFIJI	26
Paula Srdanović, Miroslav Mikota, Tibor Skala, Marko Maričević	
DIZAJN ZA BUDUĆNOST OBRAZOVANJA: KONCEPTUALNI RAZVOJ INKLUZIVNOG AI RJEŠENJA U OKVIRU MEĐUNARODNOG NATJECANJA	27
Rea Franković, Vesna Uglješić	
SVOJSTVA BIJELIH PIGMENATA U AMBALAŽNOM TISKU: KOMPARATIVNA ANALIZA I PREDNOSTI TITANIJEVOG DIOKSIDA (TiO₂)	28
Ivana Bolanča Mirković	
ULOGA WEB DIZAJNA KAO INŽENJERSKE KOMPETENCIJE KROZ KOLEGIJ SKRIPTNI JEZICI I WEB DIZAJN U INŽENJERSTVU	29
Magdalena Bednjanec, Andrea Bednjanec, Vladimir Bilogrević	
IMA LI ŽIVOTA BEZ AI?	30
Vjeran Bušelić	
PRIMJENA AI ALATA U PROCESU IZRADE POKRETNE GRAFIKE	31
Mila Mihaljević, Jesenka Pibernik, Matea Jurašinović	
DINAMIČKA VARIJABILNOST POVRŠINSKE NAPETOSTI KOD FLEKSIBILNIH AMBALAŽNIH MATERIJALA	32
Igor Zjakić, Ivana Ljevak, Diana Bratić, Ivan Budimir	
KOLORIMETRIJSKA STABILNOST OTISNUTE KARTONSKE AMBALAŽE PRI RAZLIČITIM UVJETIMA OTIRANJA	33
Dino Priselac, Maja Rudolf, Ivana Plazonić, Irena Bates	
UTJECAJ PROŠIRENE I VIRTUALNE STVARNOSTI NA POSJETITELJE TIJEKOM NOĆI MUZEJA U MUZEJU MEĐIMURJA U ČAKOVCU	34
Nenad Breslauer, Veronika Dragaš, Nevenka Breslauer	

PRIMJENA IR DIZAJNA U ZAŠTITI VIZUALNOG IDENTITETA GRUPE NA PRIMJERU MOTO-KLUBOVA	35
Irena Miletić, Igor Dobrača	
UTJECAJ ZASIĆENOSTI BOJE NA PERCEPCIJU I PREFERENCIJU AMBALAŽE KOZMETIČKIH PROIZVODA	36
Marina Matušin, Dean Valdec, Nikolina Bolčević Horvatić, Luka Valdec	
AKTIVIZAM U DIZAJNU - MOBITELI U ŠKOLAMA	37
Morana Jugović, Jana Žiljak Gršić	
PRIMJENA INFRAREDESIGN® TEHNOLOGIJE NA RAZLIČITIM VRSTAMA KARTONA U DIGITALNOM TISKU	38
Roko Vujić, Denis Jurečić	
KVANTITATIVNA ANALIZA 2-FENOKSIETANOLA U PROCJENI RELATIVNE STAROSTI TINTE KEMIJSKE OLOVKE NA PAPIRU	39
Veronika Marinović, Ivana Bolanča Mirković, Stjepan Brzica, Andrea Ledić	
DIZAJN PRILAGOĐENIH TISKANIH PODLOGA ZA STEM ROBOTSKU IGRAČKU U POUČAVANJU RAČUNALNOG RAZMIŠLJANJA DJECE RANE ŠKOLSKE DOBI	40
Marija Magdalena Obad, Mia Čarapina	
ISTRAŽIVAJE PERFORIRANIH OBLIKA U SUSTAVU BOJANKE	41
Dubravko Banić, Sanja Čičak, Iva Šarčević	
OPTIMALNO 3D MODELIRANJE OBLIKA VINSKE BOCE	42
Dubravko Banić, Dorian Fafandžel, Iva Šarčević	
LJEPOTA POGREŠKE: ESTETIKA GLITCHA U SUVREMENOM GRAFIČKOM DIZAJNU	43
Ulla Leiner Maksan	
GAN MODELI U AI UPSCALINGU DEGRADIRANIH DIGITALNIH SLIKA I VIDEA	44
Diana Bratić, Marko Butula	
KROMATSKA ABERACIJA U OPTIČKIM SUSTAVIMA PAMETNIH TELEFONA	45
Andrea Jurić, Katarina Itrić Ivanda	
INTUITIVNOST I ČITLJIVOST U MOBILNIM SUČELJIMA: PSIHOLOŠKI PRINCIPI I IMPLEMENTACIJA TAMNOG NAČINA RADA NA KVIZ-APLIKACIJI	46
Jan Kokot, Tin Lulić, Vesna Uglješić	
UTJECAJ OPTIMIZACIJE DIZAJNA IZBORNIKA VIDEOIGARA NA KOGNITIVNO OPTEREĆENJE KORISNIKA	47
Karlo Siketić, Darija Čutić, Maja Turčić	
SPEKTRALNA SEGMENTACIJA MULTISPEKTRALNIH SNIMAKA U ANALIZI REDOSLIJEDA UKRIŽENIH POTPISA	48
Damir Modrić, Vladimir Cviljušac, Alan Divjak	
REPRODUKCIJSKA STABILNOST CMYK PROCESNIH BOJA U DIGITALNOM TISKU NA RUBU KNJIŽNOG BLOKA	49
Filip Macan, Diana Bratić	
KONCEPT DIZAJNA KOOPERATIVNE ROGUELIKE VIDEOIGRE SA STRIPOVSKOM STILIZACIJOM INSPIRIRANE LOKALNIM KULTURNIM ELEMENTIMA	50
Ida Matilda Repar, Tibor Skala, Marko Maričević, Paula Srdanović	
PRIMJENA DIGITALNE FORENZIKE U ANALIZI SIGURNOSNIH ELEMENATA NA UZORKU INDONEZIJSKIH RUPIJA	51
Renato Macešan, Aleksandra Bernašek Petrincec, Rea Franković, Vesna Uglješić	
FOTOGRAMetriJA MAKROFOTOGRAFSKIH OBJEKATA NA PRIMJERU CVIJETA VRSTE CROCUS VERNUS	52
Ivan Šokić	
OTKRIVANJE TRAGOVA DIGITALNE OBRADJE I METODE REKONSTRUKCIJE DIGITALNIH SLIKA	53
Aleksandra Bernašek Petrincec, Borna Gregurić	
AR KODOVI NA AMBALAŽI KAO KOMUNIKACIJSKI I SOCIOLOŠKI ALAT ZA POVEĆANJE PRISTUPAČNOSTI I PODRŠKE OSOBAMA S INVALIDITETOM	54
Filip Okanović, Paula Ceraj, Denis Jurečić	
INFRAREDESIGN® I LOGISTIČKA INTELIGENCIJA AMBALAŽE - INTEGRACIJA DIZAJNA, TRANSPORTA I DISTRIBUCIJSKIH SUSTAVA	55
Dorian Fafandžel, Denis Jurečić	
ČVRSTOĆA KONSTRUKCIJE AMBALAŽE U KARTONSKIM I VALOVITIM SUSTAVIMA TE NJIHOVA PRIMJENA U SUVREMENOM DIZAJNU PAKIRANJA PIVA	56
Iskra Gerin, Tin Getz, Denis Jurečić	
EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE APSORPCIJE SVJETLOSTI BOJILA NA TEKSTILU	57
Silvio Plehati, Aleksandra Bernašek Petrincec, Tomislav Bogović, Jana Žiljak Gršić	
BOJA KAO MULTISENZORNI PODRAŽAJ: PSIHOLOŠKI, DIZAJNERSKI I INFRACRVENI ASPEKTI AMBALAŽNIH RJEŠENJA	58
Ana Mlinarić, Denis Jurečić	
MULTIMEDIJSKA PREZENTACIJA UMJETNIČKIH SLIKA KROZ ANIMACIJU PRIJELAZA IZ VIDLJIVOG U BLISKO INFRACRVENI SPEKTAR I ZVUČNU INTERPRETACIJU	59
Tomislav Bogović, Ivana Žiljak Stanimirović	

PERCEPCIJA I INTERPRETACIJA VIZUALNOG SADRŽAJA KREIRANOG POMOĆU UMJETNE INTELIGENCIJE

PERCEPTION AND INTERPRETATION OF VISUAL CONTENT CREATED USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Luka Ivanković¹, Patrik Remenar¹, Ivan Rajković², Dinka Radonić²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu, student

² Tehničko veleučilište u Zagrebu

SAŽETAK

Umjetna inteligencija sve se češće koristi za generiranje slika koje vizualno nalikuju stvarnim fotografijama. Razvojem takvih tehnologija otežano je razlikovanje autentičnog od računalno generiranog fotografskog sadržaja, što otvara pitanja vizualne vjerodostojnosti i pouzdanosti medija. Cilj ovog rada je analizirati u kojoj mjeri ispitanici mogu prepoznati slike generirane uz pomoć umjetne inteligencije u usporedbi sa stvarnima. Istraživanje je provedeno putem online ankete na uzorku od 65 ispitanika različitih dobnih skupina. Anketni upitnik sastojao se od osam pitanja, pri čemu je svako pitanje sadržavalo jednu stvarnu fotografiju i jednu generiranu sliku uz pomoć umjetne inteligencije. Generirane slike izrađene su korištenjem četiri različita alata. Točnost prepoznavanja definirana je na razini svake fotografije, odnosno slike. Ispitanicima su dodijeljena dva boda u slučaju ispravne klasifikacije stvarne fotografije i generirane slike.

Analiza prikupljenih podataka rezultirala je uvidima koji su u skladu s dosadašnjim spoznajama, ali i onima koji otvaraju nova pitanja o preciznosti klasifikacije generiranih slika. Razlika u točnosti prepoznavanja generiranih slika jasno je vidljiva u usporedbi dobnih skupina, dok se uspoređujući korištene alate za generiranje slika, također može primijetiti razlika u točnosti rezultata.

Ključne riječi: umjetna inteligencija; generirane fotografije; autentičnost; percepcija korisnika; digitalni mediji

ABSTRACT

Artificial intelligence is increasingly used to generate images that closely resemble real photographs. With the advancement of such technologies, distinguishing between authentic and computer-generated photographic content has become more difficult, raising concerns about visual credibility and media reliability. The aim of this paper is to analyze the ability of users to recognize AI generated images in comparison to real ones.

The research was conducted through an online survey involving 65 participants from different age groups. The questionnaire consisted of eight questions, each presenting one real photograph and one image generated by artificial intelligence. AI generated images were created using four different tools. Recognition accuracy was defined by every photograph or image. Participants were awarded with two points when they correctly classified both the real photograph and the generated image.

The analysis of the collected data yielded insights consistent with current findings, while also raising new questions regarding the classification accuracy of generated images. Discrepancies in the recognition accuracy of generated images are clearly observable across different age groups; furthermore, a comparison of the generative tools used also reveals a variation in the accuracy of the results.

Keywords: artificial intelligence; generated photographs; authenticity; user perception; digital media

1. UVOD

Razvoj umjetne inteligencije u području generiranja vizualnog sadržaja posljednjih je godina značajno promijenio način na koji se fotografije proizvode i percipiraju u digitalnom okruženju. Generativni modeli danas omogućuju stvaranje slika koje u velikoj mjeri nalikuju stvarnim fotografijama, iako nisu nastale izravnim snimanjem stvarnosti. Takav tehnološki napredak dovodi u pitanje tradicionalno shvaćanje fotografije kao vjerodostojnog i objektivnog zapisa stvarnog događaja te otvara pitanja o granicama autentičnosti vizualnih medija.

Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da ljudski promatrači često imaju poteškoća u razlikovanju stvarnih i umjetno generiranih fotografija. Empirijsko istraživanje koje su proveli Osińska i suradnici pokazalo je da sudionici u velikom broju slučajeva pogrešno procjenjuju podrijetlo prikazanih slika, osobito kada je riječ o vizualno uvjerljivim motivima poput ljudskih lica, prirodnih prizora i svakodnevnih situacija [1]. Autori ističu da s porastom kvalitete generiranih slika opada pouzdanost ljudske procjene, čime se dodatno zamagljuje razlika između stvarnog i sintetičkog vizualnog sadržaja.

Slične rezultate donosi i istraživanje Velásquez-Salamance i suradnika, koje se bavi interpretacijom umjetno generiranih slika u usporedbi s vizualima koje su proizveli ljudi [2]. Rezultati tog istraživanja upućuju na to da ispitanici često pogrešno identificiraju generirane slike kao stvarne, što izravno utječe na percepciju njihove vjerodostojnosti. Posebno je naglašeno da se pogrešne procjene pojavljuju kod različitih skupina ispitanika, neovisno o razini iskustva s digitalnim tehnologijama, što ukazuje na opći perceptivni problem, a ne isključivo na nedostatak tehničkog znanja.

Problematika prepoznavanja umjetno generiranih fotografija ima i šire društvene primjene. Istraživanja provedena u okviru Microsoftova programa AI for Good, objavljena u suradnji s Harvard Kennedy School, pokazuju da visoko realistične sintetičke slike mogu povećati osjetljivost korisnika na vizualnu dezinformaciju, osobito u kontekstu medijskih sadržaja koji se percipiraju kao dokaz ili potvrda određene tvrdnje [3]. U takvom okruženju vizualni realizam postaje snažan čimbenik uvjerenosti, neovisno o stvarnom podrijetlu slike.

Navedena istraživanja upućuju na zaključak da sposobnost razlikovanja stvarnih i umjetno generiranih fotografija predstavlja sve veći izazov u suvremenim digitalnim medijima. Razumijevanje načina na koji korisnici percipiraju takav sadržaj ključno je za raspravu o pouzdanosti vizualnih informacija, povjerenju u medijske prikaze i ulozi umjetne inteligencije u oblikovanju suvremene vizualne komunikacije.

2. MATERIJALI I METODE

U istraživanju je primijenjena kvantitativna metoda prikupljanja podataka putem online ankete. Anketa je provedena pomoću alata Google Forms, a sudjelovalo je ukupno 65 ispitanika. Ispitanici su prema godini rođenja razvrstani u pet dobnih skupina: Baby Boomeri (1946.–1964.), Generacija X (1965.–1980.), Milenijalci odnosno Generacija Y (1981.–1996.), Generacija Z (1997.–2012.) te Generacija Alfa (2013.–2025.).

Anketni upitnik sastojao se od osam pitanja. U svakom pitanju bila je prikazana jedna stvarna fotografija i jedna generirana slika. Fotografije i slike su imale istu ili sličnu tematiku. Omjer stvarnih fotografija i generiranih slika bio je 1:1, ukupno osam stvarnih fotografija i osam generiranih slika. Generirane slike izrađene su korištenjem četiri različita besplatna alata, a to su: ChatGPT, Perchance, Raphael AI i Nano Banana. Navedeni alati se razlikuju u kvaliteti generiranja slika. Alat koji se pokazao najmanje koristan je ChatGPT. Nudi solidna rješenja koja izdaleka izgledaju uvjerljivo, ali griješi u detaljima. S druge strane je alat Nano Banana koji se fokusira na generiranje fotografija i kratkih videa uz pomoć umjetne inteligencije. Razlika u ovim alatima je velika. Alat Nano Banana, uz iste upute za generiranje fotografije, daje uvjerljivija i bolja rješenja u kraćem vremenu.

Ispitanicima nije bio ponuđen prisilni izbor. Za svako pitanje mogli su označiti smatraju li ga stvarnom fotografijom ili generiranom slikom, pri čemu je bilo moguće označiti oba pitanja kao stvarna ili oba kao generirana. Na taj je način omogućena analiza nesigurnosti i pogrešne procjene autentičnosti. Prikupljeni podaci su filtrirani, strukturirani i analizirani prema dobnim skupinama, te prema korištenim AI alatima.

3. REZULTATI

Rezultati istraživanja temelje se na analizi odgovora ispitanika na prikazane fotografske sadržaje, pri čemu je procjenjivana njihova sposobnost razlikovanja stvarnih fotografija od generiranih slika uz pomoć umjetne inteligencije. Ukupna točnost prepoznavanja izražena je kao udio ispravno klasificiranih fotografija u odnosu na ukupan broj prikazanih primjera unutar pojedine dobne skupine.

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 65 ispitanika raspoređenih u pet dobnih skupina: Baby Boomeri (n = 3), Generacija X (n = 7), Generacija Y/Milenijalci (n = 28), Generacija Z (n = 27) i Generacija Alfa (n = 0). Svaki ispitanik procjenjivao je 16 fotografija, čime je prikupljeno ukupno 1040 pojedinačnih odgovora, što je omogućilo kvantitativnu analizu prepoznatljivosti fotografskog sadržaja.

Analiza rezultata (Tablica 1) pokazala je da sposobnost razlikovanja stvarnih fotografija i umjetno generiranih slika varira među dobnim skupinama. Najviša razina točnosti zabilježena je kod ispitanika Generacije Z, koji su ispravno klasificirali 71,39% prikazanih fotografija. Relativno visoku razinu točnosti ostvarili su i Baby Boomeri (66,67%), dok su Milenijalci (Generacija Y) postigli točnost od 56,25%. Najniža prosječna točnost zabilježena je u skupini Generacije X, s vrijednošću od 55,36%. Na razini cjelokupnog uzorka ukupna točnost prepoznavanja iznosi 62,89%, što upućuje na umjerenu razinu uspješnosti u procjeni autentičnosti fotografskog sadržaja. Dobiveni rezultati sugeriraju da niti jedna dobná skupina ne postiže visoku razinu pouzdanosti u razlikovanju stvarnih fotografija i umjetno generiranih slika, unatoč primjetnim razlikama u uspješnosti između skupina. Takav nalaz ukazuje na visoku razinu vizualne uvjerljivosti suvremenih sustava umjetne inteligencije te na ograničenja ljudske vizualne percepcije u kontekstu sve realističnijih digitalnih prikaza.

Tablica 1 Točnost prepoznavanja fotografija prema dobnim skupinama

Dobna skupina	Broj ispitanika	Točnost (%)
Baby Boomeri	3	66,67
Generacija X	7	55,36
Generacija Y (Milenijalci)	28	58,71
Generacija Z	27	71,39
Ukupno	65	62,89

4. RASPRAVA

Rezultati istraživanja ukazuju na ograničenu sposobnost ispitanika da pouzdano razlikuju stvarne fotografije od generiranih slika uz pomoć umjetne inteligencije. Ukupna točnost prepoznavanja od 62,89% pokazuje da se znatan dio procjena temelji na nesigurnoj ili pogrešnoj vizualnoj interpretaciji, što potvrđuje da suvremeni sustavi umjetne inteligencije proizvode vizualno vrlo uvjerljive fotografske prikaze. Takva razina realističnosti predstavlja izazov za tradicionalno shvaćanje fotografije kao vjerodostojnog zapisa stvarnosti.

Analiza prema dobnim skupinama pokazala je da Generacija Z ostvaruje najvišu razinu točnosti u prepoznavanju, dok su slabiji rezultati zabilježeni kod Generacije X i Milenijalaca. Ovakav ishod može se djelomično objasniti većom izloženošću mlađih ispitanika digitalnim sadržajima i čestom interakcijom s računalno generiranim vizualima na društvenim mrežama i digitalnim platformama. Međutim, iako Generacija Z pokazuje veću uspješnost u odnosu na ostale skupine, njihova točnost i dalje ne doseže razinu koja bi omogućila pouzdanu procjenu autentičnosti u svim slučajevima.

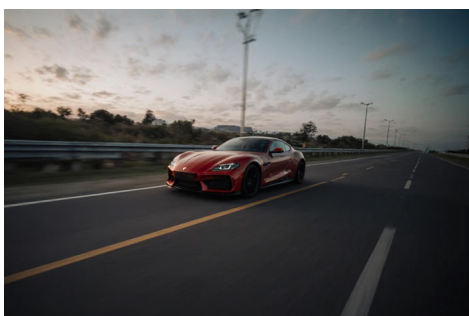
Zanimljiv je nalaz relativno visoke točnosti u skupini Baby Boomera, iako se ta skupina često smatra manje digitalno pismenom. Ovakav rezultat može se tumačiti opreznijim pristupom procjeni vizualnog sadržaja, kao i većim oslanjanjem na intuiciju i iskustvo stečeno u razdoblju kada je fotografija imala jasniju dokumentarnu funkciju. Ipak, zbog malog broja ispitanika u ovoj skupini, ove nalaze treba tumačiti s oprezom i bez donošenja općih zaključaka.

Razlike u uspješnosti prepoznavanja među generacijama nisu izrazite, što upućuje na zaključak da dob sama po sebi nije presudan čimbenik u razlikovanju stvarnih fotografija i umjetno generiranih slika. Činjenica da niti jedna skupina ne postiže visoku razinu pouzdanosti ukazuje na to da su vizualni signali koji bi upućivali na umjetno podrijetlo slike često suptilni ili neprepoznatljivi prosječnom promatraču. Time se potvrđuju nalazi prethodnih istraživanja koja ističu da se s porastom kvalitete generiranih slika smanjuje mogućnost njihove pouzdane identifikacije.

Sekundarna analiza rezultata sugerira da razlike u prepoznatljivosti mogu biti povezane s vrstom motiva i kontekstom prikazanih fotografija.

Najveći postotak pogrešnog prepoznavanja stvarnog i generiranog sadržaja je između fotografija automobila. Za generiranu fotografiju crvenog automobila (Slika 1) 55 ispitanika je odgovorilo da je stvarna fotografija, a za stvarnu fotografiju plavog automobila (Slika 2) je čak 58 ispitanika odgovorilo da je generirana fotografija.

