

Poglavje 7

Novomedijski umetniški projekti kot most med realnim in virtualnim svetom

Franc Solina in Srečo Dragan

Kot vsako porajajočo tehnologijo so tudi računalnike umetniki hitro sprejeli kot novo orodje za umetniško izražanje. Ker je računalniška tehnologija v pionirskih časih kot izhodne naprave poznala predvsem tiskalnike in risalnike, so se računalniki v likovni umetnosti uveljavili najprej na področju grafike. Prve umetniške upodobitve narejene s pomočjo računalnika se začnejo pojavljati v 60-tih letih 20. stoletja [1]. Med Slovenci je pionirsko vlogo pri uporabi računalnikov v likovni umetnosti odigral Edvard Zajec, tržaški Slovenec in diplomant Akademije za likovno umetnost v Ljubljani, ki je leta 1968 med svojim podiplomskim študiju na Ohio University v ZDA začel pri svojem grafičnem ustvarjanju uporabljati računalnik [2]. Ko se je Zajec v 70-tih letih vrnil za deset let domov, je na Tržaški univerzi sodeloval z dr. Matjažem Hmeljakom, računalničarjem, ki je

Franc Solina

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko,

Laboratorij za računalniški vid

email: franc.solina@fri.uni-lj.si

Srečo Dragan

Univerza v Ljubljani, Akademija za likovno umetnost in oblikovanje,

Katedra za nove medije

email: sreco.dragan@aluo.uni-lj.si

najprej le programiral za Zajca, postopoma pa se je tudi sam razvil v likovnega umetnika, ki svoje slike ustvarja – programira na računalniku [3]. Slika, ki jo je ustvaril dvojec Zajec–Hmeljak, krasi tudi naslovnico druge izdaje prvega slovenskega srednješolskega učbenika za računalništvo [4] (slika 7.1).



Slika 7.1: Na naslovnici druge izdaje prvega slovenskega srednješolskega učbenika za računalništvo je računalniška grafika dvojca Zajec–Hmeljak.

Leta 1968 so v Zagrebu v okviru umetniškega gibanja *Nove tendence* organizirali mednarodni simpozij, z naslovom *Computers and visual research*. Gibanje *Nove tendence* je zbralo umetnike nove generacije, ki jih je med drugim zanimala tudi nova medijska umetnost. Bienalne razstave konkretne, kinetične, konstruktivistične, konceptualne in računalniške umetnosti so bile v Zagrebu v letih 1961, 1963, 1965 in 1968/69. Kasneje so tam sledili še drugi simpoziji in razstave, izhajati pa je začela večjezična revija *Bit international* (1968-73, 9 številka), ki je Zagreb vzpostavila kot rojstno mesto teoretičnih estetskih medijskih raziskav.

Kot zanimivost naj omenimo še, da sta na mednarodnem kongresu združenja IFIP (International Federation for Information Processing) leta 1971 v Ljubljani George Stiny in James Gips v članku *Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture* [5] prvič predstavila povsem nov koncept generiranja oblik s pomočjo oblikovnih slovnice, kar je imelo kasneje velik vpliv tako na analizo slik kot na generiranje slik z računalnikom [6]. Računalnike so v svojem grafičnem ustvarjanju kasneje uporabljali še drugi slovenski likovniki, omenimo naj le še Petra Ciuhu, ki je računalnik uporabljal za kreiranje fraktalnih grafik [7].

Silovit razvoj računalniške tehnologije je sprožil digitalizacijo še drugih medijev, predvsem zvoka in videa, čemur je sledil pojav multimedijev. Razmah interneta in predvsem pojav svetovnega spleta leta 1993 pa je povzročilo, da so se vse te novosti začele postopoma toda vse hitreje razširjati po svetu. Preštevilni umetniki so se začeli spoprijemati z novimi tehničnimi možnostmi, ki jih je prinesel razvoj računalništva.

Obširen pregled mednarodne novomedijske umetniške scene, kjer se prepletata umetnost in znanost, je naredil Stephen Wilson [8, 9]. O sodobni medijski umetnosti s teoretskega vidika obširno piše tudi Janez Strehovec [10, 11, 12, 13, 14]. Najpomembnejši festival novomedijske umetnosti Prix Ars Electronica pa poteka vsako leto v avstrijskem Linzu.