Drugi najveći postotak pogreške je na generiranoj fotografiji drvene kućice u šumi (Slika 3) za koju je 47 ispitanika odgovorilo da je stvarna slika. Stvarna fotografija majmuna koji drži mobitel (Slika 4) veoma je zbunila ispitanike, 30 ispitanika je odgovorilo da je stvarna, a 35 ispitanika da je generirana fotografija. Fotografije svakodnevnih situacija i prirodnog okruženja pokazale su se posebno zahtjevnima za procjenu, što dodatno otežava razlikovanje stvarnog i generiranog sadržaja. Jedan od najmanjih postotaka točnosti zabilježen je na fotografijama publike na koncertu, što je iznenađujuće obzirom na to da je za generiranje fotografije na tu temu korišten alat Nano Banana.



Slika 1 Generirana fotografija crvenog automobila (Raphael AI)



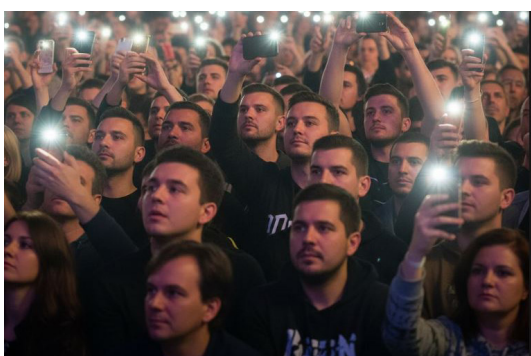
Slika 2 Stvarna fotografija plavog automobila



Slika 3 Generirana fotografija drvene kućice u šumi (Nano Banana)



Slika 4 Stvarna fotografija majmuna koji drži mobitel



Slika 5 Generirana fotografija publike na koncertu (Nano Banana)



Slika 6 Stvarna fotografija publike na koncertu

Za generiranu fotografiju publike (Slika 5) je 49 ispitanika odgovorilo da je generirana fotografija, što čini 75% ispitanika. Na pitanje kako su zaključili da je fotografija generirana ispitanici su uglavnom odgovorili da nemaju neki konkretan razlog, već im se jednostavno činila kao da je generirana pomoću umjetne inteligencije. Za stvarnu fotografiju publike (Slika 6) je čak 61 ispitanik odgovorio da je stvarna fotografija, što čini gotovo 95%

ispitanika. Iako su u istraživanju korišteni različiti alati za generiranje slika, dobiveni rezultati ukazuju na to da razlike među alatima nisu presudne u kontekstu percepcije korisnika, već da ključnu ulogu ima ukupna razina vizualne uvjerljivosti generiranog sadržaja.

Dobiveni nalazi imaju šire primjene za područje digitalnih medija, novinarstva i vizualne komunikacije. Smanjena sposobnost razlikovanja stvarnih fotografija i umjetno generiranih slika može utjecati na povjerenje korisnika u medijske sadržaje te povećati rizik od manipulacije vizualnim informacijama. U tom kontekstu, rezultati istraživanja dodatno naglašavaju važnost razvoja medijske i vizualne pismenosti, kao i potrebu za jasnijim označavanjem umjetno generiranog sadržaja u digitalnom okruženju.

Ograničenja istraživanja odnose se na veličinu uzorka, neravnomjernu zastupljenost dobnih skupina te fokus na statične fotografske prikaze. Unatoč navedenim ograničenjima, istraživanje pruža relevantan uvid u trenutno stanje percepcije generiranih slika te može poslužiti kao temelj za buduća istraživanja koja bi uključila veći broj ispitanika, raznolike vizualne formate i dodatne kontekstualne varijable.

5. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem analizirana je sposobnost ispitanika različitih dobnih skupina u razlikovanju stvarnih fotografija od slika generiranih uz pomoć umjetne inteligencije. Dobiveni rezultati pokazuju da je ukupna razina točnosti prepoznavanja umjerena, što potvrđuje da granica između autentičnog i sintetičkog fotografskog sadržaja postaje sve teže uočljiva prosječnom promatraču.

Iako su među dobnim skupinama zabilježene određene varijacije u uspješnosti prepoznavanja, one nisu dovoljno izražene da bi se utvrdila izravna povezanost između dobi i sposobnosti procjene autentičnosti. Rezultati upućuju na to da percepcija vizualne vjerodostojnosti ovisi o kombinaciji prethodnog iskustva, izloženosti digitalnim sadržajima i razine vizualne pismenosti, a ne isključivo o dobnj pripadnosti.

Nalazi istraživanja imaju važne implikacije za područje digitalnih medija i vizualne komunikacije, budući da smanjena mogućnost razlikovanja stvarnih i generiranih slika izravno utječe na povjerenje korisnika u vizualne informacije. U tom kontekstu, naglašava se potreba za sustavnim razvojem medijske pismenosti i jasnijim označavanjem umjetno generiranog sadržaja u digitalnom okruženju.

LITERATURA

[1] Osińska, V., Choraś, M., Pawlicki, M., & Kozik, R. (2025). AI Images vs. Real Photographs: Investigating Visual Perception. *Sensors*, 18(6), 61. <https://www.mdpi.com/1995-8692/18/6/61>

[2] Velásquez-Salamanca, D., et al. (2025). Interpretation of AI-Generated vs. Human-Made Images. *Frontiers in Psychology*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12295870/>

[3] Epstein, Z., Pennycook, G., & Rand, D. (2023). People are more susceptible to misinformation with realistic AI-synthesized images. *Harvard Kennedy School – Misinformation Review*. <https://misinforeview.hks.harvard.edu/article/people-are-more-susceptible-to-misinformation-with-realistic-ai-synthesized-images-that-provide-with-strong-evidence-to-headlines/>

Slika 2 Marsel van Oosten <https://iso.500px.com/snow-monkey-iphone-photo/>

Slika 4 Czinger <https://www.asme.org/topics-resources/content/5-of-the-fastest-cars-in-the-world-and-they%E2%80%99re-street-legal>

Slika 6 Neva Zganec <https://www.vecernji.hr/vijesti/nocni-barovi-nisu-u-trendu-mladi-manje-piju-1840793>

Keynote - Invited lecture**HOW AI IS CHANGING THE FIELD OF DESIGN****Distinguished Professor Gjoko Muratovski**

Australian Institute of Advanced Technologies

Abstract

This paper examines the transformative impact of artificial intelligence on the field of design. As AI moves from peripheral tools to central actors within design practice, it is reshaping the profession's core functions, expectations, and responsibilities. Technical execution—once the defining capability of designers—is increasingly complemented or even superseded by generative systems capable of producing rapid, high-quality outputs. In response, the role of the designer is shifting from producer to strategist, curator, and decision-maker, with research, critical thinking, and ethical judgment becoming decisive competencies. This talk explores the opportunities and challenges posed by AI, highlighting how designers who integrate these tools thoughtfully can expand creative possibilities, accelerate iterative processes, and assert strategic leadership. It also addresses the ethical and professional responsibilities inherent in AI adoption, emphasising that the future relevance of design depends on a proactive, principled engagement with emerging technologies.

Keynote - Invited lecture

FOTO ESEJ KAO FORMA VIZUALNOG IZRAŽAVANJA **PHOTO ESSAY AS A FORM OF VISUAL STORYTELLING**

Maja Strgar Kurečić

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Foto esej predstavlja specifičnu formu vizualnog izražavanja u kojoj se ideja, tema ili osobno iskustvo autora prenosi kroz pažljivo odabranu i strukturiranu seriju fotografija. Za razliku od obične fotografske serije, foto esej oblikuje vizualnu naraciju koja jasno reflektira autorski stav i interpretaciju stvarnosti.

Predavanje donosi pregled pedagoškog i kreativnog potencijala foto eseja kroz projekt FOTO ESEJ, koji se provodi u okviru kolegija Primjena digitalne fotografije u reprodukcijским medijima na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Bit će predstavljena iskustva stečena kroz rad s više od tisuću studenata tijekom sedamnaest godina, s posebnim naglaskom na važnost foto eseja kao suvremenog oblika vizualnog pripovijedanja i kao učinkovitog alata u obrazovanju budućih fotografa i dizajnera.

Projekt potiče studente na autorski rad, eksperimentiranje s fotografskim tehnikama i interdisciplinarnim pristupima koji povezuju fotografiju, video, animaciju i grafički dizajn. Najuspješniji studentski radovi svake se godine predstavljaju javnosti na izložbi FOTO ESEJA, čime studenti stječu vrijedno iskustvo prezentacije i produkcije vizualnih projekata.

Ključne riječi: foto esej, vizualno pripovijedanje, autorska fotografija, fotografsko obrazovanje, vizualna komunikacija

Abstract

A photo essay represents a specific form of visual expression in which an idea, theme, or personal experience of the author is conveyed through a carefully selected and structured series of photographs. Unlike a simple photographic series, a photo essay creates a visual narrative that clearly reflects the author's perspective and interpretation of reality.

The lecture provides an overview of the pedagogical and creative potential of the photo essay through the PHOTO ESSAY project, carried out within the course Application of Digital Photography in Reproduction Media at the Faculty of Graphic Arts University of Zagreb. The presentation will highlight experiences gained through working with more than a thousand students over the past seventeen years, with particular emphasis on the importance of the photo essay as a contemporary form of visual storytelling and as an effective tool in the education of future photographers and designers.

The project encourages students to engage in authorial work, experiment with photographic techniques, and explore interdisciplinary approaches that connect photography with video, animation, and graphic design. The most successful student works are presented to the public each year at the PHOTO ESSAY exhibition, providing students with valuable experience in presenting and producing visual projects.

Keywords: photo essay, visual storytelling, creative photography, photography education, visual communication

Keynote - Invited lecture**NOVI REZULTATI U INFRAREDESIGN®-u****NEW RESULTS IN INFRAREDESIGN®****Tomislav Bogović**

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Infraredesign® predstavlja pristup razvoju dvostruke grafike u kojem se unutar jedinstvene vizualne kompozicije istodobno oblikuju elementi vidljivi u standardnom svjetlosnom spektru i strukture koje postaju prepoznatljive tek u blisko-infracrvenom području. Metoda se temelji na kontroliranom upravljanju kolornih komponenti u CMYK sustavu kako bi se postigla dvostruka informacijska razina: jedna namijenjena vidljivoj dijelu spektra, a druga namijenjena blisko-infracrvenom dijelu spektra.

U okviru pozvanog predavanja prikazat će se pregled razvoja pristupa Infraredesign® tehnologiji te noviji rezultati istraživanja usmjereni na mogućnosti njegove primjene u postupcima reprodukcije umjetničkih slika, multi-faktorske autentifikacije, ugradnje sigurnosnih kodova i verifikacije. Poseban naglasak stavljen je na oblikovanje skrivenih grafičkih struktura koje omogućuju pouzdanu verifikaciju uz pomoć snimanja u vidljivoj i blisko-infracrvenom dijelu spektra, kao i na prilagodbu takvih rješenja različitim materijalima i medijima. Predstavit će se i najnoviji uređaji namijenjeni tisku Infraredesign® rješenja, multispektralnoj i spektrogramskoj analizi te uređaji za ispitivanje bojila u vidljivoj dijelu spektra.

Predstavljeni rezultati ukazuju na potencijal Infraredesign® tehnologije kao metode za razvoj višeslojnih sustava vizualnih informacija koji objedinjuju dizajn, sigurnosne funkcije i tehnološku provjerljivost. Ovakav pristup otvara nove mogućnosti primjene u području autentifikacije, zaštite proizvoda i dokumenata te eksperimentalnih oblika grafičke komunikacije.

Ključne riječi: Infraredesign®, reprodukcija, autentifikacija, sigurnosni kodovi, verifikacija

Abstract

Infraredesign® represents an approach to the development of dual graphics in which elements visible in the standard light spectrum and structures that become recognizable only in the near-infrared region are simultaneously designed within a single visual composition. The method is based on the controlled management of color components in the CMYK system in order to achieve a dual information layer: one intended for the visible part of the spectrum and the other for the near-infrared part of the spectrum.

Within the invited lecture, an overview of the development of the Infraredesign® technology approach will be presented, along with recent research results focused on its potential applications in the reproduction of artworks, multi-factor authentication, embedding of security codes, and verification processes. Particular emphasis is placed on the design of hidden graphic structures that enable reliable verification using imaging in both the visible and near-infrared spectral regions, as well as on adapting such solutions to different materials and media. The latest devices intended for printing Infraredesign® solutions, multispectral and spectrogram analysis, and instruments for testing dyes in the visible part of the spectrum will also be presented.

The presented results indicate the potential of Infraredesign® technology as a method for developing multi-layered visual information systems that integrate design, security functions, and technological verifiability. This approach opens new possibilities for applications in authentication, product and document protection, and experimental forms of graphic communication.

Keywords: Infraredesign®, reproduction, authentication, security codes, verification

DUALNO SLIKARSTVO ZA VIZUALNO I INFRACRVENO PODRUČJE

DUAL PAINTING FOR THE VISUAL AND INFRARED SPECTRUM

Vilko Žiljak

Akademija tehničkih znanosti hrvatske

Sažetak

Instrumentalno promatranje bojila koja apsorbiraju infracrveno svjetlo. Naše oko radi toga selektira crtež ili sliku s takvim bojilima, nazivamo ih „Infracrvena bojila“. Instrumentalno podrazumijeva da kamera može blokirati vizualnu svjetlost uz zapisivanje infracrvene apsorpcije i refleksije infracrvene svjetlosti. Slikar time postiže dualnu sliku s dualnim svojstvima bojila; vizualno i infracrveno. Govorimo o dvije slike od kojih je jedna vizualna a druga infracrvena, a u reprodukciji se instrumentalno translatira „infracrveni zapis“ u sivi ton kojeg vidi naše golo oko.

Ključne riječi: dualno slikarstvo, vizualno područje, infracrveno područje, reprodukcija

Abstract

Instrumental observation of dyes that absorb infrared light. Because of this, the human eye selectively perceives drawings or images created with such dyes; we refer to them as “infrared dyes.” Instrumental observation implies that a camera can block visible light while recording the absorption and reflection of infrared light. In this way, the painter achieves a dual image with dual dye properties: visual and infrared. Thus, we speak of two images, one visual and the other infrared. In reproduction, the “infrared record” is instrumentally translated into a gray tone that can be perceived by the naked human eye.

Keywords: dual painting, visual region, infrared region, reproduction

OD IDEJE DO ODRŽIVOG SUSTAVA: BIZNIS DIZAJN I KOMUNIKACIJA KOMPLEKSNIH TRANSFORMACIJA

FROM IDEA TO A SUSTAINABLE SYSTEM: BUSINESS DESIGN AND THE COMMUNICATION OF COMPLEX TRANSFORMATIONS

Nikola Mrvac¹, Zoran Najdanović², Vladislav Brkić³

1 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

2 Sveučilište Sjever

3 Sveučilište u Zagrebu Rudarsko geološki naftni fakultet

Sažetak

Suvremene društvene i tehnološke promjene odvijaju se u uvjetima visoke složenosti u kojima tradicionalni pristupi rješavanju problema često ne uspijevaju obuhvatiti međusobne odnose između tehnologije, ekonomije, institucija i društvenog konteksta. Energetska tranzicija predstavlja jedan od najizraženijih primjera takve transformacije jer uključuje istodobne promjene u infrastrukturi, tržištima, regulativi i ponašanju korisnika.

Cilj rada je analizirati kako biznis dizajn i komunikacija ideja mogu djelovati kao integrativni okvir za razumijevanje i oblikovanje transformacija u složenim socio-tehničkim sustavima. Polazeći od koncepta biznis dizajna i sustavnog promišljanja kompleksnih problema, rad razmatra kako se kroz razumijevanje sustava, oblikovanje koncepata, validaciju pretpostavki i koherentno skaliranje mogu razvijati održive putanje promjena. Posebna pažnja posvećena je ulozi komunikacije ideja i prezentacijskih vještina kao metakompetencije koja omogućuje prenošenje kompleksnih koncepata različitim dionicima – od stručnjaka i donositelja odluka do šire javnosti.

Rad predlaže konceptualni model „od ideje do održivog sustava“ koji integrira sustavno razmišljanje, biznis dizajn i komunikaciju te doprinosi razumijevanju načina na koji se kompleksne društveno-tehnološke transformacije mogu oblikovati i implementirati u praksi.

Ključne riječi: Biznis dizajn, Energetska tranzicija, Socio-tehnički sustavi, Sustavno razmišljanje, Komunikacija ideja

Abstract

Contemporary social and technological changes take place under conditions of high complexity in which traditional approaches to problem-solving often fail to capture the interrelationships between technology, the economy, institutions, and the broader social context. The energy transition represents one of the most prominent examples of such a transformation, as it involves simultaneous changes in infrastructure, markets, regulation, and user behavior.

The aim of this paper is to analyze how business design and the communication of ideas can function as an integrative framework for understanding and shaping transformations in complex socio-technical systems. Drawing on the concept of business design and systems thinking in addressing complex problems, the paper examines how sustainable pathways of change can be developed through system understanding, concept development, validation of assumptions, and coherent scaling. Particular attention is given to the role of idea communication and presentation skills as a meta-competence that enables the transfer of complex concepts to different stakeholders—from experts and decision-makers to the broader public.

The paper proposes a conceptual model, “from idea to a sustainable system,” which integrates systems thinking, business design, and communication, thereby contributing to a better understanding of how complex socio-technological transformations can be designed and implemented in practice.

Keywords: Business Design, Energy Transition, Socio-technical Systems, Systems Thinking, Communication of Ideas

ZNANOST NA AUTOPILOTU: AUTONOMNI AI ISTRAŽIVAČKI TIMOVI

SCIENCE ON AUTOPILOT: AUTONOMOUS AI RESEARCH TEAMS

Marko Čačić¹, Ivana Žiljak Stanimirović^{1,2}, Mario Tomiša¹, Snježana Ivančić Valenko¹

¹ Sveučilište Sjever, Varaždin i Koprivnica, Hrvatska

² Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U ovom radu predstavljamo koncept autonomnog AI istraživačkog tima. Sustav se sastoji od više AI agenata koji surađuju u cilju automatizacije istraživačkog procesa. Agenti su dizajnirani za različite funkcije. Oni prikupljaju znanstvene radove, sažimaju nalaze i generiraju izvješća. Na temelju rezultata, specijalizirani agent vodi istraživački blog s najnovijim znanstvenim spoznajama i trendovima. Prikazani koncept ilustrira potencijal multi-agentnih AI sustava u podršci znanstvenom radu, automatizaciji sažimanja literature i otkrivanju novih spoznaja u različitim istraživačkim domenama.

Ključne riječi: AI agenti, automatizacija istraživanja, istraživački blog, znanstvene spoznaje

Abstract

This paper presents the concept of an autonomous AI research team. The system consists of multiple AI agents that collaborate to support the automation of the research process. The agents are designed for different functions. They collect scientific papers, summarize findings, and generate reports. Based on these results, a specialized agent manages a research blog with the latest scientific findings and trends. The presented concept illustrates the potential of multi-agent AI systems in supporting scientific work, automating literature summarization, and discovering new insights across various research domains.

Keywords: AI agents, research automation, research blog, scientific insights

METODE ZA PROCJENU INTERAKCIJE KORISNIČKOG SUČELJA U APLIKACIJAMA ZA FITNES I PERSONALIZIRANIM ZDRAVSTVENIM APLIKACIJAMA - POČETNI NALAZI

METHODS FOR EVALUATING USER INTERFACE INTERACTION IN FITNESS AND PERSONALISED HEALTH APPLICATIONS - INITIAL FINDINGS

Brigita Prole¹, Tomislav Bronzin¹, Mile Matijević²

¹ CITUS d.o.o., Zagreb, Croatia,

² University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia

Sažetak

Personalizirane zdravstvene aplikacije za fitness i fizikalnu rehabilitaciju moraju pružiti vrhunsko korisničko iskustvo koje treba osigurati jednostavnost korištenja, motivirati na dugoročno korištenje i time postići pozitivne zdravstvene ishode. Kvalitetan grafički dizajn, dobro definirani načini korištenja i jasne povratne informacije koje aplikacija pruža korisniku samo su neki od važnih elemenata korisničkog iskustva. Ovaj rad pregledava metode evaluacije prilagođene specifičnim potrebama korisničke interakcije, fitnessa i rehabilitacijskih aplikacija, oslanjajući se na utvrđena istraživanja i prakse upotrebljivosti u mobilnom zdravstvu (mHealth). Višemetodska procjena upotrebljivosti, koja kombinira standardizirane upitnike s izravnim testiranjem korisnika i stručnom recenzijom, omogućuje razumijevanje načina na koji korisnici komuniciraju s korisničkim sučeljima u različitim zadacima i mogućnostima. Uobičajeni kvantitativni instrumenti, poput ljestvice upotrebljivosti sustava (engl. SUS) i sličnih ljestvica, pružaju mjere percipirane jednostavnosti korištenja i zadovoljstva, dok kvalitativne tehnike, uključujući protokole razmišljanja naglas i analizu performansi temeljenu na zadacima, bilježe kognitivne procese korisnika i izazove interakcije. Metode poput heurističke evaluacije, kognitivnih pregleda i pluralističkih pregleda podržavaju rano prepoznavanje problema u dizajnu prototipa, potičući iterativno usavršavanje. U kontekstu rehabilitacije, više metoda integrira opservacijske metrike, zapise o učinku i povratne informacije sudionika. Ovaj rad nudi smjernice za odabir i kombiniranje metoda evaluacije koje uravnotežuju formalne zahtjeve s primjenjivošću u stvarnom svijetu, podržavajući dizajn usredotočen na korisnika, pristupačnih aplikacija za fitness i rehabilitaciju.

Ključne riječi: upotrebljivost; fitness aplikacije; personalizirano zdravlje; rehabilitacija; korisničko iskustvo

Abstract

Personalised health apps for fitness and physical rehabilitation must provide a great user experience to ensure ease of use, motivate long-term use, and thereby achieve positive health outcomes. Quality graphic design, well-defined use cases, and clear feedback the application provides to the user are just some of the important elements of the user experience. This paper reviews evaluation methods tailored to the specific needs of user interaction, fitness, and rehabilitation applications, drawing on established usability research and practices in mobile health (mHealth). A multi-method usability assessment, combining standardised questionnaires with direct user testing and expert review, enables understanding of how users interact with user interfaces (UIs) across different tasks and capabilities. Common quantitative instruments, such as the System Usability Scale (SUS) and similar scales, provide measures of perceived ease of use and satisfaction, while qualitative techniques, including think-aloud protocols and task-based performance analysis, record users' cognitive processes and interaction challenges. Methods such as heuristic evaluation, cognitive reviews, and pluralistic reviews support early identification of problems in prototype design, encouraging iterative refinement. In the rehabilitation context, multiple methods integrate observational metrics, performance logs, and participant feedback. This paper offers guidelines for selecting and combining evaluation methods that balance formal requirements with real-world applicability, supporting the design of user-centred, accessible fitness and rehabilitation applications.

Keywords: usability; fitness applications; personalised health; rehabilitation; user experience

USPOREDBA SPEKTROFOTOMETRIJSKE PENETRACIJE BOJE KOD FLEKSOGRAFSKIH OTISAKA S RAZLIČITIM RASPOREDOM OTISKIVANJA BOJA

COMPARISON OF SPECTROPHOTOMETRIC INK PENETRATION IN FLEXOGRAPHIC PRINTS WITH DIFFERENT INK PRINTING ARRANGEMENTS

Elena Harastil, Irena Bates

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Trenutno se sve više naglašavaju biomaterijali i vlakna uzgojena u laboratoriju, koji pružaju održivu alternativu konvencionalnim materijalima. Takvi materijali omogućuju smanjenje ovisnosti o fosilnim resursima i doprinose razvoju kružnog gospodarstva. Ovaj rad nastoji istražiti kako različite vrste papira, uključujući one s inovativnim vlaknima poput recikliranih i poljoprivrednih, utječu na spektrofotometrijsku penetraciju boje i vizualni kvalitetu fleksografskih otisaka kod višebojnog otiskivanja. Istraživanje je provedeno na četiri vrste papira, uz usporedbu preporučenog rasporeda otiskivanja boja prema ISO standardu i nepravilnog rasporeda otiskivanja boja. Dobiveni rezultati ukazuju na značajnu ulogu strukture papira i redoslijeda otiskivanja tinti u postizanju visoke vizualne kvalitete otiska, a zaključci istraživanja mogu poslužiti kao smjernice za optimizaciju fleksografskog tiska u praksi.

Ključne riječi: fleksografski tisak, spektrofotometrijska penetracija boje, raspored otiskivanja, papiri s bezdrvnim vlakancima

Abstract

Currently, there is growing emphasis on biomaterials and laboratory-grown fibers, which provide a sustainable alternative to conventional materials. These materials reduce dependence on fossil resources and promote the development of a circular economy. This paper investigates how different types of paper, including those with innovative fibers such as recycled and agricultural fibers, influence spectrophotometric ink penetration and the visual quality of flexographic prints in multi-color printing. The research was conducted on four types of paper, comparing the recommended ink printing arrangements according to the ISO standard with irregular ink printing arrangements. The obtained results highlight the significant impact of paper structure and ink printing order on achieving high visual print quality. The conclusions of this research can serve as guidelines for optimizing flexographic printing in practice.

Keywords: flexographic printing, spectrophotometric ink penetration, ink printing arrangements, non-wood papers

DENZITOMETRIJSKA USPOREDBA VISOKOPRODUKTIVNIH DIGITALNIH STROJEVA NAMIJENJENIH ZA TISAK ETIKETA

DENSITOMETRY COMPARISON OF HIGHLY PRODUCTIVE DIGITAL LABEL PRINTING MACHINES

Stanko Bauk¹, Mato Meštrović², Igor Majnarić¹

¹ Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet,

² Stega Print International d.o.o

Sažetak

Tehnologija digitalnog tiska danas je nezamjenjiva pri proizvodnji samoljepljivih etiketa. Od trenutno aktualnih NIP tehnika otiskivanja uglavnom se primjenjuje elektrofotografija i Inkjet. U europskim tiskarama tako najčešće možemo pronaći UV-inkjet strojeve (Durst Tau 330 RSC) i elektrofotografske strojeve s tekućim tonerom (HP Indigo 6K+). Volumen proizvodnje samoljepljivih etiketa u stalnom je porastu pri čemu se ističu materijali kao Polipropilen (bijele boje) i etikete s termo osjetljivim slojem namijenjen naknadnim otiskivanjem s termalnim pisačima (Termoeco). Zbog različitog sastava bojila i načina generiranja rastrirane konačne slike u ovom radu izvršit će se komparativna analiza reprodukcije CMYK punih tonova (100% TV-a), raster tonska vrijednost ostvarena u tonovima CMYK RGB (TV), ostvareni relativni tiskarski kontrasti (K%), nanašanje boje na boju (traping), pogreška tona (HE%) i sivoća primarnih tonova (GR). Mjerna metoda za određivanje razlika u klornoj reprodukciji biti će optička denzitometrija pri čemu će se kao referenca uzeti otisak u skladu s Fogra 39. Time će se odrediti odstupanja mjerenih varijabli te odrediti potrebna korekcija da bi se ostvario preduvjet za točan i ponovljiv kolorni otisak. Za denzitometrijsko mjerenje koristiti će se spektrofotometar i kolorimetar X-rite eXact. Rezultati pokazuju da otisci napravljeni na tiskarskom stroju Durst Tau 330 RSC više odgovaraju FOGRA 39 standardu, pri čemu su bolji rezultati ostvareni na tiskarskoj podlozi Termoeco ScandTherm TCS.

Ključne riječi: Tisak etiketa, UV Inkjet, elektrofotografija s tekućim tonerom, denzitometrija.

Abstract

Digital printing technology has become essential for producing self-adhesive labels. Among current NIP printing techniques, electrophotography and inkjet are most commonly used. In European printing houses, UV-inkjet machines (Durst Tau 330 RSC) and electrophotographic machines with liquid toner (HP Indigo 6K+) are prevalent. Production volumes of self-adhesive labels continue to rise, with materials such as white polypropylene and thermosensitive labels for thermal printers (Termoeco) being particularly prominent. This paper presents a comparative analysis of CMYK full tones (100% TV), raster tone values in CMYK and RGB (TV), relative printing contrast (K%), colour deposition (trapping), tone error (HE%), and grayscale of primary tones (GR), considering differences in dye composition and image generation methods. Optical densitometry will be used to measure differences in colour reproduction, with prints produced according to Fogra 39 as the reference. This approach will identify deviations and necessary corrections to ensure accurate and reproducible colour prints. Densitometric measurements will be performed using a spectrophotometer and an X-rite eXact colourimeter. Results indicate that prints from the Durst Tau 330 RSC align more closely with the FOGRA 39 standard, with the best outcomes achieved on the Termoeco ScandTherm TCS printing substrate.

Keywords: Label printing, UV Inkjet, electrophotography with liquid toner, optical densitometry

POSTOJANOST TISKANOG AMBALAŽNOG OMOTA BOMBONA NA DJELOVANJE KEMIJSKIH AGENASA I SUNČEVE SVJETLOSTI

DURABILITY OF PRINTED CANDY PACKAGING TO CHEMICAL AGENTS AND SUNLIGHT

Elena Hegol, Irena Bates

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

U suvremenom načinu života ambalaža ima nezamjenjivu ulogu, osobito u prehrambenoj industriji. Ambalaža predstavlja sredstvo u koje se smješta gotov proizvod radi njegova očuvanja tijekom transportna, skladištenja, rukovanja, prodaje i uporabe. Njezina primarna funkcija je zaštita namirnica od štetnih vanjskih čimbenika poput kisika, mikroorganizama, vlage i drugih kontaminanata, čime osigurava sigurnu konzumaciju hrane. Ambalaža osim osnovne zaštitne robe sprječava nastanak oštećenja, onečišćenja i djelovanja vanjskih utjecaja. Kvaliteta i svojstva prehrambenih proizvoda uvelike ovise o pravilnom odabiru ambalažnog materijala. U ovom završnom radu istražena je postojanost boja na ambalaži omota bombona s naglaskom na sigurnost tiskarskih boja u dodiru s hranom i njihovu stabilnost pod utjecajem različitih kemijskih i fizikalnih čimbenika. Analiziran je utjecaj mlijeka, sirutke, limunske kiseline, narančinog soka, kikiriki maslaca i sunčeve svjetlosti na različite tri boje omota. Rezultati su pokazali da su crveni uzorci najosjetljiviji, pri čemu je ΔE_{00} u pojedinim slučajevima prelazila vrijednost 3. Istraživanje potvrđuje važnost pravilnog odabira boja i testiranja njihove postojanosti u ambalaži za prehrambene proizvode.

Glavne riječi: ambalaža, ofsetni tisak, tiskarske boje, kolorimetrijska razlika, spektrofotometrija

Abstract

In modern lifestyles, packaging plays an essential role, especially in the food industry. Packaging is used to contain finished products and preserve them during transport, storage, handling, sale, and use. Its primary function is to protect food from harmful external factors such as oxygen, microorganisms, moisture, and other contaminants, thus ensuring safe food consumption. In addition to basic protection, packaging prevents damage, contamination, and the effects of external influences. The quality and properties of food products largely depend on the correct selection of packaging materials. This study investigated the stability of inks on candy wrapper packaging, with an emphasis on the safety of printing inks in contact with food and their stability under various chemical and physical factors. The effects of milk, whey, citric acid, orange juice, peanut butter, and sunlight on three different wrapper sample were analyzed. The results showed that the red samples were the most sensitive, with ΔE_{00} exceeding 3 in some cases. The research confirms the importance of proper ink selection and testing ink durability in food packaging.

Keywords: packaging, offset printing, printing inks, colorimetric difference, spectrophotometry

ZAŠTITA DIZAJNA PRED UREDOM EUROPSKE UNIJE ZA INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO

DESIGN PROTECTION BEFORE THE EUROPEAN UNION INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

Jelena Čuveljak¹, Ljiljana Matuško Antonić², Tin Antonić³

1 Visoki trgovački sud Republike Hrvatske,

2 Općinski građanski sud u Zagreb,

3 Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Zaštita dizajna pred Uredom Europske unije za intelektualno vlasništvo dr.sc. Jelena Čuveljak, sutkinja Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske, dr.sc. Ljiljana Matuško Antonić, sutkinja Općinskog građanskog suda u Zagrebu, Tin Antonić, struč.spec.ing.techn.inf., asistent Analizira se sustav zaštite industrijskog dizajna pred Uredom Europske unije za intelektualno vlasništvo (EUIPO), s naglaskom na pravni okvir, postupak registracije i učinci zaštite dizajna Europske unije. Dizajnom se naziva vanjski izgled (pojavnost) nekog proizvoda ili predmeta. Dizajn je ono što proizvod čini privlačnim, dopadljivim ili poželjnim, te na taj način bitno pridonosi prodaji proizvoda i povećanju njegove komercijalne vrijednosti. Industrijskim dizajnom kao jednim od oblika intelektualnog vlasništva štite se prostorna ili plošna obilježja proizvoda (industrijski ili zanatski proizvedenog predmeta), vidljiva pri njegovoj normalnoj (namjenskoj) uporabi. Prostorna obilježja su oblik i obris proizvoda, a plošna obilježja su šare, crte, boje, tekstura te kombinacije navedenih obilježja. Posebna se pozornost posvećuje uvjetima zaštite, osobito kriterijima novosti i individualnog karaktera, kao i razlikama između registriranog i neregistriranog dizajna Zajednice. Uz to se ističu prava koje nositelj dizajna ima iz registracije, trajanje te zaštite te razlika koja proizlazi iz sustava zaštite na europskoj razini u odnosu na nacionalne sustave.

Ključne riječi: učinci zaštite dizajna, postupak registracije

Abstract

Design Protection Before the European Union Intellectual Property Office Jelena Čuveljak, PhD, Judge of the High Commercial Court of the Republic of Croatia, Ljiljana Matuško Antonić, PhD, Judge of the Municipal Civil Court in Zagreb, Tin Antonić, prof.spec.ing.techn.inf. The system of industrial design protection before the European Union Intellectual Property Office (EUIPO) is analyzed, with an emphasis on the legal framework, registration procedure and effects of European Union design protection. Design is the external appearance (appearance) of a product or object. Design is what makes a product attractive, appealing or desirable, and in this way significantly contributes to the sale of the product and the increase of its commercial value. Industrial design, as one of the forms of intellectual property, protects the spatial or planar characteristics of a product (an industrially or artisanally produced object), visible during its normal (intended) use. Spatial characteristics are the shape and outline of the product, and planar characteristics are patterns, lines, colors, textures and combinations of the aforementioned characteristics. Particular attention is paid to the conditions of protection, in particular the criteria of novelty and individual character, as well as the differences between registered and unregistered Community designs. In addition, the rights that the holder of the design derives from registration, the duration of such protection and the difference arising from the protection system at European level compared to national systems are highlighted.

Keywords: effects of design protection, registration procedure

ULOGA SAMOSTALNIH KOMPONENTI U MODERNOJ ARHITEKTURI MREŽNIH APLIKACIJA I USPOREDBA S NGMODULE

THE ROLE OF STANDALONE COMPONENTS IN MODERN WEB APPLICATION ARCHITECTURE AND A COMPARISON WITH NGMODULE

Maja Vignjević, Alen Šimec

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Ovaj rad istražuje evoluciju Angular radnog okvira s posebnim naglaskom na uvođenje samostalnih komponenti (Standalone Components). Kroz povijesni pregled razvoja arhitekture, od prvotnih verzija do suvremenih rješenja, analizira se prijelaz s tradicionalnog NgModule sustava na moderniji, modularniji pristup. Cilj rada je prikazati prednosti smanjenja složenosti koda i poboljšanja performansi koje donosi nova arhitektura.

Ključne riječi: Angular, samostalne komponente, NgModule, mrežna arhitektura, TypeScript, frontend razvoj

Abstract

This paper explores the evolution of the Angular framework with a particular focus on the introduction of Standalone Components. Through a historical overview of architectural development—from the earliest versions to modern solutions—it examines the transition from the traditional NgModule system to a more contemporary, modular approach. The aim of the paper is to highlight the advantages brought by the new architecture, including reduced code complexity and improved performance.

Keywords: Angular, standalone components, NgModule, web architecture, TypeScript, frontend development

UTJECAJ BIJELOG PODLOŽNOG SLOJA NA KOLORIMETRIJSKA SVOJSTVA PROCESNIH BOJA OTISNUTIH NA METALIZIRANOM KARTONU

INFLUENCE OF WHITE INK BASE COAT ON COLORIMETRIC PROPERTIES OF PROCESS COLORS PRINTED ON METALLIZED CARDBOARD

Irma Horvat, Spomenko Kešina, Dean Valdec, Petar Miljković

Sveučilište Sjever

Sažetak

Istraživanje analizira utjecaj podložne bijele boje na kolorimetrijsku točnost i denzitometrijske parametre na metaliziranom kartonu. Uzorci su otisnuti na Koenig & Bauer Rapida 106 ofsetnom stroju iz arka primjenom UV sušećih bojila. Cilj rada bio je ispitati utjecaj broja slojeva bijele UV boje na reprodukciju procesnih boja te procijeniti usklađenost otisaka s referentnim standardom Fogra 51. Kolorimetrijska mjerenja provedena su u CIE Lab* i CIE LCh° sustavima, a razlike u boji izražene su pomoću ΔE_{00} vrijednosti. Denzitometrijska analiza obuhvatila je mjerenja rastertonske vrijednosti, prirasta rastertonske vrijednosti, pogreške tona i sivoće. Rezultati pokazuju da primjena dvostrukog sloja bijele boje poboljšava kromatsku stabilnost procesnih boja, što je vidljivo iz smanjenja vrijednosti razlike u boji ΔE_{00} za žutu s 7,13 (jedan sloj bijele) na 4,89 (dva sloja bijele). Time se postiže smanjenje refleksivnosti metalizirane podloge te stabilnija tonska reprodukcija s manjim odstupanjima tona boje. Otisci s dvostrukim slojem bojila pokazuju veću usklađenost s referentnim standardom Fogra 51. Iako su poboljšanja mjerljiva, razlike između primjene jednog i dvostrukog sloja relativno su male, što potvrđuju ΔE_{00} vrijednosti u rasponu od 0,7 do 2,1. Odstupanja su i dalje prisutna zbog specifičnih svojstva metaliziranog kartona.

Ključne riječi: Fogra 51, kolorimetrijska analiza, metalizirani karton, podložna bijela boja, UV bojila

Abstract

This study examines the influence of white ink base coats on colorimetric accuracy and densitometric parameters on metallized cardboard. The samples were printed on a Koenig & Bauer Rapida 106 sheetfed offset press using UV curable inks. The objective of this paper was to investigate the effect of the number of white UV ink layers on process color reproduction and to assess the conformity of the prints with the reference Fogra 51 standard. Colorimetric measurements were performed in the CIE Lab* and CIE LCh° color spaces, and color differences were quantified using ΔE_{00} values. Densitometric analysis includes measurements of tone value, tone value increase, hue error, and grayness. The results demonstrate that the application of a double white ink layer improves the chromatic stability of process colors, indicated by a reduction in the ΔE_{00} color difference value for yellow from 7.13 (one white layer) to 4.89 (two white layers). This leads to a reduction in the reflectivity of the metallized substrate and to more stable tonal reproduction with reduced hue deviations. Prints with a double ink layer show greater conformity with the reference Fogra 51 standard. Although the improvements are measurable, the differences between applying one and two layers are relatively small, with ΔE_{00} values ranging from 0.7 to 2.1. Deviations remain present due to the specific properties of the metallized cardboard.

Key words: Fogra 51, colorimetric analysis, metallized cardboard, white ink base coat, UV inks

UPOTREBA GEŠTALTA U DIZAJNU ZNAKOVA INSPIRIRANIM ŽIVOTINJSKIM SVIJETOM

GESTALT PRINCIPLES IN ANIMAL-INSPIRED SIGN DESIGN: FROM THEORY TO APPLICATION

Morana Jugović¹, Josip Martić²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu

² Tehničko veleučilište u Zagrebu, student

Sažetak

U radu se prikazuje primjena geštalt-teorije u procesu oblikovanja grafičkog znaka. Primjena je prikazana kroz radove studenata četvrtog semestra prijediplomskog studija informatike, smjera informatičkog dizajna na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, u sklopu kolegija Grafičkog dizajna, u akademskoj godini 2024./2025. pod mentorstvom Jane Žiljak Gršić i Morane Jugović. Studenti su u sklopu zadatka morali dizajnirati znak inspiriran odabranom životinjom. Rad, rezultat suradnje mentorice Morane Jugović i studenta Josipa Martića, ima za cilj istražiti primjenu geštalt psihologije u kontekstu grafičkog dizajna i dizajna znakova. Detaljnije se analiziraju pojmovi znaka, geštalt psihologije, njihova povijest te uloga u suvremenom svijetu. Poblizje se definira podjela načela definirana geštalt-teorijom i percepcija. Prikazani su primjeri za jednostavno razumijevanje svakog pojedinačnog načela kao i njihov utjecaj na percepciju promatrača. Detaljnije je opisana realna primjena načela pri oblikovanju znakova. Također je naglašena važnost primjene načela, te su opisani glavni nedostaci koji se mogu javiti pri primjeni. Naposljetku, znakovi su u dizajnerskoj praksi prikazani kroz dizajn dvanaestomjesečnog kalendara.

Ključne riječi: geštalt, znak, grafički dizajn, percepcija, načelo

Abstract

The paper presents the application of Gestalt theory in the process of sign design. The application is presented through the works of fourth semester students of the undergraduate Informatics study programme, specialising in IT Design, at the Zagreb University of Applied Sciences, within the Graphic Design course, during the 2024/2025 academic year, under the mentorship of Jana Žiljak Gršić and Morana Jugović. As part of the assignment, students were required to design a sign inspired by the selected animal. This work, resulting from a collaboration between mentor Morana Jugović and student Josip Martić, aims to explore the application of Gestalt psychology in the context of graphic design and sign design. The paper provides a detailed analysis of the concepts of the sign and Gestalt psychology, their historical development, and their role in the contemporary world. The classification of principles defined by Gestalt theory and perception is further elaborated. Examples are presented to facilitate a clear understanding of each individual principle, as well as their influence on the observer's perception. The practical application of these principles in sign design is described in detail. Furthermore, the importance of applying these principles is emphasised, and the main shortcomings that may arise during their applications are discussed. Ultimately, the signs are presented in design practice through the design of a twelve-month calendar.