V prvi polovici leta 1995, na začetku širitve svetovnega spleta smo v Laboratoriju za računalniški vid razvili *Slovensko virtualno galerijo* (SVG). To je bila tipična spletna multimedijska predstavitev prve generacije, ki je združila besedila, slike in video posnetke [15]. S SVG smo hoteli pokazati, kako bi bilo možno predstaviti slovensko likovno umetnost na internetu. Ker takrat še niso obstajala orodja za kreiranje takih spletnih strani, smo morali vsa orodja narediti sami. Danes obstaja cela vrsta plačljivih in odprtokodnih orodij, ki omogočajo enostavno in hitro kreiranje takih spletnih predstavitev.

Avtorja tega poglavja, Franc Solina in Srečo Dragan sva se prvič srečala jeseni leta 1995 ob predstavitvi SVG na prireditvi INFOS, srečanju in sejmu namenjenemu informacijski tehnologiji, ki se je takrat odvijala v Cankarjevem domu v Ljubljani. Srečo Dragan je pionir umetniškega videa in konceptualne umetnosti v Sloveniji [11, 16, 17, 18, 19, 20] (slika 7.2). To je bil začetek najinega dolgega in plodovitega sodelovanja na področju uporabe računalnikov v novih medijih. S tem srečanjem se je težišče našega delovanja z golega predstavljanja umetniških del na svetovnem spletu premaknilo k ustvarjanju novih umetniških del na področju novih medijev in interaktivnih umetniških instalacij. Multimedijijski pristop, ki smo ga razvili za SVG, pa smo uporabili pri številnih Draganovih projektih. Za njegove projekte smo morali razviti še druge, nove in izzivalne tehnične rešitve, kar nam je dalo zanimivo priložnost, da smo lahko preizkušali in eksperimentirali z novimi metodami v računalniškem vidu. Tako smo nekaj novih tehničnih rešitev na področju računalniškega vida in robotike prvič v praksi preizkusili prav na primeru interaktivnih umetniških instalacij [21].



Slika 7.2: Razstava Sreča Dragana (Galerija Eburna, Ljubljana, 1997)

Zaradi tega sodelovanja se je tudi delovanje Laboratorija za računalniški vid na področju umetnosti usmerilo v nove medije, saj je bil Dragan voljan raziskati in uporabiti številne nove tehnološke zmožnosti pri realizaciji svojih umetniških ciljev. Raz-

vili smo lasten sistem IVS (Internet Video Server) za aktivno opazovanje preko svetovnega spleta, ki omogoča tako prenos video signala kot usmerjanje kamere preko svetovnega spleta s pomočjo robotskega manipulatorja [22, 23, 24]. Video slika prenaša veliko več informacij, kot je to možno le z zaporedjem statičnih slik in na ta način lahko prepričljivo povežemo dejanske in virtualne svetove. Vodenje oziroma usmerjanje video kamere pa omogoča uporabniku, da lažje prostorsko strukturira vizualne informacije. Robotski manipulator je omogočil tudi sestavljanje panoramskih slik, kar je bila podlaga za povsem nov uporabniški vmesnik za video opazovanje [22].

Medtem ko naši pionirski poskusi promocije slovenske likovne umetnosti na internetu niso dobili institucionalne podpore, pa je sodelovanje Laboratorija za računalniški vid na Fakulteti za računalništvo in informatiko in Katedre za nove medije na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje obrodilo bogate sadove [21, 25, 26]. Multimedijske rešitve razvite za SVG in sistem IVS za aktivno opazovanje preko interneta smo uporabili v številnih Draganovih instalacijah. ROTAS-TENET (maj 1996) je bil posvečen arhitektu Jožetu Plečniku. Takrat smo med odpiranjem Plečnikove razstave na Hradčanih v Pragi s sistemom IVS vzpostavili zvezo med Prešernovim trgom v Ljubljani in Hradčani. Na ta način smo simbolno povezali Tromostovje in Hradčane, dve točki Plečnikove genialne arhitekturne intervencije [23].

Projekt *Netropolis-Kiborgovo oko* (1997) smo pripravili za Evropski mesec kulture v Ljubljani [27, 28]. Instalacija je omogočala izkušnjo teleprisotnosti preko interneta na različnih točkah Ljubljane s kombiniranjem žive video slike in virtualnega arhitekturnega prostora, po katerem se je bilo možno premikati. Projekt *Netropolis-Clavis urbis* (1998) pa je kurator Peter Weibel izbral za U3, drugi trienale Slovenske sodobne umetnosti, ki je bil v Moderni galeriji v Ljubljani. Poleg že naštetih tehničnih rešitev je ta projekt uporabil tudi mobilniga

robota, ki je nosil kamero in se ga je dalo upravljati preko svetovnega spleta [25, 29].