Keywords: Gestalt, sign, graphic design, perception, principle

SINESTEZIJA U DIZAJNU I MULTIMEDIJI

SYNESTHESIA IN DESIGN AND MULTIMEDIA

Elizabeta Jurić¹, Krunoslav Hajdek¹, Martina Hajdek²

1 Sveučilište Sjever,

2 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Sinestezija predstavlja neurološki i perceptivni fenomen u kojem podražaj jednog osjetilnog modaliteta automatski i dosljedno izaziva doživljaj u drugom osjetilnom području. Iako je relativno rijetka kao individualna neurološka pojava, koncept sinestezije ima snažan utjecaj na područja dizajna, multimedije, umjetnosti i suvremenih tehnologija. Povezivanje slike, zvuka, pokreta i teksta temelj je suvremene multimedijske komunikacije, a sinestetički principi omogućuju stvaranje snažnijeg emocionalnog i perceptivnog doživljaja korisnika. U ovom radu obrađuje se pojam sinestezije, njezina povijest i znanstvena istraživanja, kao i primjena sinestetičkih načela u dizajnu, umjetnosti i digitalnim medijima. Poseban naglasak stavljen je na tehnološka dostignuća i interaktivne projekte koji koriste sinesteziju kao alat za proširenje ljudske percepcije.

Ključne riječi: dizajn, interaktivni mediji, multimedija, percepcija, sinestezija

Abstract

Synesthesia is a neurological and perceptual phenomenon in which stimulation of one sensory modality automatically and consistently triggers experiences in another sensory domain. Although relatively rare as an individual neurological condition, the concept of synesthesia has a significant impact on design, multimedia, art, and modern technologies. The integration of image, sound, movement, and text forms the foundation of contemporary multimedia communication, while synesthetic principles enable the creation of stronger emotional and perceptual user experiences. This paper discusses the concept of synesthesia, its history and scientific research, as well as its application in design, art, and digital media. Special emphasis is placed on technological advancements and interactive projects that utilize synesthesia as a tool for expanding human perception.

Keywords: design, interactive media, multimedia, perception, synesthesia

SUBLIMINALNE PORUKE U DIZAJNU

SUBLIMINALN MESSAGES IN DESIGN

Maja Car¹, Krunoslav Hajdek¹, Martina Hajdek², Mile Matijević²

1 Sveučilište Sjever,

2 Grafički fakultet Sveučilište u Zagrebu

Sažetak

Subliminalne poruke sveprisutni su i moćni alat medijskog, reklamnog ili političkog djelovanja. Njihova prisutnost u zvuku, videu, slici i/ili fotografiji utječe na našu podsvijest, a u konačnici i na naše misli, osjećaje, ideje i odluke. Unazad desetke godina kroz istraživanja i analiziranja kojima se bave znanosti poput psihofizike i neuroekonomije došlo se do rezultata koji govore da se na vrlo vješte načine može kontrolirati um i tako rabiti u širokom spektru područja ciljano na skupinu ili pojedinca. S toga je u ovom radu naglasak stavljen na praksu koja se odnosi na vizualnu komunikaciju i percepciju istih. Pojašnjeni su elementarni pojmovi i definicije, povijest, razvoj te uporaba i prisutnost kroz konkretne primjere i industrije.

Ključne riječi: neuromarketing, psihofizika, subliminalne poruke, subliminalna percepcija

Abstract

Subliminal messages are ubiquitous and a powerful tool of media, advertising or political action. Their presence in sound, video, image and / or photography affects our subconscious, and ultimately our thoughts, feelings, ideas and decisions. Decades ago, through research and analysis by sciences such as psychophysics and neuroeconomics, results have been found that the mind can be controlled in very skilful ways and thus used in a wide range of areas targeted at a group or individual. Therefore, in this paper, the emphasis is placed on the practice related to visual communication and perception of the same. Elementary terms and definitions, history, development, and use and presence are explained through concrete examples and industries.

Keywords: neuromarketing, psychophysics, subliminal messages, subliminal perception

KVALITETA I AUTENTIČNOST AI-a U DIGITALNOJ FOTOGRAFIJI

QUALITY AND AUTHENTICITY OF AI IN DIGITAL PHOTOGRAPHY

Paula Srdanović, Miroslav Mikota, Tibor Skala, Marko Maričević

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Rad se bavi analizom utjecaja algoritama umjetne inteligencije (AI) na percepciju kvalitete i autentičnosti u suvremenoj digitalnoj fotografiji. S razvojem računalne fotografije (Computational Photography), granica između optičkog zapisa stvarnosti i algoritamske interpretacije postaje sve nejasnija. Rad istražuje kako tehnike poput inpaintinga (popunjavanja), upscalinga (povećanja rezolucije) i denoisinga (uklanjanja šuma) utječu na vizualni doživljaj promatrača. Kroz teorijski okvir i analizu primjera, ispituje se sposobnost korisnika da razlikuju stvarne detalje od generiranih, kao i njihove estetske preferencije. Cilj rada je utvrditi dovodi li tehničko savršenstvo AI-generirane slike do pada povjerenja u dokumentarnu vrijednost fotografije ili stvara novi standard vizualne kvalitete u digitalnim medijima.

Ključne riječi: računalna fotografija, umjetna inteligencija, percepcija slike, autentičnost, generativni algoritmi

Abstract

The paper analyzes the impact of artificial intelligence (AI) algorithms on the perception of quality and authenticity in contemporary digital photography. With the development of Computational Photography, the line between the optical recording of reality and algorithmic interpretation is becoming increasingly blurred. The paper explores how techniques such as inpainting, upscaling, and denoising affect the viewer's visual experience. Through a theoretical framework and analysis of examples, the paper examines users' ability to distinguish real details from generated ones, as well as their aesthetic preferences. The aim is to determine whether the technical perfection of an AI-generated image leads to a decline in trust in the documentary value of photography or creates a new standard of visual quality in digital media.

Keywords: computational photography, artificial intelligence, image perception, authenticity, generative algorithms

DIZAJN ZA BUDUĆNOST OBRAZOVANJA: KONCEPTUALNI RAZVOJ INKLUZIVNOG AI RJEŠENJA U OKVIRU MEĐUNARODNOG NATJECANJA

DESIGN FOR THE FUTURE OF EDUCATION: CONCEPT DEVELOPMENT OF AN INCLUSIVE AI SOLUTION IN THE CONTEXT OF AN INTERNATIONAL COMPETITION

Rea Franković¹, Vesna Uglješić²

1 Sveučilišta u Zagrebu Grafički fakultet,

2 Tehničko Veleučilište u Zagrebu

Sažetak

U kontekstu sve snažnijeg razvoja digitalnih obrazovnih alata i primjene umjetne inteligencije, dizajnerska natjecanja postaju prostor za eksperimentiranje s inovativnim pristupima učenju. Rad prikazuje proces razrade idejnog rješenja mobilne aplikacije razvijenog za 7th Global Competition on Design for Future Education, međunarodno dizajnersko natjecanje u organizaciji Beijing Normal University i UNESCO Institute for Information Technologies in Education. Natjecanje je usmjereno na razvoj digitalnih rješenja za budućnost obrazovanja s naglaskom na integraciju umjetne inteligencije. Predloženi koncept temelji se na gamificiranom pristupu učenju putem kartica, uz primjenu umjetne inteligencije za automatizirano kreiranje obrazovnog sadržaja iz postojećih materijala. Koncept se promatra kao početna faza razvoja rješenja koje zahtijeva daljnja istraživanja, testiranja i evaluaciju učinkovitosti u stvarnom obrazovnom kontekstu.

Ključne riječi: UX/UI dizajn, inkluzivan dizajn, digitalni alati za učenje, umjetna inteligencija

Abstract

In the context of the increasing development of digital educational tools and application of artificial intelligence, design competitions are becoming a space for experimenting with innovative approaches to learning. This paper shows the process of making a conceptual solution of a mobile application developed for the 7th Global Competition on Design for Future Education, an international design competition organized by Beijing Normal University and the UNESCO Institute for Information Technologies in Education. The competition is focused on the development of digital solutions for the future of education with an emphasis on the integration of artificial intelligence. The proposed concept is based on a gamified approach to learning through flash cards, with the application of artificial intelligence for the automated creation of educational content from existing materials. The concept is seen as the initial stage of developing a solution that requires further research, testing and evaluation of effectiveness in a real educational context.

Keywords: UX/UI design, inclusive design, digital learning tools, artificial intelligence

SVOJSTVA BIJELIH PIGMENATA U AMBALAŽNOM TISKU: KOMPARATIVNA ANALIZA I PREDNOSTI TITANIJEVOG DIOKSIDA (TiO₂)

PROPERTIES OF WHITE PIGMENTS IN PACKAGING PRINTING: COMPARATIVE ANALYSIS AND ADVANTAGES OF TITANIUM DIOXIDE (TiO₂)

Ivana Bolanča Mirković

Sveučilišta u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Bijeli pigmenti imaju važnu ulogu u razvoju i proizvodnji ambalažnih proizvoda, osobito u kontekstu tehnoloških promjena i rastućih zahtjeva za održivim rješenjima u ambalažnoj industriji. Među najčešće korištenim bijelim pigmentima ističe se titanijev dioksid (TiO₂), koji se primjenjuje u različitim postupcima tiska i obrade ambalažnih materijala. Njegova uporaba povezana je s razvojem inovativnih pristupa u proizvodnji ambalaže, osobito u digitalnim tiskarskim tehnologijama koje omogućuju veću fleksibilnost i prilagodljivost ambalažnih sustava. U ovom radu razmatra se primjena TiO₂ u ambalažnom tisku s ciljem sagledavanja njegove uloge u optimizaciji ambalažnih struktura i racionalizaciji upotrebe materijala. Također se razmatra kako uporaba bijelih pigmenata, s naglaskom na TiO₂, može doprinijeti razvoju ambalažnih rješenja koja su prilagođena suvremenim zahtjevima proizvodnje, distribucije i zbrinjavanja ambalaže. Uloga titanijevog dioksida kao funkcionalne komponente bojila te njegov potencijalni doprinos razvoju inovativnih i održivijih ambalažnih rješenja komentira se bez donošenja jednoznačnih zaključaka o prednostima pojedinih tehnologija ili materijala.

Ključne riječi: bijeli pigmenti, titanijev dioksid, digitalni tisak, ambalaža

Abstract

White pigments play an important role in the development and production of packaging products, especially in the context of technological changes and growing demands for sustainable solutions in the packaging industry. Among the most commonly used white pigments, titanium dioxide (TiO₂) stands out, which is applied in various printing and processing processes of packaging materials. Its use is associated with the development of innovative approaches in packaging production, especially in digital printing technologies that enable greater flexibility and adaptability of packaging systems. This paper discusses the application of TiO₂ in packaging printing with the aim of examining its role in optimizing packaging structures and rationalizing the use of materials. It also discusses how the use of white pigments, with an emphasis on TiO₂, can contribute to the development of packaging solutions that are adapted to modern requirements for the production, distribution and disposal of packaging. The role of titanium dioxide as a functional component of a colorant and its potential contribution to the development of innovative and more sustainable packaging solutions is commented on without drawing unambiguous conclusions about the advantages of individual technologies or materials.

Keywords: white pigments, titanium dioxide, digital printing, packaging

ULOGA WEB DIZAJNA KAO INŽENJERSKE KOMPETENCIJE KROZ KOLEGIJ SKRIPTNI JEZICI I WEB DIZAJN U INŽENJERSTVU

THE ROLE OF WEB DESIGN AS AN ENGINEERING COMPETENCE THROUGH THE COURSE SCRIPTING LANGUAGES AND WEB DESIGN IN ENGINEERING

Magdalena Bednjanec, Andrea Bednjanec, Vladimir Bilogrević

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Razvoj obrazovanja posljednjih godina istaknuo je važnost primjene dizajna i multimedije u nastavi, osobito u kontekstu obrazovanja budućih inženjera. Ovaj rad prikazuje novi kolegij Skriptni jezici i web dizajn u inženjerstvu koji se od akademske godine 2024./25 izvodi na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Kolegij je osmišljen kao odgovor na rastuću potrebu za razvojem web i skriptnih kompetencija te razumijevanjem vizualnog i funkcionalnog dizajna u inženjerskom kontekstu. Rad je temeljen na kvalitativnoj studiji slučaja i uključuje višeperspektivni pristup kroz iskustva studenta koji je pohađao kolegij, predavačice te izvoditeljice laboratorijskih i konstrukcijskih vježbi. Analiziraju se didaktički pristupi, uporaba multimedijских i e-obrazovnih alata, projektno učenje te uloga dizajna u razumijevanju i primjeni nastavnih sadržaja. Rezultati ukazuju na pozitivan utjecaj integracije dizajna i multimedije na motivaciju studenata, razumijevanje gradiva i razvoj praktičnih inženjerskih vještina. Rad naglašava važnost ovakvih interdisciplinarnih kolegija u kontekstu suvremenog e-obrazovanja i digitalne pismenosti budućih inženjera.

Ključne riječi: dizajn i multimedija; obrazovanje inženjera; web dizajn; skriptni jezici; inženjerske kompetencije

Abstract

The development of teaching in recent years has highlighted the importance of applying design and multimedia in teaching, particularly in the context of educating future engineers. This paper presents a new course, Scripting Languages and Web Design in Engineering, which has been offered since the 2024/25 academic year at the Department of Electrical Engineering, Zagreb University of Applied Sciences. The course was designed in response to the growing need for developing web and scripting competencies, as well as understanding visual and functional design within an engineering context. The paper is based on a qualitative case study and adopts a multi-perspective approach by incorporating the experiences of a student who attended the course, the lecturer, and the instructor responsible for laboratory and design exercises. The analysis focuses on didactic approaches, the use of multimedia and e-learning tools, project-based learning, and the role of design in understanding and applying course content. The results indicate a positive impact of integrating design and multimedia on student motivation, comprehension of the material, and the development of practical engineering skills. The paper emphasizes the importance of such interdisciplinary courses in the context of contemporary e-learning and the digital literacy of future engineers.

Keywords: e-learning; web design; engineering education; multimedia in teaching; engineering competencies

IMA LI ŽIVOTA BEZ AI?

IS THERE A LIFE WITHOUT AI?

Vjeran Bušelić

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Naravno da više ne! Pa, što nam je činiti ukoliko želimo zadržati makar prividnu autonomiju i slobodu? U ovoj raspravi razmotrit ćemo moguće strategije koje se sve svode na jedno – osobni razvoj. A fantastična vijest je da nam baš ta umjetna inteligencija, ukoliko ju naučimo koristiti za sebe i svoje ciljeve pomaže u tome više nego ijedna prethodna.

Ključne riječi: generativna umjetna inteligencija, osobni razvoj, učenje

Abstract

Not anymore! So, what should we do if we want to keep at least illusion of autonomy and freedom? In this discussion, we will consider possible strategies that all boil down to one thing - personal development. And the fantastic news is that this very artificial intelligence, if we learn to use it for ourselves and our goals, helps us more than any previous one.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Personal Development, Learning

PRIMJENA AI ALATA U PROCESU IZRADE POKRETNE GRAFIKE

APPLICATION OF AI TOOLS IN THE MOTION GRAPHICS PRODUCTION PROCESS

Mila Mihaljević, Jesenka Pibernik, Matea Jurašinović

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Rad istražuje primjenu alata umjetne inteligencije u procesu izrade pokretne grafike kroz komparativnu analizu dviju metodoloških pristupa. Cilj istraživanja bio je utvrditi može li AI ubrzati produkcijski proces, zadržati usporedivu vizualnu kvalitetu te u kojoj mjeri ograničava kreativnu slobodu dizajnera. U praktičnom dijelu izrađene su dvije identične animacije na temu „Putovanje kroz svemir”: jedna s elementima generiranim u Adobe Fireflyju i druga s ručno izrađenim elementima u Adobe Illustratoru. Obje animacije finalizirane su u Adobe After Effectsu. Provedena je online anketa na uzorku od 63 ispitanika, pretežno studenata dizajna, koji su uspoređivali estetsku kvalitetu, prepoznatljivost metode izrade te osobne preferencije. Rezultati su potvrdili prvu pretpostavku – AI značajno ubrzava izradu vizualnih elemenata. Druga pretpostavka djelomično je potvrđena, budući da su razlike u kvaliteti vidljive ponajprije u preciznosti i konzistentnosti detalja. Treća pretpostavka u potpunosti je potvrđena: AI smanjuje tehničke zahtjeve, ali ograničava personalizaciju. Istraživanje zaključuje da optimalni rezultati nastaju hibridnim modelom koji kombinira brzinu i tehničku moć umjetne inteligencije s kreativnošću i autorskim izrazom dizajnera.

Ključne riječi: pokretna grafika, umjetna inteligencija, Adobe Firefly, animacija, komparativna analiza

Abstract

This paper explores the application of artificial intelligence tools in the creation process of motion graphics through a comparative analysis of two methodological approaches. The research aimed to determine whether AI can speed up the production process, maintain comparable visual quality, and to what extent it restricts the designer's creative freedom. In the practical part, two identical animations on the theme “Journey Through Space” were created: one with elements generated in Adobe Firefly and the other with hand-drawn elements in Adobe Illustrator. Both animations were finalized in Adobe After Effects. An online survey was conducted with a sample of 63 respondents, predominantly design students, who compared aesthetic quality, method discernibility, and personal preferences. The results confirmed the first hypothesis—AI significantly accelerates the creation of visual elements. The second hypothesis was partially confirmed, as the quality differences are primarily noticeable in the precision and consistency of details. The third hypothesis was fully confirmed: AI reduces technical requirements but limits personalization. The study concludes that optimal results are achieved with a hybrid model that combines the speed and technical power of artificial intelligence with the creativity and artistic expression of designers.

Keywords: motion graphics, artificial intelligence, Adobe Firefly, animation, comparative analysis

DINAMIČKA VARIJABILNOST POVRŠINSKE NAPETOSTI KOD FLEKSIBILNIH AMBALAŽNIH MATERIJALA

DYNAMIC SURFACE TENSION VARIABILITY IN FLEXIBLE PACKAGING MATERIALS

Igor Zjakić¹, Ivana Ljevak², Diana Bratić¹, Ivan Budimir¹

¹ Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet,

² Sveučilište Algebra Bernays

Sažetak

Fleksibilna ambalaža danas predstavlja jedan od najvažnijih segmenata suvremene ambalažne industrije. Suvremene tehnologije tiska omogućuju kvalitetnu primjenu na različitim polimernim materijalima, pri čemu se među najčešće korištenima ističu PVC (polivinil klorid) i PET (polietilen tereftalat), kao i razne vrste samoljepljivih papira i folija. Posebnu pažnju privlače termo skupljajuće etikete koje se, zahvaljujući svojoj prilagodljivosti, funkcionalnosti i vizualnoj atraktivnosti, uspješno prilagođavaju zahtjevima suvremenog tržišta. Njihova primjena omogućuje potpunu pokrivenost ambalaže, čime se postiže snažan vizualni identitet proizvoda, ali i dodatna funkcionalnost. Laminirani materijali koji se koriste u proizvodnji fleksibilne ambalaže imaju dvostruku ulogu – osiguravaju zaštitu proizvoda od vanjskih utjecaja te istodobno služe kao nositelji grafičkog dizajna i informacija. Jedan od važnih parametara u procesu proizvodnje je koeficijent kliznosti. Ta vrijednost određuje način na koji će se ambalažni materijal ponašati tijekom prolaska kroz stroj za pakiranje, odnosno koliko će se učinkovito i stabilno kretati bez zastoja. Ovo istraživanje usmjereno je na postizanje optimalne kvalitete proizvodnog procesa fleksibilne ambalaže, s ciljem osiguravanja nesmetane primjene poluproizvoda u fazi pakiranja. Pravovremenom kontrolom i prilagodbom ključnih parametara nastoje se spriječiti poteškoće, smanjiti rizik od zastoja te povećati ukupna učinkovitost pakirnih sustava.

Ključne riječi: Polimerni materijali, Fleksibilna ambalaža, Površinska napetost

Abstract

Flexible packaging today represents one of the most important segments of the modern packaging industry. Contemporary printing technologies enable high-quality application on various polymer materials, among which PVC (polyvinyl chloride) and PET (polyethylene terephthalate) are most commonly used, as well as different types of self-adhesive papers and films. Particular attention is drawn to heat shrinkable labels which, thanks to their adaptability, functionality, and visual appeal, successfully meet the demands of the modern market. Their application allows full coverage of the packaging, thereby creating a strong visual identity for the product while also providing additional functionality. Laminated materials used in the production of flexible packaging have a dual role – they ensure product protection against external influences while simultaneously serving as carriers of graphic design and information. One of the important parameters in the production process is the coefficient of friction. This value determines how the packaging material will behave as it passes through the packaging machine, that is, how efficiently and smoothly it will move without interruptions. This research is focused on achieving optimal quality in the flexible packaging production process, with the aim of ensuring the smooth implementation of the semi-finished product during the packaging phase. Through timely control and adjustment of key parameters, the goal is to prevent difficulties, reduce the risk of downtime, and increase the overall efficiency of packaging systems.

Keywords: Polymer Materials, Flexible Packaging, Surface tension

KOLORIMETRIJSKA STABILNOST OTISNUTE KARTONSKE AMBALAŽE PRI RAZLIČITIM UVJETIMA OTIRANJA

COLORIMETRIC STABILITY OF PRINTED PAPERBOARD PACKAGING UNDER DIFFERENT RUBBING CONDITIONS

Dino Priselac, Maja Rudolf, Ivana Plazonić, Irena Bates

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti kolorimetrijsku stabilnost različite kartonske ambalaže, uključujući luksuznu, sklopivu, prehrambenu, klasičnu i transportnu ambalažu. Spektrofotometrijske L^* , a^* , b^* vrijednosti površina otisnutih offsetnim C, M, Y i K bojama na pet kartonskih ambalažnih materijala (GC1, GC2, GT4, OF i KD) izmjerene su prije i nakon različitih uvjeta otiranja. Iz dobivenih vrijednosti izračunate su odgovarajuće kolorimetrijske razlike (ΔE_{00}). Test otiranja proveden je pri 20 i 40 okretaja korištenjem opterećenja od 1 LB. Svi uzorci pokazali su zanemarive promjene u obojenju, što je potvrđeno vrijednostima ΔE_{00} ispod praga vizualne percepcije. Intenzitet promjene boje ovisio je i o podlozi i o otisnutoj boji. Crni otisci na svim kartonima pokazali su najviše vrijednosti ΔE_{00} , što ukazuje na veću osjetljivost crnih otisaka na otiranje. Najveća kolorimetrijska stabilnost otisaka postignuta je na kartonima GC1 i GC2. Svi analizirani kartonski materijali za ambalažu pokazuju odgovarajuću kolorimetrijsku stabilnost za širok raspon primjena ambalaže.

Ključne riječi: kartonska ambalaža, ofsetni tisak, ispitivanje otiranja, kolorimetrijska stabilnost

Abstract

The aim of this research was to evaluate the colorimetric stability of different paperboard packaging including luxury, folding, food, classic and transport packaging. Spectrophotometric L^* , a^* , b^* values of solid area printed with offset C, M, Y and K inks on five paperboard packaging materials (GC1, GC2, GT4, OF, and KD) were measured before and after different rubbing conditions. The corresponding colorimetric differences (ΔE_{00}) were calculated from these values. Rubbing test was performed for 20 and 40 rotations using a 1-pound load. All the samples showed negligible color changes confirmed with ΔE_{00} values below the visual perception threshold. The intensity of color change depended on both the substrate and the printed ink. Black prints on all paperboards showed the highest ΔE_{00} values, indicating higher sensitivity to rubbing. The highest colorimetric stability of prints was achieved on paperboards GC1 and GC2. All paperboard packaging materials analyzed show adequate colorimetric stability for wide range of packaging applications.

Keywords: paperboard packaging, offset prints, rubbing test, colorimetric stability

UTJECAJ PROŠIRENE I VIRTUALNE STVARNOSTI NA POSJETITELJE TIJEKOM NOĆI MUZEJA U MUZEJU MEĐIMURJA U ČAKOVCU

IMPACT OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY ON VISITORS DURING MUSEUM NIGHT AT THE MEĐIMURJE MUSEUM IN ČAKOVEC

Nenad Breslauer, Veronika Dragaš, Nevenka Breslauer

Međimursko veleučilište u Čakovcu

Sažetak

Ovaj rad istražuje i analizira utjecaj i zadovoljstvo posjetitelja korištenjem proširene i virtualne stvarnosti tijekom manifestacije Noći muzeja u Muzeju Međimurja u Čakovcu. Proširena i virtualna stvarnost fokusira se na očuvanje kulturne baštine i privlačenje mlađe populacije na ovakve manifestacije. Prvenstveno se govori o kulturnoj baštini da bi se istaknula njena važnost kroz povijesti, a primjenom proširene i virtualne stvarnosti u muzejima postavila je temelje za inovacije današnjice u muzejima. Metode očuvanja baštine uz pomoć proširene i virtualne stvarnosti u kombinaciji sa stvarnom postavom omogućuje izradu digitalne baze baštine u virtualnoj okolini. Neke od tih metoda su 3D rekonstrukcija, fotogrametrija i struktura iz pokreta koje se navode kao najvažniji koraci. Cilj rada je pokazati utjecaj novih tehnologija u ovom slučaju proširene i virtualne stvarnosti na sam doživljaj posjetitelja manifestaciji. Ispitanici su svojevrijem popuniti anketni upitnik, koristeći se aplikacijom barcod / QR code. Anketni upitnik sastojao se od dvaju dijelova: u prvom se dijelu ispitivao profil posjetitelja (spol i dob), a u drugom utjecaj i zadovoljstvo posjetitelja korištenjem proširene i virtualne stvarnosti. Ispitanici su bili posjetitelji, pa je riječ o prigodnom uzorku.

Ključne riječi: proširena i virtualna stvarnost, posjetitelji, utjecaj, analiza, Noć muzeja

Abstract

This paper looks into how augmented and virtual reality affect visitor satisfaction during the Museum Night event at the Međimurje Museum in Čakovec. Augmented and virtual reality are mainly used to preserve heritage and draw younger people to such events. The paper first talks about heritage to show its historical significance and then discusses how using augmented and virtual reality in museums has laid the foundation for contemporary innovations in museum practices. Methods that help preserve heritage supported by augmented and virtual reality along with the museum exhibition make it possible to create a digital heritage database in a virtual setting. Some key methods include 3D reconstruction, photogrammetry and structure from motion which're crucial steps in this process. The main aim of this study is to show how technologies, specifically augmented and virtual reality impact visitors overall experience at the event. Participants voluntarily completed a survey questionnaire using a barcode/QR code. The questionnaire consisted of two parts: the first part asked about the visitors profile, such as gender and age while the second part focused on how augmented and virtual reality affected them and their level of satisfaction. The people who filled out the survey were visitors, so it was a convenience sample.

Keywords: augmented and virtual reality, visitors, impact, analysis, Museum Night

PRIMJENA IR DIZAJNA U ZAŠTITI VIZUALNOG IDENTITETA GRUPE NA PRIMJERU MOTO-KLUBOVA

APPLICATION OF IR DESIGN IN PROTECTING THE VISUAL IDENTITY OF A GROUP USING THE EXAMPLE OF MOTORCYCLE CLUBS

Irena Miletić, Igor Dobrača

Sveučilište u Rijeci - Filozofski fakultet,

Sveučilište u Puli, OŠ Jurja Dobrile u Rovinju

Sažetak

Rad predstavlja rezultate istraživanja koje nadograđuje pilot-studiju iz rada „Infraredesign kao element identiteta grupe“. Pilot-istraživanje pokazalo je visoku razinu svijesti o važnosti vizualnih obilježja (simbol/logo/zaštitni znak/odjeća) u oblikovanju grupnog identiteta i osjećaja pripadnosti unutar supkulturnih skupina, kao i potencijal primjene Infrared (IR) tehnologije u zaštiti vizualnih identiteta, uz uvjet jasne svrhe i grupne prihvaćenosti. Temeljem tih nalaza, novo je istraživanje usmjereno na detaljniju analizu odnosa između grupnog identiteta, normativne strukture, hijerarhije i simboličkog sustava unutar moto-klubova, te ispitivanje stavova prema zaštiti simbola i implementaciji IR dizajna kao sigurnosno-identitetskog alata. Istraživanje obuhvaća tematske cjeline: socio-demografske i statusne karakteristike članova; intenzitet osjećaja pripadnosti i identifikacije s klubom; percepciju normi, hijerarhije i koncepta časti; simboličku vrijednost vizualnih obilježja, tradicije i statusnih oznaka; vanjsku percepciju i reputacijske rizike; stavove o zaštiti simbola i borbi protiv krivotvorina; opći stav prema sigurnosnim tehnologijama; specifične stavove prema IR dizajnu; percepciju utjecaja IR zaštite na grupnu koheziju i identitet; te spremnost na praktičnu implementaciju i financijsku participaciju. Teorijski doprinos rada ogleda se u integraciji koncepata socijalnog identiteta i modela prihvaćanja tehnologije u analizi zatvorenih supkulturnih zajednica. Istraživanje ispituje može li IR dizajn istodobno djelovati kao mehanizam zaštite od krivotvorenja i kao sredstvo jačanja ekskluzivnosti, kohezije i unutarnjeg povjerenja. Ključne riječi: grupni identitet, vizualni simboli, Infrared (IR) dizajn, prihvaćanje tehnologije, supkulturne zajednice

Abstract

This paper presents the results of a study that builds upon the pilot-study conducted within the research project “Infraredesign as an Element of Group Identity.” The pilot-study demonstrated a high level of awareness regarding the importance of visual markers (symbol/logo/emblem/clothing) in shaping group identity and a sense of belonging within subcultural groups, as well as the potential application of Infrared (IR) technology in protecting visual identities, provided there is a clear purpose and group acceptance. Based on these findings, the new study focuses on a more detailed analysis of the relationship between group identity, normative structure, hierarchy, and the symbolic system within motorcycle clubs, as well as on examining attitudes toward symbol protection and the implementation of IR design as a security-identity tool. The research covers: socio-demographic and status characteristics of members; intensity of belonging and identification; perceptions of norms, hierarchy, and honor; symbolic value of visual markers; reputational risks; attitudes toward anti-counterfeiting measures and security technologies; specific attitudes toward IR design; perceived impact of IR protection on group cohesion and identity; and willingness for practical and financial implementation. The theoretical contribution lies in integrating social identity theory and technology acceptance models in the analysis of closed subcultural communities. The study examines whether IR design can simultaneously function as an anti-counterfeiting mechanism and as a means of strengthening exclusivity, cohesion, and internal trust. Keywords: group identity, visual symbols, Infrared (IR) design, technology acceptance, subcultural communities

UTJECAJ ZASIĆENOSTI BOJE NA PERCEPCIJU I PREFERENCIJU AMBALAŽE KOZMETIČKIH PROIZVODA

THE INFLUENCE OF COLOR SATURATION ON THE PERCEPTION AND PREFERENCE OF COSMETIC PACKAGING

Marina Matušin, Dean Valdec, Nikolina Bolčević Horvatić, Luka Valdec

Sveučilište Sjever

Sažetak

Rad istražuje utjecaj tona boje i razine zasićenosti na preferenciju dizajna ambalaže kozmetičkih proizvoda za njegu lica protiv starenja. Istraživanje je provedeno metodom online ankete na uzorku od 70 ispitanika. U prvom dijelu analizirane su inicijalne preferencije zasićenih i pastelnih boja definiranih u HSB sustavu i prikazanih putem digitalnih uzoraka. U drugom dijelu ispitanici su evaluirali osam varijanti dizajna ambalaže koje su se razlikovale prema dominantnoj podložnoj boji, dok je u trećem dijelu provedena usporedba zasićenih i pastelnih varijanti istog tona (ljubičaste i crvene boje). Rangirani odgovori obrađeni su primjenom Borda modela rangiranja, dok je usporedba zasićenosti provedena binarnim odabirom. Rezultati ukazuju na dominantnu preferenciju ljubičaste boje i hladnog spektra (71% kod zasićenih te 77% kod pastelnih varijanti), uz izraženu sklonost pastelnoj interpretaciji (80% kod ljubičaste; 60% kod crvene). Ljubičasta se pritom dosljedno potvrđuje kao najpreferiranija nijansa kroz sve faze istraživanja, neovisno o razini zasićenosti i kontekstu primjene. Unatoč estetskim preferencijama, cijena (54%) i kvaliteta (30%) ostaju ključni racionalni čimbenici kupnje. Nalazi potvrđuju važnost kolorističke strategije u dizajnu ambalaže kozmetičkih proizvoda, osobito u segmentu proizvoda za njegu lica.

Ključne riječi: boja, ambalaža za kozmetiku, zasićenost, preferencije potrošača

Abstract

This paper examines the influence of hue and saturation level on preferences for packaging design of anti-aging facial skincare products. The research was conducted using an online survey on a sample of 70 female respondents. In the first part, initial preferences for saturated and pastel colors defined within the HSB system and presented through digital samples were analyzed. In the second part, respondents evaluated eight packaging design variants that differed according to the dominant background color. In the third part, a comparison was made between saturated and pastel versions of the same hue (purple and red). Ranked responses were processed using the Borda count ranking model, while the comparison of saturation levels was conducted through binary choice. The results indicate a dominant preference for purple and the cool color spectrum (71% for saturated and 77% for pastel variants), along with a pronounced preference for pastel interpretations (80% for purple; 60% for red). Purple consistently emerged as the most preferred hue across all research phases, regardless of saturation level and application context. Despite aesthetic preferences, price (54%) and quality (30%) remain the key rational purchasing factors. The findings confirm the importance of a color strategy in cosmetic packaging design, particularly in the facial skincare segment.

Keywords: color, cosmetic packaging, saturation, consumer preferences

AKTIVIZAM U DIZAJNU - MOBITELI U ŠKOLAMA

ACTIVISM IN DESIGN - MOBILE PHONES IN SCHOOLS

Morana Jugović, Jana Žiljak Gršić

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Na trećoj godini stručnog prijediplomskog studija Informatika, smjer Informatički dizajn, Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, tijekom 5. semestra akademske godine 2025./2026., studentima kolegija Računalne grafike (nositelj: Jana Žiljak Gršić, mentorica: Morana Jugović) prezentirana je tema „Aktivizam u dizajnu“. Podtema projekta bila je propitkivanje redovitog korištenja mobitela u školama. Cilj projekta bio je afirmirati ulogu grafičkog dizajna kao moćnog komunikacijskog i edukativnog alata koji potiče kritičko razmišljanje i društveni angažman. Studenti su dizajnirali plakate i popratili ih konceptualnim objašnjenjem te su upoznati da će najbolji radovi biti izloženi na Međunarodnom znanstveno-stručnom skupu Tiskarstvo i dizajn 2026. i u Tehničkom muzeju Nikola Tesla u Zagrebu na izložbi studenata Informatičkog dizajna "Kreativno studiranje". Primjenom osnovnih elemenata forme i kompozicijskih načela, studenti su kroz vizualnu metaforu i simboliku, karikaturu i slogane prenijeli kritičke stavove o utjecaju pretjerane uporabe mobitela na pažnju, koncentraciju, proces i sposobnost kritičkog razmišljanja te socijalnu interakciju. Raznolikost i snaga metafora poput zatvora, bombe, sidra, usisavajućih UFO objekata, crva koji izjeda mozak, predimenzionirane očne jabučice, rastapanja mozga na tavi, fragmentiranih slika stvarnosti, razbijenih ekrana i drugih, ilustrirale su emocionalne i društvene posljedice pretjerane uporabe mobitela. Osim što bude pažnju, pojedini plakati djeluju proaktivno, predlažući fokus, prisutnost i odgovorno korištenje tehnologije. Analiza radova potvrđuje visoku razinu kreativnog promišljanja te integraciju tehničkih vještina i vizualnog izraza, potvrđujući potencijal aktivističkog dizajna u obrazovanju i izgradnji profesionalnog i kreativnog identiteta studenata.

Ključne riječi: aktivizam u dizajnu, mobiteli u školama, grafički dizajn, vizualna metafora, društveni angažman, Računalna grafika

Abstract

In the third year of the professional undergraduate study of Informatics, Computer Design major, at the Technical University of Zagreb, during the 5th semester of the academic year 2025/2026, the topic "Activism in Design" was presented to students of the Computer Graphics course (lead author: Jana Žiljak Gršić, mentor: Morana Jugović). The sub-theme of the project was to question the regular use of mobile phones in schools. The aim of the project was to affirm the role of graphic design as a powerful communication and educational tool that encourages critical thinking and social engagement. The students designed posters and accompanied them with a conceptual explanation and were informed that the best works would be exhibited at the International Scientific and Professional Conference Printing and Design 2026 and at the Nikola Tesla Technical Museum in Zagreb at the exhibition of Computer Design students "Creative Study". By applying basic elements of form and compositional principles, students conveyed critical views on the impact of excessive cell phone use on attention, concentration, critical thinking process and ability, and social interaction through visual metaphor and symbolism, caricature, and slogans. The variety and power of metaphors such as prison, bomb, anchor, sucking UFO objects, brain-eating worms, oversized eyeballs, brain melting in a frying pan, fragmented images of reality, broken screens, and others, illustrated the emotional and social consequences of excessive cell phone use. In addition to drawing attention, some posters act proactively, suggesting focus, presence, and responsible use of technology. Analysis of the works confirms a high level of creative thinking and the integration of technical skills and visual expression, confirming the potential of activist design in education and building students' professional and creative identities.

Keywords: activism in design, cell phones in schools, graphic design, visual metaphor, social engagement, Computer graphics

PRIMJENA INFRAREDESIGN® TEHNOLOGIJE NA RAZLIČITIM VRSTAMA KARTONA U DIGITALNOM TISKU

INFRARED SECURITY ON VARIOUS TYPES OF PAPERBOARD REALIZED BY DIGITAL PRINTING

Roko Vujić¹, Denis Jurečić²

1 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, student

2 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

U ovom radu opisuju se prednosti Infraredesign® tehnologije na različitim vrstama kartona koji se mogu koristiti u realizaciji ambalažnih proizvoda. Prikazani su realizirani otisci dobiveni digitalnim tiskom, dostupnim na tržištu. Praktični dio rada obuhvaća dizajn, grafičku pripremu i realizaciju ambalaže s Infraredesign® slikom implementiranom u vizualni motiv, otisnutom na digitalnom tiskarskom stroju Konica Minolta AccurioPrint 4065. Testovi i uzorci pripremljeni su radi prikaza dobivenih rezultata na konferenciji Tiskarstvo i dizajn 2026. Uz dizajn vizualnog rješenja izrađen je i logotip konferencije za 2026. godinu. Svi elementi integrirani su u jedinstvenu kompoziciju na kojoj su provedeni testovi na različitim vrstama papira, uključujući i luksuzne papire, s ciljem demonstracije implementacije slike vidljive u vizualnom i infracrvenom spektru. Tako pripremljen dizajn uspješno je otisnut u jednom prolazu kroz stroj Konica Minolta AccurioPrint 4065 s integriranim rezačem. Realizirana ambalaža s vizualnom i infracrvenom slikom, prikazana u radu, potvrđuje dodatne mogućnosti stroja Konica Minolta AccurioPrint 4065 te doprinosi povećanju sigurnosti ambalaže proizvedene digitalnim tiskom, osobito u manjim serijama zaštićenih i ekskluzivnih ambalažnih proizvoda.

Ključne riječi: Infraredesign®, dvostruka slika, karton, digitalni tisak

Abstract

This paper presents the advantages of Infraredesign® technology applied to various types of paperboard used in the production of packaging materials. The study includes examples of digitally printed samples currently available on the market. The practical part of the research encompasses the design, prepress preparation, and production of packaging incorporating an Infraredesign® image integrated into the visible graphic composition. The packaging was printed using a Konica Minolta AccurioPrint 4065 digital press. Test samples were prepared to demonstrate the achieved results at the Printing and Design 2026 conference. In addition to the main visual concept, the conference logo for 2026 was designed and integrated into a unified composition. The tests were conducted on different types of paper, including premium and luxury stocks, with the aim of demonstrating image implementation in both the visible and infrared spectrum. The finalized design was successfully printed in a single pass on the Konica Minolta AccurioPrint 4065 press equipped with an integrated cutting unit. The resulting packaging, featuring both visible and infrared images, demonstrates the extended capabilities of the Konica Minolta AccurioPrint 4065 system and highlights its contribution to enhanced packaging security. This approach is particularly suitable for short-run production of protected and exclusive packaging products produced by digital printing.

Keywords: Infraredesign®, dual image, paperboard, digital printing, packaging security

KVANTITATIVNA ANALIZA 2-FENOKSIETANOLA U PROCJENI RELATIVNE STAROSTI TINTE KEMIJSKE OLOVKE NA PAPIRU

QUANTITATIVE ANALYSIS OF 2-PHENOXYETHANOL IN ASSESSING THE RELATIVE AGE OF BALLPOINT PEN INK ON PAPER

Veronika Marinović¹, Ivana Bolanča Mirković², Stjepan Brzica¹, Andrea Ledić¹

¹ Centar za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“

² Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Utvrđivanje vremena nanošenja tinte kemijske olovke u dokumentima važan je dio forenzičkih ispitivanja dokumenata. Tinte kemijskih olovaka sastoje se od bojila, otapala i smola, a nanošenjem tinte na papir započinje proces starenja odnosno niz fizikalnih i kemijskih promjena, uključujući isparavanje otapala, razgradnju bojila i polimerizaciju smola. Jedan od pristupa procjeni vremena nanošenja tinte temelji se na analizi hlapljivih organskih spojeva u tintama kemijskih olovaka, među kojima se 2-fenoksietanol ističe kao česti sastojak komercijalnih tinti i potencijalni marker relativne starosti tinte. Analizirana je promjena koncentracije 2-fenoksietanola u plavim tintama kemijskih olovaka tijekom prirodnog starenja na papiru, pod različitim uvjetima prirodnog starenja (svjetlo, mrak) i uz obradu meteoroloških podataka. Kvantitativna analiza provedena je metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC). Rezultati pokazuju smanjenje koncentracije 2-fenoksietanola tijekom prvih dana izloženosti uzorka različitim uvjetima prirodnog starenja, a nakon čega slijedi usporavanje procesa i postizanje približno stabilne faze. Usporedba rezultata između dvaju uvjeta izlaganja (svjetlo, mrak) pokazala je razlike u koncentracijama 2-fenoksietanola. Rezultati istraživanja pridonose razjašnjenju dinamike starenja tinte te upućuju na mogućnost primjene 2-fenoksietanola kao relativnog pokazatelja vremena nanošenja tinte, uz kontrolu relevantnih čimbenika i pažljivo vrednovanje nalaza u forenzičkom kontekstu.

Gljučne riječi: tinte kemijskih olovaka, 2-fenoksietanol, forenzika, HPLC

Abstract

Determining the time of application of ballpoint pen ink in documents is an important part of forensic document examination. Ballpoint pen inks consist of dyes, solvents and resins, and the application of ink to paper initiates the aging process, i.e. a series of physical and chemical changes, including solvent evaporation, dye decomposition and resin polymerization. One approach to estimating the time of application of ink is based on the analysis of volatile organic compounds in ballpoint pen inks, among which 2-phenoxyethanol stands out as a common ingredient in commercial inks and a potential marker of the relative age of the ink. The change in the concentration of 2-phenoxyethanol in blue ballpoint pen inks during natural aging on paper, under different natural aging conditions (light, dark) and with the processing of meteorological data was analyzed. Quantitative analysis was performed using the high-performance liquid chromatography (HPLC) method.