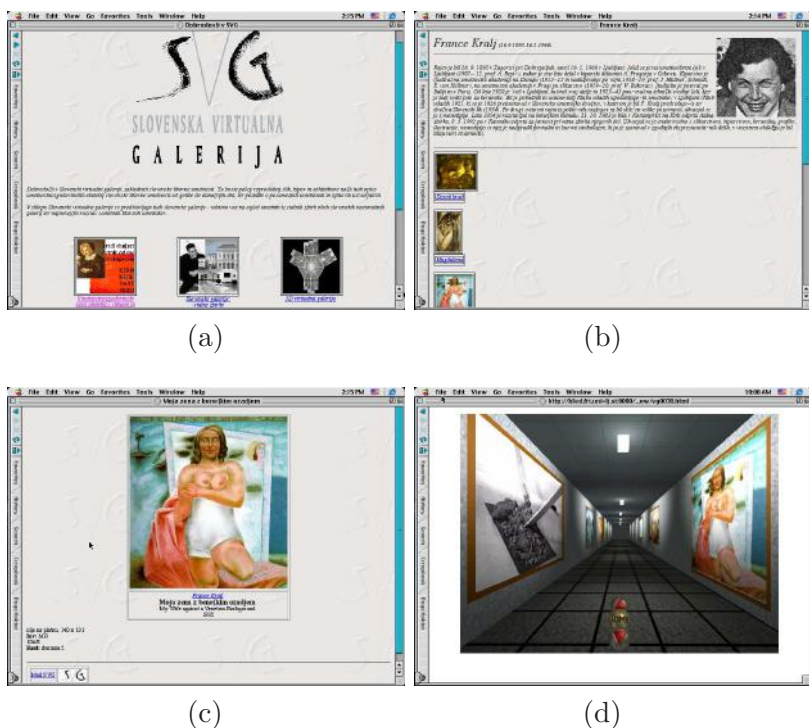
Ker je naš osrednji raziskovalni interes vezan na računalniški vid, to je interpretacijo slik z računalnikom, smo v številnih inštalacijah uporabili računalniški vid kot osrednji način za vzpostavitev interakcije z uporabnikom. Ljudje so vedno bolj tisti osrednji objekt na slikah, ki jih želimo interpretirati z računalniškim vidom [30]. Osrednja naloga je v tem primeru detekcija človeških obrazov in nato njihova razpoznava, ki je zanimiva tako za razne video nadzorne sisteme kot tudi vedno bolj za kulturno produkcijo [31]. Video kamere v kombinaciji z raznimi prikazovalniki so bile uporabljene v številnih umetniških inštalacijah. Tudi mi smo uporabili kamere v številnih inštalacijah zato, da bi detektirali obraze ljudi, njihove kretnje ali pa določili njihov položaj v prostoru. Računalniški vid smo uporabili v inštalacijah *15 sekund slave* [32], *Virtualno smučanje* [33] in *Veliki brat te gleda!* [34].

Najino sodelovanje sva razširila tudi na najine sodelavce, predvsem pa na najine študente. Študenti Akademije za likovno umetnost in oblikovanje (ALUO) in Fakultete za računalništvo in informatiko (FRI) Univerze v Ljubljani v okviru izbranih predmetov sodelujejo pri produkciji novomedijskih umetniških del že od leta 1996 [21, 26, 35]. Da bi temu interdisciplinarnemu sodelovanju dali nek bolj jasen okvir, smo ustanovili ArtNetLab, društvo za povezovanje umetnosti in znanosti [35]. V okviru društva ArtNetLab smo realizirali več kot sto intermedijskih projektov.

Leta 2001 sva Solina in Dragan v okviru 4. mednarodne multikonference *Informacijska družba IS'2001* v Ljubljani organizirala konferenco *Nove informacijske tehnologije v likovni umetnosti* [20]. Na tej konferenci so na najino povabilo sodelovali skoraj vsi pomembnejši umetniki in teoretiki novih medijev v Sloveniji: Marina Gržinič, Igor Štromajer, Janez Strehovec, Dragan Živadinov, Dušan Bučar in Marko Peljhan. V nada-

ljevanju tega poglavja bomo najprej bolj podrobno pregledali tehnološke rešitve, ki smo jih uporabljali pri našem delu na intermedijskem področju, nato pa najine posamezne projekte. Na koncu je še kratek pregled delovanje društva ArtNetLab in zaključek.

7.1 Slovenska virtualna galerija



Slika 7.3: (a) Domača stran *Slovenske virtualne galerije* razvite leta 1995, (b) biografija slikarja Franceta Kralja, (c) slika “Moja žena z beneškim ozadjem” Franceta Kralja (olje na platnu, 140 cm × 131 cm, 1932), (d) ista slika v notranjosti virtualne galerije

Slovensko virtualno galerijo (SVG) smo razvili v prvi polovici leta 1995 s ciljem, da bi predstavili slovensko likovno umetnost na internetu [15]. Pri pregledu slovenske umetnosti od gotike do današnjih dni so z izborom del in besedili sodelovali priznani slovenski umetnostni zgodovinarji, dr. Samo Štefanec, dr. Tomislav Vignjevič, Matej Klemenčič, dr. Barbara Jaki in dr. Igor Zabel. SVG je sestavljena iz treh delov (slika 7.3(a)):

1. pregled najpomembnejših umetnostno-zgodovinskih obdobj, ki vključujejo življenjepise umetnikov in seznam njihovih del v obliki ikon, ki se ob kliku povečajo na velikost ekrana (slika 7.3(b)),
2. stalne zbirke in razstave v izbranih slovenskih galerijah,
3. virtualna 3D galerija, po kateri se obiskovalec lahko premika in opazuje slike, ki so obešene na stene virtualne 3D arhitekture (slika 7.3(d)). S klikom na slike preskočimo na izbrana dela in njihove avtorje, ki so zbrani v prvem delu SVG.

SVG omogoča iskanje po avtorjih ali njihovih delih s pomočjo različnih ključev (imena, letnice, likovna tehnika).

Virtualni razstavnici prostor SVG smo implementirali kot med seboj povezano strukturo pogledov oziroma slik notranjosti, po kateri se lahko premikamo s klikanjem na slike [15]. Vsak pogled v 3D galerijskem prostoru, ki smo ga na začetku zgradili kot računalniški 3D model, smo ustvarili vnaprej in ga opremili s povezavami na druge sosednje lokacije oziroma poglede. S klikanjem na ustrezna področja teh slik se je obiskovalec premaknil na ustrezno pozicijo v virtualnem 3D prostoru, kjer se mu je odprl nov pogled. Z zaporedjem ustreznih klikov se tako lahko sprehajamo po virtualni galeriji. S klikom na sliko, obešeno na steno virtualnega prostora, spletna predstavitev preskoči v ustrezno predstavitev slike in njenega avtorja

v prvem delu SVG. Na ta način so vsi deli SVG-ja med seboj vsebinsko povezani.

Čeprav bi že takrat lahko uporabili 3D model prostora narejen z jezikom VRML (Virtual Reality Modeling Language), pa je naša rešitev na opisan način in ob takratni stopnji razvoja interneta lahko delovala precej hitreje, saj so celotno strukturo SVG sestavljali le med seboj povezani dokumenti HTML (HyperText Modeling Language). Premikanje po vnaprej izbranih poteh v virtualnem prostoru je za novinca tudi veliko lažje kot premikanje v poljubnih smereh, kar omogočajo virtualni prostori zgrajeni s pomočjo jezika VRML.

SVG je bila v Sloveniji toplo sprejeta [36, 37] in glede na veliko število obiskov tudi na internetu nasploh. Spletni uredniški odbor skupine McKinley je leta 1996 podelil SVG najvišjo oceno, to je štiri zvezdice, ker se je odlikovala po obsežnosti vsebine, enostavnosti preiskovanja in spletni privlačnosti. McKinley Group je bila ustanovljena leta 1993 kot skupina mednarodnih založnikov, tehnologov in informacijskih strokovnjakov, ki je ocenjevala spletne strani, da bi spodbujala kakovostne spletne predstavitve. Žal, takrat niti ena slovenska ustanova ni bila pripravljena prevzeti skrb za vzdrževanje in nadaljnji razvoj SVG-ja, saj SVG kot študentski projekt ni mogel obstati na dolgi rok. Medtem ko je bila vsebina prvega dela SVG-ja razmeroma stabilna, pa bi morali informacije o razstavah po izbranih likovnih galerijah sproti osveževati.