The results show a decrease in the concentration of 2-phenoxyethanol during the first days of exposure of the sample to different natural aging conditions, followed by a slowdown of the process and reaching an approximately stable phase. Comparison of the results between the two exposure conditions (light, dark) showed differences in 2-phenoxyethanol concentrations. The research results contribute to the clarification of the dynamics of ink aging and indicate the possibility of using 2-phenoxyethanol as a relative indicator of ink application time, with control of relevant factors and careful evaluation of the findings in a forensic context.

Keywords: ballpoint pen inks, 2-phenoxyethanol, forensics, HPLC

DIZAJN PRILAGOĐENIH TISKANIH PODLOGA ZA STEM ROBOTSKU IGRAČKU U POUČAVANJU RAČUNALNOG RAZMIŠLJANJA DJECE RANE ŠKOLSKE DOBI

DESIGN OF CUSTOM PRINTED MATS FOR A STEM ROBOTIC TOY IN TEACHING COMPUTATIONAL THINKING TO EARLY PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Marija Magdalena Obad, Mia Čarapina

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Rad prikazuje dizajn i izradu prilagođenih tiskanih podloga za edukativnu STEM igračku Code&Go robotski miš, razvijenih s ciljem poticanja računalnog razmišljanja kod djece rane školske dobi. Polazište rada bilo je proširiti funkcionalnu i didaktičku vrijednost postojeće igračke kroz novo oblikovane vizualne podloge usklađene s dimenzijama i logikom kretanja robota. Poseban naglasak stavljen je na dizajn podloga koje povezuju aktivnosti programiranja i kretanja robota sa situacijama bliskima dječjoj svakodnevicu, čime se povećava razumljivost zadataka i motivacija za sudjelovanje. U radu su razvijene tematske podloge („Nogomet“, „Škola“, „Bube“) u formi vizualnih labirinata različite razine složenosti, prilagođene različitim ishodima učenja i razinama izazova. Grafička i prostorna organizacija podloga osmišljena je tako da podržava usvajanje temeljnih koncepata računalnog razmišljanja kroz igru i suradničke aktivnosti. Rad pokazuje kako promišljeno oblikovani tiskani nastavni materijali mogu proširiti obrazovni potencijal postojećih STEM alata te ističe potencijal dizajna tiskanih podloga za stvaranje kontekstualno relevantnih, funkcionalnih i pedagoški smislenih okruženja za učenje.

Ključne riječi: računalno razmišljanje; STEM igračka; edukativna robotika; dizajn tiskanih podloga; didaktički materijali; rani školski uzrast; učenje kroz igru

Abstract

This paper presents the design and production of custom printed mats for the educational STEM toy Code&Go Robot Mouse, developed to foster computational thinking in early primary school children. The study is based on the idea of extending the functional and didactic value of an existing toy through newly designed visual mats aligned with the robot's dimensions and movement logic. Special emphasis is placed on designing mats that connect programming and robot navigation activities with situations familiar from children's everyday lives, thereby increasing task comprehensibility and learner engagement. The paper introduces thematic mats ("Football," "School," and "Bugs") developed as visual mazes with different levels of complexity, adapted to different learning outcomes and challenge levels. The graphic and spatial organization of the mats was designed to support the acquisition of core computational thinking concepts through play-based and collaborative activities. The paper demonstrates how thoughtfully designed printed instructional materials can extend the educational potential of existing STEM tools, highlighting the potential of printed mat design to create context-relevant, functional, and pedagogically meaningful learning environments.

Keywords: computational thinking; STEM toy; educational robotics; printed mat design; instructional materials; early primary education; play-based learning

ISTRAŽIVAJE PERFORIRANIH OBLIKA U SUSTAVU BOJANKE

RESEARCH ON PERFORATED FORMS IN A COLORING BOOK SYSTEM

Dubravko Banić, Sanja Čičak, Iva Šarčević

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Dječje bojanke služe kao alat za razvoj motoričkih vještina, vizualne percepcije i kreativnosti, a popraćene razvojem tržišta i tehnologije, od njih se očekuje i dodatna funkcionalnost kako bi se prepoznale u moru istih. Ovdje se razmatra koncept bojanke koja integrira jednostrani tisak i perforaciju oko glavnog motiva na svakoj stranici. Takva struktura omogućuje da ilustracija, nakon što je obojana ili prethodno tome, ne ostane trajno vezana za knjigu, već se može pažljivo izdvojiti bez uporabe škara, čime se dodatno razvijaju motoričke i taktilne vještine djeteta. Bojanke nisu zamišljene isključivo kao sredstvo za bojenje, već kao višenamjenski proizvod. Osim vizualne kreativnosti, uključuje elemente ručne izrade, ukrašavanja prostora i personalnog izražavanja. Ovakav tip bojanke predstavlja spoj dizajna, pedagogije i tehnologije, a rezultat je proizvod koji potiče djecu ne samo da boje, nego i da kreiraju, koriste i dijele vlastita djela u prostoru koji ih okružuje. Tematski, tehnički i psihološki, radi se o inovaciji koja može unaprijediti doživljaj tiskanog medija kod djece te otvoriti vrata novim oblicima interakcije između djeteta i materijala.

Ključne riječi: bojanke, perforacija, djeca, tisak, kreativnost

Abstract

Children's coloring books serve as tools for developing motor skills, visual perception, and creativity; however, alongside the development of the market and technology, they are also expected to offer additional functionality in order to stand out among similar products. This paper discusses the concept of a coloring book that integrates single-sided printing and perforation around the main motif on each page. Such a structure allows the illustration, once colored—or even before that—to be carefully detached without the use of scissors, rather than remaining permanently bound to the book, thereby further developing the child's motor and tactile skills. The coloring book is not conceived solely as a medium for coloring, but as a multifunctional product. In addition to visual creativity, it incorporates elements of handicraft, space decoration, and personal expression. This type of coloring book represents a combination of design, pedagogy, and technology, resulting in a product that encourages children not only to color, but also to create, use, and share their own works within their surroundings. Thematically, technically, and psychologically, this represents an innovation that can enhance children's experience of printed media and open the door to new forms of interaction between the child and the material.

Keywords: Coloring book, Perforation, Children, Printing, Creativity

OPTIMALNO 3D MODELIRANJE OBLIKA VINSKE BOCE

OPTIMAL 3D MODELING OF A WINE BOTTLE FORM

Dubravko Banić, Dorian Fafandžel, Iva Šarčević

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Rad istražuje primjenu 3D modeliranja u dizajnu i razvoju vinskih boca, s posebnim naglaskom na upotrebu Blender softvera kao alata za izradu. U kontekstu prehrambene industrije rad posebno analizira ulogu staklene ambalaže u vinarstvu, gdje vinska boca nije samo spremnik za čuvanje vina, već i važan marketinški element. Opisuju se različiti tipovi vinskih boca (bordoški, rajnski i burgundski), njihove specifičnosti i namjene, kao i tehnički zahtjevi poput standardizacije volumena i dimenzija grla. Rad opisuje prikaz procesa 3D modeliranja vinske boce u Blender softveru, gdje se ističu prednosti digitalne tehnologije u dizajnu i razvoju proizvoda. Opisuje se tehnika rotacijskog modeliranja ("spin") kao ključna metoda za izradu osno simetričnih objekata poput vinskih boca te se naglašava važnost prikupljanja preciznih tehničkih specifikacija i referentnih materijala prije početka modeliranja.

Ključne riječi: ambalaža, 3D modeliranje, Blender, vino

Abstract

This paper examines the application of 3D modeling in the design and development of wine bottles, with a particular focus on the use of Blender software as a design tool. Within the context of the food industry, special attention is given to the role of glass packaging in winemaking, where the wine bottle serves not only as a container for storage but also as an important marketing element. The paper describes different types of wine bottles (Bordeaux, Rhine, and Burgundy), outlining their specific characteristics and intended uses, as well as technical requirements such as the standardization of volume and neck dimensions. Furthermore, the paper presents the process of 3D modeling a wine bottle in Blender, emphasizing the advantages of digital technologies in product design and development. The rotational modeling technique ("spin") is identified as a key method for creating axially symmetrical objects such as wine bottles, and the importance of collecting accurate technical specifications and reference materials prior to the modeling process is highlighted.

Keywords: Packaging, 3D modeling, Blender, Wine

LJEPOTA POGREŠKE: ESTETIKA GLITCHA U SUVREMENOM GRAFIČKOM DIZAJNU

THE BEAUTY OF THE ERROR: GLITCH AESTHETICS IN CONTEMPORARY GRAPHIC DESIGN

Ulla Leiner Maksan

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

U svijetu koji teži digitalnom savršenstvu i visokoj rezoluciji, glitch art (umjetnost pogreške) pojavljuje se kao snažan vizualni odgovor na uniformiranost dizajna. Glitch više nije samo slučajna tehnička smetnja ili "pokvareni" piksel; on je postao svjestan stilski odabir koji slavi nesavršenost, digitalnu teksturu i autentičnost. Ovo izlaganje istražuje transformaciju glitcha od nepoželjne sistemske pogreške do dominantnog trenda u brendiranju, tipografiji i digitalnoj umjetnosti. Kroz analizu vizualnih elemenata poput distorzije, kromatske aberacije i "data-moshinga", istražiti ćemo zašto nas privlači estetika koja namjerno razbija formu.

Ključne riječi:

Dizajn: Grafički dizajn, digitalna estetika, vizualna komunikacija. Glitch: Glitch art, estetika pogreške, distorzija slike. Trendovi: Suvremeni trendovi, digitalna kultura, post-digitalni dizajn. Tehnologija: Kromatska aberacija, data-mosh, sistemska pogreška. Brendiranje: Dinamika brenda, vizualni identitet.

Abstract

In a digital world striving for perfection and high resolution, glitch art emerges as a powerful visual response to design uniformity. No longer just an accidental technical malfunction or a "broken" pixel, the glitch has evolved into a deliberate stylistic choice that celebrates imperfection, digital texture, and authenticity. This presentation explores the transformation of the glitch from an unwanted systemic error into a dominant trend in branding, typography, and digital art. By analyzing visual elements such as distortion, chromatic aberration, and data-mosh, we will investigate why we are increasingly drawn to an aesthetic that intentionally breaks form.

Keywords:

Design: Graphic design, digital aesthetics, visual communication. Glitch: Glitch art, aesthetics of error, image distortion. Trends: Contemporary trends, digital culture, post-digital design. Technology: Chromatic aberration, datamoshing, system failure. Branding: Brand dynamics, visual identity.

GAN MODELI U AI UPSCALINGU DEGRADIRANIH DIGITALNIH SLIKA I VIDEA

GAN MODELS FOR AI UPSCALING OF DEGRADED DIGITAL IMAGES AND VIDEOS

Diana Bratić, Marko Butula

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Povećanje prostorne rezolucije digitalnih slika i videa predstavlja relevantan problem u računalnom vidu, osobito pri obradi arhivskih, kompresiranih i degradiranih materijala. Klasične interpolacijske metode, poput bikubične interpolacije, generiraju nove piksele bez rekonstrukcije izgubljenih strukturnih informacija te pri većim faktorima skaliranja dovode do zamućenja i gubitka detalja. Cilj rada bio je usporediti tradicionalne pristupe i suvremene modele temeljene na generativnim suparničkim mrežama te ispitati njihovu primjenjivost u realnom produkcijskom okruženju. U radu su prikazani i uspoređeni ESRGAN i Real-ESRGAN modeli, uz komparativnu analizu temeljenu na objavljenim rezultatima i nereferentnoj metrici NIQE. Poseban naglasak stavljen je na razlike u rekonstrukciji tekstura, rubova i finih struktura kod realnih degradacija. Praktični dio uključuje restauraciju vizualnih elemenata fakultetske monografije primjenom alata Topaz Gigapixel AI. U odnosu na bikubično skaliranje, zabilježena je veća čitljivost sitnog teksta, jasnija definicija linijskih elemenata i stabilnija reprodukcija tekstura. Istodobno su uočeni artefakti poput prenaplašene oštirine i generiranih detalja, što potvrđuje potrebu stručne kontrole rezultata. Dobiveni nalazi pokazuju da AI upscaling može značajno unaprijediti vizualnu kvalitetu degradiranih materijala, ali ne predstavlja potpuno automatizirano rješenje bez nadzora.

Ključne riječi: AI upscaling, super-rezolucija, generativne suparničke mreže, Real-ESRGAN, digitalna restauracija slike

Abstract

Increasing the spatial resolution of digital images and videos represents a relevant problem in computer vision, particularly in processing archival, compressed, and degraded visual materials. Classical interpolation methods, such as bicubic interpolation, generate new pixels without reconstructing lost structural information and, at higher scaling factors, lead to blurring and detail loss. The aim of this study was to compare traditional approaches with contemporary models based on generative adversarial networks and examine their applicability in a production environment. The paper presents and compares the ESRGAN and Real-ESRGAN models, with a comparative analysis based on published results and the no-reference NIQE metric. Particular emphasis is placed on differences in the reconstruction of textures, edges, and fine structures under real-world degradations. The practical part includes restoration of visual elements from a faculty monograph using Topaz Gigapixel AI. Compared to bicubic scaling, the results show improved readability of small text, clearer definition of line elements, and more stable texture reproduction. Artifacts such as oversharpening and artificially generated details were observed, confirming the need for expert supervision. The findings indicate that AI upscaling can significantly enhance visual quality of degraded materials but does not constitute a fully automated solution without control.

Keywords: AI upscaling, super-resolution, generative adversarial networks, Real-ESRGAN, digital image restoration

KROMATSKA ABERACIJA U OPTIČKIM SUSTAVIMA PAMETNIH TELEFONA

CHROMATIC ABERRATION IN SMARTPHONE OPTICAL SYSTEMS

Andrea Jurić, Katarina Itrić Ivanda

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Intenzivan razvoj mobilne fotografije posljednjih dvadeset godina doveo je do značajnih poboljšanja kvalitete slike unatoč ograničenjima minijaturiziranih optičkih sustava. Jedan od ključnih izazova ostaje kromatska aberacija, optički fenomen uzrokovan različitim lomom svjetlosnih zraka različitih valnih duljina, koji rezultira zamućenjem rubova i razdvajanjem kolornih kanala. Rad istražuje prisutnost i razinu korekcije kromatske aberacije na kamerama pametnih telefona različitih generacija kroz komparativnu analizu fotografija snimljenih u standardiziranim uvjetima. Kako bi se umanjio utjecaj automatske softverske obrade, korištena je širokokutna leća koja je omogućila izraženije pojave aberacije i preciznije mjerenje pomaka pojedinih kolornih kanala. Rezultati pokazuju vidljiv napredak u korekciji kromatske aberacije kod novijih modela, pri čemu rezolucija senzora nije presudan čimbenik. Usporedba uređaja sličnih hardverskih karakteristika ukazuje na značajan razvoj algoritama za obradu slike u kratkom vremenskom razdoblju. Analiza potvrđuje rastuću ulogu računalne obrade i umjetne inteligencije u kompenzaciji optičkih ograničenja te ističe transformaciju mobilne fotografije iz primarno optičkog u dominantno računalno-optimizirani sustav vizualne reprodukcije.

Ključne riječi: pametni telefon; kromatska aberacija; obrada slike

Abstract

The intensive development of mobile photography over the past twenty years has led to significant improvements in image quality despite the limitations of miniaturized optical systems. One of the key challenges remains chromatic aberration, an optical phenomenon caused by the different refraction of light rays with varying wavelengths, resulting in edge blurring and color channel separation. This study investigates the presence and degree of chromatic aberration correction in smartphone cameras of different generations through a comparative analysis of photographs captured under standardized conditions. To minimize the influence of automatic software processing, a wide-angle lens was used to produce more pronounced aberrations and enable more precise measurement of individual color channel displacement. The results demonstrate noticeable progress in chromatic aberration correction in newer models, with sensor resolution not being the decisive factor. A comparison of devices with similar hardware characteristics indicates significant advancements in image processing algorithms within a relatively short period. The analysis confirms the growing role of computational processing and artificial intelligence in compensating for optical limitations and highlights the transformation of mobile photography from a primarily optical system into a predominantly computationally optimized visual reproduction system.

Keywords: smartphone; chromatic aberration; image processing

INTUITIVNOST I ČITLJIVOST U MOBILNIM SUČELJIMA: PSIHOLOŠKI PRINCIPI I IMPLEMENTACIJA TAMNOG NAČINA RADA NA KVIZ-APLIKACIJI

INTUITIVENESS AND READABILITY IN MOBILE INTERFACES: PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES AND DARK MODE IMPLEMENTATION IN A QUIZ APPLICATION

Jan Kokot, Tin Lulić, Vesna Uglješić

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Rad predlaže integrirani pristup dizajnu mobilnog sučelja koji istodobno odgovara na dva česta zahtjeva: visoku percipiranu intuitivnost korisničkih tokova te dobru čitljivost i vizualnu udobnost u tamnom načinu rada. U teorijskom dijelu objedinjeni su heuristike uporabljivosti, Gestalt principi, koncept kognitivnog opterećenja i emocionalni dizajn kao temelj za oblikovanje jednostavnih i lako razumljivih interakcija, uz smjernice za implementaciju tamnog načina rada koje u prvi plan stavljaju kontrast, vizualnu hijerarhiju i pristupačnost. Metodološki okvir obuhvaća (1) kvalitativnu komparativnu analizu konkurentskih kviz-aplikacija prema kriterijima jasnoće, opterećenja i dosljednosti te (2) proces prilagodbe vizualnog sustava iz svijetle u tamnu varijantu uz provjeru kontrasta u odnosu na WCAG kriterije. Na studiji slučaja kviz-aplikacije prikazuje se kako se teorijske smjernice operacionaliziraju u dizajnerskim odlukama, a rezultat je interaktivni prototip u Figma s dokumentiranim ključnim ekranima u obje varijante prikaza. Zaključno se iznose preporuke za praksu koje povezuju optimizaciju korisničkih tokova s održavanjem čitljivosti i vizualnog identiteta u tamnom načinu rada.

Ključne riječi: intuitivnost, korisničko iskustvo (UX), vizualna hijerarhija, tamni način rada, kontrast (WCAG), kognitivno opterećenje, mobilne kviz-aplikacije

Abstract

This paper proposes an integrated approach to mobile interface design that addresses two common requirements simultaneously: high perceived intuitiveness of user flows and good readability with visual comfort in dark mode. The theoretical section brings together usability heuristics, Gestalt principles, the concept of cognitive load, and emotional design as a foundation for creating simple and easily understandable interactions, alongside guidelines for implementing dark mode that prioritise contrast, visual hierarchy, and accessibility. The methodological framework includes (1) a qualitative comparative analysis of competing quiz applications based on the criteria of clarity, cognitive load, and consistency, and (2) a process of adapting the visual system from a light to a dark variant, with contrast checks against WCAG criteria. Using a quiz application as a case study, the paper demonstrates how theoretical guidelines are operationalised in design decisions; the outcome is an interactive prototype created in Figma, with key screens documented in both visual variants. Finally, the paper presents practice-orientated recommendations that connect the optimisation of user flows with maintaining readability and visual identity in dark mode.

Keywords: intuitiveness, user experience (UX), visual hierarchy, dark mode, contrast (WCAG), cognitive load, mobile quiz applications

UTJECAJ OPTIMIZACIJE DIZAJNA IZBORNICA VIDEOIGARA NA KOGNITIVNO OPTEREĆENJE KORISNIKA

THE IMPACT OF VIDEO GAME MENU DESIGN OPTIMIZATION ON USER COGNITIVE LOAD

Karlo Siketić¹, Darija Ćutić², Maja Turčić²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu, Student

² Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Ovaj rad istražuje utjecaj optimizacije dizajna izbornika videoigara na kognitivno opterećenje korisnika kroz usporedbu dvaju prototipa korisničkog sučelja različite razine složenosti. U svrhu istraživanja izrađena su dva prototipa izbornika videoigre. Prototip A oblikovan je s namjerno povišenim kognitivnim opterećenjem kroz prisutnost suvišnih vizualnih elemenata i složeniju organizaciju informacija, dok je prototip B dizajniran prema načelima teorije kognitivnog opterećenja s ciljem smanjenja ekstrinzičnog opterećenja. Analiza dizajna provedena je prema kriterijima jasnoće prezentacije informacija, pristupačnosti sadržaja, intuitivnosti uporabe, prepoznatljivosti radnji, hijerarhijske strukture i konzistentnosti dizajna. Anketni dio istraživanja proveden je korisničkom studijom u kojoj je sudjelovalo 23 ispitanika. Ovo istraživanje doprinosi razumijevanju odnosa između strukture korisničkog sučelja i percepcije kognitivnog opterećenja korisnika u kontekstu dizajna videoigara.

Ključne riječi: dizajn korisničkog sučelja, videoigre, kognitivno opterećenje, UX dizajn, izbornici videoigara

Abstract

This paper examines the impact of video game menu design optimization on user cognitive load through a comparison of two user interface prototypes with different levels of complexity. Two video game menu prototypes were developed for the purpose of the research. Prototype A was intentionally designed with increased cognitive load through the presence of redundant visual elements and a more complex organization of information, while Prototype B was designed according to the principles of Cognitive Load Theory with the aim of reducing extraneous cognitive load. The design analysis was conducted according to several criteria, including clarity of information presentation, accessibility of information, intuitiveness of use, recognizability of actions, hierarchical structure and design consistency. The survey component of the research was conducted through a user study involving 23 participants. This research contributes to a better understanding of the relationship between user interface structure and the perception of cognitive load in the context of video game design.

Keywords: user interface design, video games, cognitive load, UX design, game menus

SPEKTRALNA SEGMENTACIJA MULTISPEKTRALNIH SNIMAKA U ANALIZI REDOSLIJEDA UKRIŽENIH POTPISA

MULTISPECTRAL IMAGE SEGMENTATION FOR THE ANALYSIS OF INTERSECTING SIGNATURE ORDER

Damir Modrić¹, Vladimir Cviljušac², Alan Divjak³

¹ University North, Koprivnica, Croatia

² Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

³ Algebra Bernays University, Zagreb, Croatia

Sažetak

Analiza redosljeda ukriženih linija i potpisa predstavlja značajan problem u području forenzičke analize dokumenata, arhivistike i povijesnih istraživanja. Tradicionalne metode analize najčešće se oslanjaju na vizualnu procjenu, mikroskopsku analizu ili na promatranje fizikalnih promjena površine papira. Međutim, u mnogim slučajevima takve metode ne omogućuju pouzdano razlikovanje linija koje se međusobno preklapaju, osobito kada su korištene tinte sličnih optičkih svojstava. Multispektralno snimanje omogućuje analizu refleksijskih karakteristika materijala u različitim dijelovima elektromagnetskog spektra, čime se mogu identificirati razlike između različitih vrsta tinte ili pigmenata. U ovom radu predstavljena je metoda spektralne segmentacije temeljena na usporedbi spektralnog potpisa pojedinog piksela s referentnim spektrom definiranog područja interesa (ROI). Algoritam implementira tri pristupa usporedbe spektralnih vektora: apsolutnu razliku po spektralnim kanalima, relativno odstupanje izraženo u postotku te mjeru sličnosti temeljenu na kosinusnoj sličnosti. Rezultat obrade predstavlja binarnu spektralnu masku i kartu sličnosti koja omogućuje vizualizaciju prostorne raspodjele spektralno sličnih piksela. Metoda je primijenjena na multispektralne snimke dokumenata s ukriženim potpisima. Dobiveni rezultati pokazuju da spektralna segmentacija omogućuje učinkovito izdvajanje linija potpisa i može poslužiti kao dodatni analitički alat u istraživanju redosljeda pisanja.

Ključne riječi: multispektralno snimanje, spektralna segmentacija, analiza dokumenata, kosinusna sličnost, ukriženi potpisi

Abstract

The analysis of the sequence of intersecting lines and signatures represents a significant challenge in the fields of forensic document examination, archival studies, and historical research. Traditional analytical approaches are most commonly based on visual inspection, microscopic analysis, or the observation of physical changes on the paper surface. However, in many cases these methods do not allow reliable discrimination between overlapping lines, particularly when inks with similar optical properties have been used. Multispectral imaging enables the analysis of material reflectance characteristics across different regions of the electromagnetic spectrum, making it possible to identify differences between various types of inks or pigments. This paper presents a spectral segmentation method based on the comparison of the spectral signature of an individual pixel with a reference spectrum defined within a selected region of interest (ROI). The proposed algorithm implements three approaches for spectral vector comparison: absolute difference across spectral channels, relative deviation expressed as a percentage, and a similarity measure based on cosine similarity. The processing results produce a binary spectral mask and a similarity map that enable visualization of the spatial distribution of spectrally similar pixels. The method was applied to multispectral images of documents containing intersecting signatures. The obtained results demonstrate that spectral segmentation enables effective extraction of signature lines and may serve as an additional analytical tool for investigating the sequence of writing.

Keywords: multispectral imaging, spectral segmentation, document analysis, cosine similarity, intersecting signatures

REPRODUKCIJSKA STABILNOST CMYK PROCESNIH BOJA U DIGITALNOM TISKU NA RUBU KNJIŽNOG BLOKA

REPRODUCTION STABILITY OF CMYK PROCESS COLORS IN DIGITAL BOOK EDGE PRINTING

Filip Macan¹, Diana Bratić²

1 Macan Atelier

2 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Digitalni tisak na rubu knjižnog bloka predstavlja tehnologiju ukrašavanja rubova knjiga koja omogućuje otisak na rezanoj površini knjižnog bloka. Zbog porozne strukture papira i specifične geometrije površine reza reprodukcija boje na tom dijelu proizvoda može pokazivati odstupanja u odnosu na referentni otisak na ravnoj površini papira. Cilj rada je analizirati stabilnost reprodukcije procesnih CMYK boja pri digitalnom tisku na rubu knjižnog bloka te utvrditi postoje li razlike u kolorimetrijskom ponašanju pojedinih kanala na različitim tiskovnim podlogama. Istraživanje je provedeno na četiri vrste papira koji se često koriste u proizvodnji knjiga: bezdrveni nepremazani papir, nepremazani papir s drvnim vlaknima, jednostruko premazani papir i dvostruko premazani papir. Na svakoj podlozi otisnuti su CMYK testni uzorci, a kolorimetrijska mjerenja provedena su spektrofotometrom u CIELAB sustavu. Razlike između referentnog otiska i otiska na rubu knjižnog bloka kvantificirane su pomoću formule ΔE_{00} uz analizu komponenti ΔL , ΔC i ΔH . Rezultati pokazuju da tisak na rubu knjižnog bloka uzrokuje veća kolorimetrijska odstupanja u odnosu na referentni otisak, pri čemu najveća odstupanja pokazuje magenta kanal, dok crni kanal pokazuje najveću stabilnost reprodukcije. Također je uočeno da premazani papiri pokazuju izraženija odstupanja u odnosu na nepremazane podloge. To upućuje na potrebu prilagodbe parametara reprodukcije boje različitim papirnim podlogama.

Ključne riječi: tisak na rubu knjižnog bloka, kolorimetrijska odstupanja, CIELAB ΔE_{00} , CMYK procesne boje, papirne podloge

Abstract

Digital edge printing is used to decorate book edges by printing on the cut surface of the book block. Due to the porous structure of paper and the geometry of the cut surface, color reproduction on this part of the product may differ from the reference print on a flat paper surface. The aim of this study is to analyze the reproduction stability of CMYK process colors in digital edge printing and to determine whether individual channels behave differently on various printing substrates. The research was conducted on four paper types commonly used in book production: wood-free uncoated paper, uncoated wood-containing paper, single-coated paper and double-coated paper. CMYK test patches were printed on each substrate, and colorimetric measurements were performed with a spectrophotometer in the CIELAB system. Differences between the reference print and the edge print were quantified using the ΔE_{00} formula with analysis of ΔL , ΔC and ΔH components. The results show that edge printing causes larger color deviations than reference print. The largest deviations were found in the magenta channel, while the black channel showed the highest reproduction stability. Coated papers also showed larger deviations than uncoated substrates. These findings highlight the influence of substrate properties on color reproduction.

Keywords: edge printing, colorimetric deviations, CIELAB ΔE_{00} , CMYK process colors, paper substrates

KONCEPT DIZAJNA KOOPERATIVNE ROGUELIKE VIDEOIGRE SA STRIPOVSKOM STILIZACIJOM INSPIRIRANE LOKALNIM KULTURNIM ELEMENTIMA

DESIGN CONCEPT OF A COOPERATIVE ROGUELIKE VIDEO GAME FEATURING COMIC-STYLE STYLIZATION INSPIRED BY LOCAL CULTURAL ELEMENTS

Ida Matilda Repar, Tibor Skala, Marko Maričević, Paula Srdanović

Grafički fakultet

Sažetak

U suvremenom dizajnu videoigara sve se češće se koriste vizualni sistemi inspirirani lokalnim kulturnim elementima, ali potencijal Hrvatskih regija i dalje ostaje neiskorišten. Cilj ovog rada je istražiti mogućnosti dizajna roguelike videoigre inspirirane ruralnim kulturnim baštinama i tradicijama sjeverozapadne Hrvatske, posebno regija Zagorja i Međimurja, prikazano kroz blago humoristične stereotipe. Istraživanje se temelji na analizi postojećih roguelike igara te na istraživanju lokalnih vizualnih, narativnih i glazbenih motiva karakterističnih za odabrane regijske ruralne sredine. Na temelju tih analiza razvijen je koncept videoigre u kojoj igrači upravljaju skupinom likova stereotipičnih bakica smještenih u stilizirano ruralno okruženje inspirirano malim selima, lokalnom arhitekturom, folklorom i humorom karakterističnim za navedene regije. Kroz niz levela igrači postupno napreduju od ruralnih prostora prema urbanom okruženju, pri čemu se gameplay sustavi, dizajn protivnika i vizualni elementi razvijaju paralelno s progresijom kroz prostor. Poseban naglasak stavljen je na stvaranje prepoznatljivog vizualnog identiteta igre kroz reinterpretaciju lokalnih kulturnih elemenata u stiliziranom stripovskom stilu

Ključne riječi: dizajn videoigara, roguelike, kulturna baština, vizualni identitet, stripovska stilizacija

Abstract

In contemporary video game design, visual systems inspired by local cultural elements are increasingly popular, yet the potential of Croatian regional heritage remains largely unexplored. The aim of this thesis is to investigate the possibilities of designing a roguelike video game inspired by the rural cultural heritage and traditions of northwestern Croatia, particularly the regions of Zagorje and Međimurje, presented through mildly humorous stereotypes. This research is based on the analysis of existing roguelike games as well as on the exploration of local visual, narrative, and musical motifs based on the selected rural environments. According to these analyses, a video game concept was developed in which players control a group of stereotypical grannies placed in a stylized rural setting inspired by small villages, local architecture, folklore, and the characteristic humor of these regions. Through a series of levels, players gradually progress from rural areas toward urban environments, with gameplay systems, enemy design, and visual elements evolving in parallel with spatial progression. Special emphasis is placed on creating a recognizable visual identity for the game through the reinterpretation of local cultural elements in a stylized comic-like aesthetic.

Keywords: video game design, roguelike, cultural heritage, visual identity, comic-style stylization

PRIMJENA DIGITALNE FORENZIKE U ANALIZI SIGURNOSNIH ELEMENATA NA UZORKU INDONEZIJSKIH RUPIJA

APPLICATION OF DIGITAL FORENSICS IN THE ANALYSIS OF SECURITY FEATURES ON A SAMPLE OF INDONESIAN RUPIAH

Renato Macešan¹, Aleksandra Bernašek Petrinec², Rea Franković³, Vesna Uglješić²

1 Tehničko veleučilište u Zagrebu - student

2 Tehničko veleučilište u Zagrebu

3 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Krivotvorenje novca predstavlja trajni izazov za financijsku sigurnost i stabilnost monetarnih sustava, što zahtijeva kontinuirani razvoj i primjenu višeslojnih sigurnosnih mehanizama. Suvremene novčanice predstavljaju složene sigurnosne vrijednosne papire koji integriraju različite zaštitne tehnologije s ciljem sprječavanja krivotvorenja i osiguravanja pouzdane autentifikacije. Razvoj digitalnih tehnologija i naprednih metoda reprodukcije povećava se potreba za sustavnom analizom i evaluacijom sigurnosnih elemenata papirnato novca. U ovom radu provodi se forenzička analiza sigurnosnih značajki indonezijskih rupija serije 2022 na uzorku sedam denominacija u rasponu od 1000 do 100000 rupija. Istraživanje se temelji na primjeni multispektralnog pristupa u okviru digitalne forenzike, koji uključuje vizualnu analizu u vidljivom spektru te promatranje uzoraka u ultraljubičastom (UV) i blisko infracrvenom (NIR) području elektromagnetskog spektra. Analiza je provedena pomoću uređaja za digitalnu forenziku Projectina Docucenter 4500 uz primjenu softvera PIA 7000. Posebna pažnja posvećena je identifikaciji i dokumentiranju ključnih sigurnosnih elemenata, uključujući vodeni znak, zaštitnu nit, mikro tisak, latentne slike i hologramske komponente, kao i njihovoj vidljivosti i promjenama u različitim spektralnim uvjetima. Istraživanje pruža sustavan pregled sigurnosnih elemenata analizirane serije novčanica te naglašava važnost multispektralne analize u postupcima forenzičkog ispitivanja i autentifikacije papirnato novca. Dobiveni rezultati doprinose boljem razumijevanju primjene digitalne forenzike u analizi vrijednosnih papira te mogu poslužiti kao osnova za daljnja istraživanja u području zaštite valuta.

Ključne riječi: sigurnosni elementi, papirnat novčanice, digitalna forenzika, UV analiza, NIR analiza, indonezijska rupija

Abstract

Currency counterfeiting represents a persistent challenge to the financial security and stability of monetary systems, requiring the continuous development and implementation of multilayered security mechanisms. Modern banknotes constitute complex security documents that integrate various protective technologies aimed at preventing counterfeiting and ensuring reliable authentication. The development of digital technologies and advanced reproduction methods has increased the need for systematic analysis and evaluation of banknote security features. This study presents a forensic analysis of the security features of the 2022 series of Indonesian rupiah banknotes based on a sample of seven denominations ranging from 1,000 to 100,000 rupiah. The research is based on the application of a multispectral approach within the framework of digital forensics, including visual examination in the visible spectrum and observation of samples in the ultraviolet (UV) and near-infrared (NIR) regions of the electromagnetic spectrum. The analysis was conducted using the Projectina Docucenter 4500 digital forensic examination system with the PIA 7000 software package. Particular attention was given to the identification and documentation of key security features, including the watermark, security thread, microprinting, latent images, and holographic components, as well as their visibility and behavior under different spectral conditions. The study provides a systematic overview of the security elements of the analyzed banknote series and emphasizes the importance of multispectral analysis in forensic examination and authentication procedures of paper currency. The obtained results contribute to a better understanding of the application of digital forensics in the analysis of security documents and may serve as a basis for further research in the field of currency protection.

Keywords: security features, paper banknotes, digital forensics, UV analysis, NIR analysis, Indonesian rupiah

FOTOGRAMetriJA MAKROFOTOGRAFskih OBJEKATA NA PRIMJERU CVIJETA VRSTE CROCUS VERNUS

PHOTOGRAMMETRY OF MACROPHOTOGRAPHIC OBJECTS: THE CASE OF CROCUS VERNUS FLOWER

Ivan Šokić

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Fotogrametrija makrofotografskih objekata predstavlja specifičnu primjenu digitalne fotogrametrije usmjerenu na trodimenzionalnu rekonstrukciju vrlo malih predmeta visoke razine detalja. Za razliku od klasične fotogrametrije, makrofotogrametrija zahtijeva prilagođene metode snimanja zbog plitke dubinske oštine, osjetljivosti na vibracije i potrebe za kontroliranim osvjetljenjem. U radu se analiziraju ključni parametri snimanja, uključujući povećanje, kalibraciju fotoaparata, raspored snimanja i geometriju preklapanja fotografija. Posebna pažnja posvećena je utjecaju optičkih distorzija i preciznosti skaliranja modela.

U eksperimentalnom dijelu rada snimani su makrofotografski objekti sitnih detalja, pri čemu je kao primjer korišten cvijet vrste *Crocus vernus*. Dobivene fotografije obrađene su postupkom fotogrametrijske rekonstrukcije, nakon čega su generirani 3D modeli uvezeni i dodatno optimizirani u programu Blender. U Blenderu je provedena retopologija i čišćenje mreže čime je omogućena daljnja analiza, vizualizacija i integracija modela u druge digitalne sustave.

Zaključno, makrofotogrametrija predstavlja isplativu i pristupačnu metodu za dokumentiranje sitnih objekata u područjima poput arheologije, forenzike, biologije i industrijske inspekcije, a primjer vrste *Crocus vernus* pokazuje njezinu primjenjivost u detaljnoj digitalnoj dokumentaciji bioloških uzoraka.

Ključne riječi: Makrofotogrametrija, 3D rekonstrukcija, Digitalna fotogrametrija, *Crocus vernus*, Blender

Abstract

Macro-object photogrammetry represents a specific application of digital photogrammetry aimed at the three-dimensional reconstruction of very small objects with a high level of detail. Unlike conventional photogrammetry, macro-photogrammetry requires adapted acquisition methods due to shallow depth of field, sensitivity to vibrations, and the need for controlled lighting conditions. This study analyses key acquisition parameters, including magnification, camera calibration, image acquisition layout, and the geometry of image overlap. Particular attention is given to the influence of optical distortions and the accuracy of model scaling.

In the experimental part of the study, macro-photographic objects with fine structural details were captured, using the flower of the species *Crocus vernus* as a case study. The acquired photographs were processed using a photogrammetric reconstruction workflow, after which the generated 3D models were imported and further optimized in the software Blender. Retopology and mesh cleaning were performed in Blender, enabling further analysis, visualization, and integration of the models into other digital systems.

In conclusion, macro-photogrammetry represents a cost-effective and accessible method for documenting small-scale objects in fields such as archaeology, forensics, biology, and industrial inspection. The example of *Crocus vernus* demonstrates its applicability in the detailed digital documentation of biological specimens.

Keywords: Macro photogrammetry, 3D reconstruction, Digital photogrammetry, *Crocus vernus*, Blender

OTKRIVANJE TRAGOVA DIGITALNE OBRADE I METODE REKONSTRUKCIJE DIGITALNIH SLIKA

DETECTION OF DIGITAL PROCESSING TRACES AND METHODS FOR RECONSTRUCTION OF DIGITAL IMAGES

Aleksandra Bernašek Petrinc¹, Borna Gregurić²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu

² Tehničko veleučilište u Zagrebu - student

Sažetak

Autentičnost digitalnih slika postala je ključno pitanje u suvremenom informacijskom društvu, gdje vizualni sadržaj ima dokaznu, komunikacijsku i znanstvenu vrijednost. Razvoj naprednih alata za obradu slike omogućio je jednostavne i sofisticirane manipulacije, uključujući copy-move operacije, kompozitne montaže i višestruku kompresiju, čime je narušena pouzdanost vizualnih dokaza. Ovaj rad analizira metode otkrivanja tragova digitalne obrade s naglaskom na histogram analizu, detekciju kompresijskih artefakata, analizu pikselnih neslaganja te metode temeljene na značajkama slike. Koristio se integrirani forenzički pristup koji kombinira Error Level Analysis (ELA), detekciju ključnih točaka i DBSCAN klasteriranje radi precizne lokalizacije manipuliranih regija. Uz detekciju manipulacija, razmatrale su se i metode rekonstrukcije slike, uključujući interpolacijske tehnike, inpainting, super-rezoluciju i modele dubokog učenja. Eksperimentalni rezultati potvrđuju da višeslojni pristup povećava pouzdanost detekcije i omogućuje učinkovitu rekonstrukciju degradiranih vizualnih podataka.

Ključne riječi: digitalna forenzika, digitalna obrada slike, ELA, ORB, DBSCAN, histogram, JPEG artefakti, rekonstrukcija slike

Abstract

The authenticity of digital images has become a critical issue in the contemporary information society, where visual content carries evidential, communicative, and scientific value. The development of advanced image processing tools has enabled both simple and sophisticated manipulations, including copy-move operations, composite image editing, and multiple compression, thereby compromising the reliability of visual evidence. This paper analyzes methods for detecting traces of digital image processing, with particular emphasis on histogram analysis, detection of compression artifacts, analysis of pixel inconsistencies, and feature-based image analysis methods. An integrated forensic approach was employed, combining Error Level Analysis (ELA), keypoint detection, and DBSCAN clustering to enable precise localization of manipulated regions. In addition to manipulation detection, image reconstruction methods were also considered, including interpolation techniques, image inpainting, super-resolution methods, and deep learning models. Experimental results confirm that a multilayered analytical approach improves detection reliability and enables effective reconstruction of degraded visual data.

Keywords: digital forensics, digital image processing, ELA, ORB, DBSCAN, histogram analysis, JPEG artifacts, image reconstruction

AR KODOVI NA AMBALAŽI KAO KOMUNIKACIJSKI I SOCIOLOŠKI ALAT ZA POVEĆANJE PRISTUPAČNOSTI I PODRŠKE OSOBAMA S INVALIDITETOM

AR CODES ON PACKAGING AS A COMMUNICATION AND SOCIOLOGICAL TOOL FOR ENHANCING ACCESSIBILITY AND SUPPORT FOR PERSONS WITH DISABILITIES

Filip Okanović¹, Paula Ceraj², Denis Jurečić³

1 Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, student

2 Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija, Odsjek za sociologiju, studentica

3 Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Sažetak

Digitalna transformacija ambalaže otvara NOVO područje primjene u kojem ambalaža postaje interaktivni komunikacijski medij, posebno kroz implementaciju tehnologije proširene stvarnosti (AR). Ovaj rad istražuje kako AR kodovi, izvorno razvijeni za proširenje informacija o proizvodu i unapređenje korisničkog iskustva, mogu djelovati kao snažan komunikacijski i sociološki alat za podršku osobama s invaliditetom. Polazeći od grafičko tehnoloških aspekata dizajna ambalaže i rezultata studentskog istraživanja o AR kodovima (Okanović, 2026), rad proširuje perspektivu uključivanjem socioloških uvida studentice Paule Ceraj o pristupačnosti, društvenoj inkluziji i komunikacijskim barijerama u svakodnevnoj potrošnji. U radu je proveden eksperiment koji ispituje kako AR kodovi mogu pretvoriti statičnu ambalažu u interaktivni medij koji pruža personalizirane informacije: audio upute za slijepe i slabovidne osobe, vizualno pojednostavljene prikaze za osobe s kognitivnim poteškoćama, animirane demonstracije za korisnike s motoričkim ograničenjima te komunikacijske prilagodbe za gluhe i nagluhe osobe. Time ambalaža postaje inkluzivan komunikacijski kanal koji nadilazi fizička i informacijska ograničenja klasičnog tiska. Rad analizira tehnološke, dizajnerske i komunikološke preduvjete za implementaciju takvih rješenja, kao i sociološke implikacije njihove primjene u kontekstu svakodnevne potrošnje, pristupačnosti i društvene jednakosti. Naglasak je na interdisciplinarnom pristupu koji povezuje grafičku tehnologiju, komunikacijske znanosti i sociologiju, s ciljem stvaranja ambalaže koja ne samo informira, nego aktivno pomaže i uključuje osobe s invaliditetom. Ovakav pristup predstavlja inovativan doprinos temama konferencije Tiskarstvo i dizajn 2026, posebno u području dizajna ambalaže, multimedije, digitalne pristupačnosti i društveno sociološke odgovornosti. Ključne riječi: AR kodovi, ambalaža, sociologija, proširena stvarnost, interaktivni dizajn

Abstract

The digital transformation of packaging opens new possibilities for communication between products and consumers, particularly through the implementation of augmented reality (AR) technology. This paper explores how AR codes originally developed to extend product information and enhance user experience can become a powerful communication and sociological tool for supporting persons with disabilities. Building on the graphic technology aspects of packaging design and the results of a student research project on AR codes (Okanović, 2026), the paper expands the perspective by incorporating sociological insights from student Paula Ceraj on accessibility, social inclusion and communication barriers in everyday consumption. An experiment was conducted to examine how AR codes can transform static packaging into an interactive medium capable of providing personalized information: audio instructions for blind and visually impaired users, visually simplified displays for individuals with cognitive difficulties, animated demonstrations for users with motor impairments, and communication adapted content for deaf and hard of hearing individuals. In this way, packaging becomes an inclusive communication channel that surpasses the physical and informational limitations of traditional print. The paper analyzes the technological, design and communication prerequisites for implementing such solutions, as well as the sociological implications of their use in the context of everyday consumption, accessibility and social equality. Emphasis is placed on an interdisciplinary approach that connects graphic technology, communication sciences and sociology, with the aim of creating packaging that not only informs but actively assists and includes persons with disabilities. This approach represents an innovative contribution to the themes of the Printing and Design 2026 conference, particularly in the fields of packaging design, multimedia, digital accessibility and socio cultural responsibility. Key words: AR codes, packaging, sociology, augmented reality, interactive design

INFRADESIGN® I LOGISTIČKA INTELIGENCIJA AMBALAŽE - INTEGRACIJA DIZAJNA, TRANSPORTA I DISTRIBUCIJSKIH SUSTAVA

INFRADESIGN® AND PACKAGING LOGISTICS INTELLIGENCE - INTEGRATION OF DESIGN, TRANSPORT AND DISTRIBUTION SYSTEMS

Dorian Fafandel¹, Denis Jurečić²

¹ Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, student

² Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

U ovom radu predstavljeno je novo istraživanje usmjereno na integraciju dizajna, logistike i distribucijskih tehnologija kroz koncept infradizajna® i logističke inteligencije ambalaže. Ambalaža se promatra kao aktivni element distribucijskog sustava, a ne kao pasivni omot, pri čemu njezina forma, materijal, struktura i informacijska obilježja izravno utječu na učinkovitost transporta, skladištenja i rukovanja. Kako je u radu naglašeno, „ambalaža predstavlja aktivnog sudionika u čitavom lancu opskrbe i uporabe, koji odlučujuće utječe na učinkovitost, troškove i zadovoljstvo krajnjeg korisnika“, što potvrđuje njezinu stratešku ulogu u suvremenoj logistici. U radu je napravljen eksperiment kojim se kvantitativno ispituje utjecaj optimizacije oblika, dimenzija i materijala ambalaže na logističke parametre poput volumetrijske učinkovitosti, stabilnosti slaganja i troškova transporta. Rezultati pokazuju da standardizacija i modularnost ambalaže značajno povećavaju iskorištenost skladišnog prostora i smanjuju operativne troškove. Dodatno, koncept infradizajna® uvodi novu razinu integracije vizualnog identiteta, funkcionalnosti i digitalne sljedivosti, omogućujući ambalaži da postane dio informacijskog toka kroz RFID, bar kodove, INFRA red kamere i automatizirane sustave praćenja. Rad potvrđuje da strateški dizajn ambalaže koji uključuje tehničke, logističke i komunikacijske aspekte predstavlja ključnu komponentu konkurentnosti poduzeća. Integracija infradizajna® i logističke inteligencije ambalaže otvara nove mogućnosti za optimizaciju distribucijskih sustava, smanjenje troškova, povećanje održivosti i poboljšanje ukupne učinkovitosti globalnih lanaca opskrbe.

Ključne riječi: ambalaža, infradizajn®, transport, skladištenje, sljedivost

Abstract

This paper presents new research focused on the integration of design, logistics and distribution technologies through the concept of infraredesign® and packaging logistics intelligence. Packaging is examined as an active element of the distribution system rather than a passive wrapper, with its form, material, structure and informational features directly influencing the efficiency of transport, storage and handling. As highlighted in the paper, “packaging represents an active participant in the entire supply and usage chain, decisively influencing efficiency, costs and end user satisfaction,” confirming its strategic role in contemporary logistics. An experiment was conducted to quantitatively examine the impact of optimizing packaging shape, dimensions and materials on key logistics parameters such as volumetric efficiency, stacking stability and transport costs. The results show that packaging standardization and modularity significantly increase warehouse space utilization and reduce operational costs. Additionally, the concept of infrared design introduces a new level of integration between visual identity, functionality and digital traceability, enabling packaging to become part of the information flow through RFID, barcodes, infrared cameras and automated tracking systems. The study confirms that strategic packaging design encompassing technical, logistical and communication aspects represents a key component of enterprise competitiveness. The integration of infraredesign® and packaging logistics intelligence opens new possibilities for optimizing distribution systems, reducing costs, increasing sustainability and improving the overall efficiency of global supply chains.

Keywords: packaging, infraredesign®, transport, storage, traceability

ČVRSTOĆA KONSTRUKCIJE AMBALAŽE U KARTONSKIM I VALOVITIM SUSTAVIMA TE NJIHOVA PRIMJENA U SUVREMENOM DIZAJNU PAKIRANJA PIVA

STRUCTURAL STRENGTH OF PACKAGING IN CARTON AND CORRUGATED SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN CONTEMPORARY BEER PACKAGING DESIGN

Iskra Gerin¹, Tin Getz¹, Denis Jurečić²

¹ Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, student

² Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Ovaj rad objedinjuje tehničke, konstrukcijske i dizajnerske aspekte ambalaže kroz analizu čvrstoće i funkcionalnosti kartonskih i valovitih ambalažnih sustava te njihovu primjenu u suvremenom dizajnu pakiranja piva. Polazeći od svojstava kartona i valovitog kartona, rad razmatra utjecaj vrste vlakana, strukture valova i konstrukcijskih rješenja na kompresijsku otpornost, stabilnost i zaštitnu funkciju ambalaže. Poseban naglasak stavljen je na metode ispitivanja čvrstoće, uključujući ECT i BCT testove, koji omogućuju procjenu nosivosti ambalaže u stvarnim logističkim uvjetima. U drugom dijelu rada analiziraju se funkcionalnost i dizajn pakiranja piva kroz integraciju novih materijala, pametnih tehnologija i kreativnih vizualnih rješenja. Kroz eksperiment i istraživanje potrošačkih preferencija prikazuje se kako inovativna pakiranja, digitalni elementi i estetski dizajn utječu na percepciju brenda, korisničko iskustvo i odluku o kupnji. Povezivanjem tehničkih parametara čvrstoće ambalaže s dizajnerskim i komunikacijskim aspektima pakiranja piva, rad pruža interdisciplinarni pregled ambalaže kao konstrukcijskog, zaštitnog i marketinškog sustava. Rad ističe važnost pravilnog projektiranja konstrukcije ambalaže, optimizacije materijala i primjene tehnoloških inovacija kako bi se postigla veća funkcionalnost, održivost i konkurentnost ambalažnih rješenja u industrijskoj praksi.

Ključne riječi: ambalaža, čvrstoća, konstrukcija, valoviti karton, dizajn

Abstract

This paper integrates technical, structural and design aspects of packaging through an analysis of the strength and functionality of carton and corrugated packaging systems, as well as their application in contemporary beer packaging design. Starting from the material properties of carton and corrugated board, the paper examines the influence of fiber type, flute geometry and structural solutions on compression resistance, stability and the protective function of packaging. Special emphasis is placed on strength testing methods, including ECT and BCT tests, which enable the assessment of load bearing capacity under real logistical conditions. The second part of the paper analyzes the functionality and design of beer packaging through the integration of new materials, smart technologies and creative visual solutions. Through an experiment and consumer preference research, the study demonstrates how innovative packaging, digital elements and aesthetic design influence brand perception, user experience and purchasing decisions. By connecting the technical parameters of packaging strength with the design and communication aspects of beer packaging, the paper provides an interdisciplinary overview of packaging as a structural, protective and marketing system. The study highlights the importance of proper structural design, material optimization and technological innovation to achieve higher functionality, sustainability and competitiveness of packaging solutions in industrial practice.

Keywords: packaging, strength, structure, corrugated board, design

EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE APSORPCIJE SVJETLOSTI BOJILA NA TEKSTILU

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF LIGHT ABSORPTION BY DYES ON TEXTILES

Silvio Plehati, Aleksandra Bernašek Petrincec, Tomislav Bogović, Jana Žiljak Gršić

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Optička svojstva sloja bojila nanosenog na tekstilni supstrat mogu se istraživati analizom interakcije svjetlosti s nanosenim slojem i strukturom podloge. U grafičkoj tehnologiji vizualni izgled boje procjenjuje se prvenstveno u vidljivom području spektra, dok dodatne informacije o optičkom odzivu sloja bojila mogu biti dostupne u bliskom infracrvenom području. Analiza propusnosti svjetlosti u tom spektralnom području omogućuje uvid u promjene optičkih svojstava uzrokovane različitim količinama nanosenog bojila. U ovom radu provedeno je eksperimentalno ispitivanje apsorpcije svjetlosti bojila nanosenog na tekstil primjenom jednostavnog optoelektroničkog mjernog uređaja koji koristi infracrveni izvor svjetlosti i fotodiodu osjetljivu u bliskom infracrvenom području. Mjerenje se temelji na registraciji svjetlosti koja prolazi kroz tekstilni uzorak, pri čemu promjena intenziteta transmitiranog signala ukazuje na promjenu apsorpcije svjetlosti u sloju bojila. Tekstilni uzorci pripremljeni su primjenom različitih količina bojila kako bi se ispitala povezanost između debljine nanosenog sloja i optičkog odziva u bliskom infracrvenom području. Apsorpcija je određena iz odnosa transmitiranog signala kroz referentni tekstilni uzorak i uzorak s nanosenim bojilom. Rezultati pokazuju da povećanje količine nanosenog bojila dovodi do smanjenja transmitiranog signala, što ukazuje na povećanje apsorpcije svjetlosti. Dobiveni rezultati potvrđuju mogućnost primjene jednostavnih optoelektroničkih mjernih uređaja za eksperimentalno istraživanje optičkog odziva slojeva bojila nanosenih na tekstilne i tiskarske supstrate.

Ključne riječi: blisko-infracrvena spektroskopija, slojevi bojila, tekstilni supstrati, apsorpcija svjetlosti, optoelektronički senzor

Financiranje: Ovo istraživanje financirano je sredstvima Europske unije – NextGenerationEU kroz projekt “Realna reprodukcija flore izvedena blizancima bojila u vidljivom i blisko infracrvenom području spektra sa primjenom na tekstil - NPO02024-4”, broj projekta NPO02024-4.

Abstract

The optical properties of a dye layer applied to a textile substrate can be investigated by analysing the interaction of light with the applied layer and the structure of the underlying substrate. In graphic technology, the visual appearance of colour is primarily evaluated in the visible region of the spectrum, while additional information about the optical response of dye layers may be obtained in the near-infrared region. Analysis of light transmittance in this spectral region provides insight into changes in optical properties caused by different amounts of applied dye. In this study, an experimental investigation of light absorption by dyes applied to textiles was carried out using a simple optoelectronic measuring device based on an infrared light source and a photodiode sensitive in the near-infrared region. The measurement is based on the detection of light transmitted through the textile sample, where changes in the intensity of the transmitted signal indicate variations in light absorption within the dye layer. Textile samples were prepared using different amounts of dye in order to examine the relationship between the thickness of the applied dye layer and the optical response in the near-infrared region. Absorption was determined from the ratio between the transmitted signal through a reference textile sample and the sample with the applied dye layer. The results show that increasing the amount of applied dye leads to a decrease in the transmitted signal, indicating an increase in light absorption. The obtained results confirm the potential of simple optoelectronic measuring devices for the experimental investigation of the optical response of dye layers applied to textile and printing substrates.

Keywords: Near-infrared spectroscopy, Dye layers, Textile substrates, Light absorption, Optoelectronic sensor

Funding: This research was funded by European Union - NextGenerationEU, project “Realistic reproduction of flora performed by twin dyes in the visible and near-infrared spectral region with application on textiles”, grant number NPO02024-4.

BOJA KAO MULTISENZORNI PODRAŽAJ: PSIHOLOŠKI, DIZAJNERSKI I INFRACRVENI ASPEKTI AMBALAŽNIH RJEŠENJA

COLOR AS A MULTISENSORY STIMULUS: PSYCHOLOGICAL, DESIGN AND INFRARED ASPECTS OF PACKAGING SOLUTIONS

Ana Mlinarić¹, Denis Jurečić²

1 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, studentica

2 Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Boja u dizajnu ambalaže tradicionalno se promatra kao vizualni element, no suvremena istraživanja pokazuju da ona djeluje kao multisenzorni podražaj koji istodobno aktivira emocionalne, kognitivne i perceptivne procese potrošača. Ovaj rad povezuje tri razine istraživanja: psihološku analizu boja iz završnog rada Ane Mlinarić (2025), evaluaciju vizualnih elemenata ambalaže iz magistarskog rada Denisa Jurečića (2004) te novu, proširenu perspektivu koja uključuje infracrvene (IR) i multispektralne pristupe u analizi ambalažnih rješenja.

Cilj rada je prikazati kako boja, promatrana izvan granica vidljivog spektra, može postati dodatni komunikacijski sloj u dizajnu ambalaže od sigurnosnih elemenata i skrivenih informacija do naprednih metoda praćenja potrošačke percepcije (npr. IR eye tracking). Kombinacijom teorijskih modela, empirijskih rezultata i multispektralnih koncepata, rad predlaže integrirani okvir za razumijevanje boje kao kompleksnog informacijskog i emocionalnog signala.

Ovaj pristup otvara nove mogućnosti za grafičku industriju, dizajn ambalaže i vizualne komunikacije, posebno u kontekstu personalizacije, sigurnosti, održivosti i naprednih tehnologija tiska.

Ključne riječi: boja, ambalaža, multisenzorni dizajn, infracrveni spektar, percepcija potrošača, vizualna komunikacija

Abstract

Color in packaging design is traditionally viewed as a visual element, yet contemporary research shows that it functions as a multisensory stimulus, simultaneously activating emotional, cognitive and perceptual processes in consumers. This paper integrates three levels of investigation: the psychological analysis of color from Ana Mlinarić's undergraduate thesis (2025), the evaluation of visual information elements from Denis Jurečić's master's thesis (2004), and a new, expanded perspective that incorporates infrared (IR) and multispectral approaches in the analysis of packaging solutions.

The aim of the paper is to demonstrate how color, when examined beyond the visible spectrum, can become an additional communication layer in packaging design from security features and hidden information to advanced methods of tracking consumer perception (e.g., IR eye tracking). By combining theoretical models, empirical findings and multispectral concepts, the paper proposes an integrated framework for understanding color as a complex informational and emotional signal.

This approach opens new possibilities for the graphic industry, packaging design and visual communication, particularly in the context of personalization, security, sustainability and advanced printing technologies.

Keywords: color, packaging, multisensory design, infrared spectrum, consumer perception, visual communication

MULTIMEDIJSKA PREZENTACIJA UMJETNIČKIH SLIKA KROZ ANIMACIJU PRIJELAZA IZ VIDLJIVOG U BLISKO INFRACRVENI SPEKTAR I ZVUČNU INTERPRETACIJU

MULTIMEDIA PRESENTATION OF ARTISTIC IMAGES THROUGH ANIMATION OF THE TRANSITION FROM THE VISIBLE TO THE NEAR-INFRARED SPECTRUM AND AUDIO INTERPRETATION

Tomislav Bogović¹, Ivana Žiljak Stanimirović²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu

² Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Sažetak

Rad prikazuje izradu multimedijalnog dokumenta koji povezuje vizualnu animaciju i zvučni zapis u jedinstvenu digitalnu prezentaciju umjetničkog djela. Polazište rada je umjetnička slika autorice Nada Žiljak, čija je vizualna interpretacija proširena animacijom koja prikazuje prijelaz iz vidljivog u blisko infracrveni dio spektra.

Paralelno s animacijom snimljen je zvučni zapis interpretativnog čitanja likovne kritike odabrane slike. Vizualni i audio sadržaj objedinjeni su u jedinstveni multimedijalni dokument izrađen u HTML formatu, u kojem je animacija postavljena u gornjem dijelu sučelja, dok se zvučni zapis nalazi ispod nje. Oba elementa mogu se pokrenuti istovremeno, čime se postiže sinkronizirana percepcija slike i njezine zvučne interpretacije.

Za lakši pristup dokumentu izrađen je i QR kod koji vodi na web lokaciju na kojoj je multimedijalni sadržaj pohranjen, omogućujući pregled i reprodukciju putem pametnih telefona i drugih digitalnih uređaja. Na taj način rad istražuje mogućnosti povezivanja spektralne vizualizacije umjetničkog djela, zvučne interpretacije i suvremenih digitalnih tehnologija u svrhu proširenja načina prezentacije i doživljaja likovne umjetnosti.

Ključne riječi: animacija, zvučni zapis, vidljivi dio spektra, blisko-infracrveni dio spektra

Abstract

The paper presents the creation of a multimedia document that connects visual animation and audio recording into a unified digital presentation of an artwork. The starting point of the work is an artwork by Nada Žiljak, whose visual interpretation is extended through an animation showing the transition from the visible to the near-infrared part of the spectrum.

In parallel with the animation, an audio recording of an interpretative reading of the art critique of the selected painting was recorded. The visual and audio content are integrated into a single multimedia document created in HTML format, where the animation is placed in the upper part of the interface, while the audio recording is located below it. Both elements can be played simultaneously, enabling a synchronized perception of the image and its audio interpretation.

For easier access to the document, a QR code was also created, leading to a website where the multimedia content is stored, allowing viewing and playback via smartphones and other digital devices. In this way, the work explores the possibilities of connecting the spectral visualization of an artwork, audio interpretation, and contemporary digital technologies in order to expand the ways of presenting and experiencing visual art.

Keywords: animation, audio recording, visible spectrum, near-infrared spectrum

Okrugli stol / Roundtable**ZNANSTVENI ČASOPISI IZMEĐU LOKALNOG I GLOBALNOG:
PERSPEKTIVA UREDNIKA****SCIENTIFIC JOURNALS BETWEEN LOCAL AND GLOBAL: AN EDITOR'S
PERSPECTIVE****Sudionici: Ivana Bolanča Mirković¹, Bruno Zelić², Jana Žiljak Gršić³**

1 Acta graphica

2 Engineering Power; Chemical and Biochemical Engineering Quarterly

3 Polytechnic and Design

Moderator: Amelia Kovačević

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Okrugli stol okupit će glavne urednike znanstvenih časopisa iz područja grafičke tehnologije i dizajna, inženjerstva, kemije i biokemije te interdisciplinarnih područja kako bi podijelili svoja iskustva iz uredničke prakse i razgovarali o aktualnim pitanjima znanstvenog izdavaštva. Znanstveni časopisi imaju važnu ulogu u širenju rezultata istraživanja, ali i u osiguravanju kvalitete znanstvene komunikacije kroz urednički i recenzijski postupak.

U razgovoru će se dotaknuti teme poput toga što urednici očekuju od rukopisa, koje su najčešće slabosti radova koji se šalju u časopise te kako autori mogu povećati izgled za uspješnu objavu. Raspravljat će se i o izazovima u pronalasku recenzenata, ulozi časopisa u međunarodnoj vidljivosti istraživanja te o novim trendovima u znanstvenom izdavaštvu, uključujući otvorenu znanost, otvoreni pristup i primjenu alata umjetne inteligencije.

Cilj okruglog stola je približiti uredničku perspektivu procesa objavljivanja, potaknuti raspravu između urednika i publike te ponuditi korisne uvide autorima koji žele unaprijediti kvalitetu i vidljivost svojih znanstvenih radova.

Ključne riječi: znanstveno izdavaštvo, znanstveni časopisi, urednička praksa; recenzentski postupak, otvorena znanost, znanstvena komunikacija

Abstract

The roundtable will bring together editors-in-chief of scientific journals in the fields of graphic technology and design, engineering, chemistry and biochemistry, and interdisciplinary fields to share their experiences from editorial practice and discuss current issues in scientific publishing. Scientific journals play an important role in disseminating research results, but also in ensuring the quality of scientific communication through the editorial and review process.

The discussion will touch on topics such as the editors' expectations from manuscripts, the most common weaknesses of papers submitted to journals, and how authors can increase their chances of successful publication. It will also discuss the challenges of finding reviewers, the role of journals in the international visibility of research, and new trends in scientific publishing, including open science, open access, and the use of artificial intelligence tools.

The roundtable aims to bring the editorial perspective of the publishing process closer, stimulate discussion between editors and the audience, and offer useful insights to authors who want to improve the quality and visibility of their scientific papers.

Keywords: scientific publishing, scientific journals, editorial practice; peer review process, open science, scientific communication