Leta 1999 je Zveza društev slovenskih likovnih umetnikov po zgledu SVG podprla projekt virtualnega Jakopičevega paviljona. Rihard Jakopič je bil eden od najpomembnejših predstavnikov slovenskega impresionizma, ki je leta 1908 financiral izgradnjo tega paviljona. Z jezikom VRML smo zgradili model Jakopičevega paviljona, ki je bil zaradi gradnje železniške proge ob robu parka Tivoli leta 1962 porušen, da bi služil kot virtualno okolje za predstavitev slovenskih umetnikov na internetu in da bi počastili Jakopičevo 130-letnico rojstva. Virtualni

model paviljona, ki je zvesto sledil načrtom arhitekta Maksa Fabianija, vsebuje tudi 3D model Jakopičeve posmrtno maske, ki smo jo s pomočjo strukturirane svetlobe zajeli v Laboratoriju za računalniški vid (slika 7.4).



Slika 7.4: 3D model Jakopičeve posmrtno maske

Glede na način implementacije sodi SVG v prvo generacijo takih spletnih predstavitev. Ker takrat še niso obstajala ustrezna orodja, smo razvili lastne rešitve za upravljanje SVG in avtomatsko generiranje ustreznih dokumentov HTML s pomočjo programskega jezika PERL [15]. Slike in drugi podatki so bili shranjeni kar v datotekah, s katerimi smo neposredno manipulirali. Ker je obstajalo le nekaj vrst dokumentov v SVG, smo uporabili kar vzorce za generiranje teh dokumentov HTML. Administratorju sistema, ki je vnašal nove vsebine v SVG, zato ni bilo potrebno poznati sintakse jezika HTML. Sistem SVG je uporabljal distribuirano podatkovno bazo in ga je bilo mogoče upravljati na daljavo.

Spletna tehnologija se je močno razvila samo v nekaj letih. Čeprav mnogi muzeji in galerije še uporabljajo posebej za njih razvite spletne predstavitve, pa je razvoj takih rešitev drag in zamuden. Danes je na voljo kopica plačljivih in odprtokodnih orodij, ki omogočajo hitro in enostavno gradnjo ter vzdrževanje spletnih predstavitev za muzeje in galerije. Resolucija slik v takih predstavitvah neprenehoma narašča, danes so aktualni tudi 3D modeli umetnin, ki jih je prav tako možno

enostavno vključiti v spletne predstavitve [38]. Poleg predstavitve namenjene občinstvu na spletu, take predstavitve danes v kombinaciji z mobilnimi napravami v veliki meri podpirajo tudi obiskovalce galerij in muzejev med samim obhodom fizičnega prostora, saj lahko uspešno nadomestijo osebne vodnike, zvočne posnetke in vodnike na papirju.

7.2 Živa video slika preko interneta



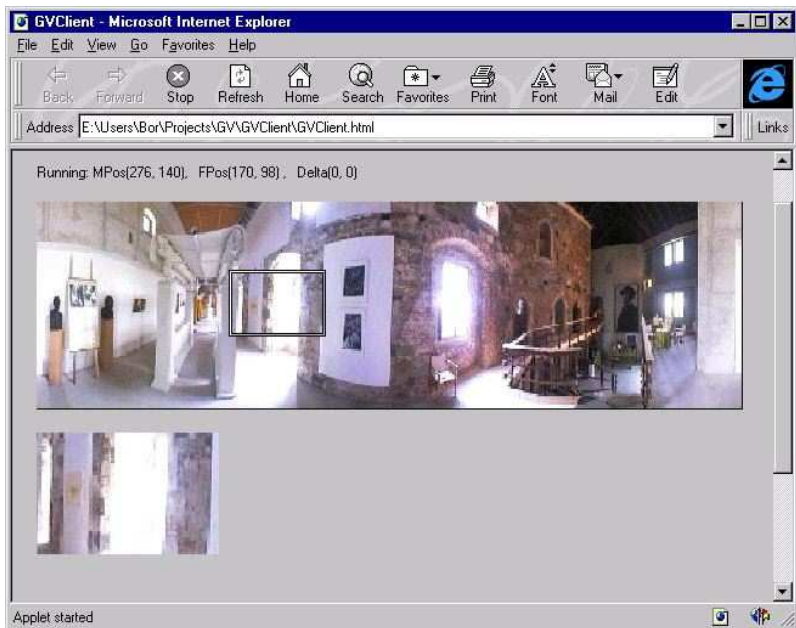
Slika 7.5: Prvi uporabniški vmesnik sistema IVS z gumbi za premikanje kamere levo, desno, dol in domov.

Leta 1996 smo v Laboratoriju za računalniški vid razvili lasten sistem za aktivno opazovanje na daljavo preko interneta, ki smo ga poimenovali Internetni video server (IVS) [22]. Sistem IVS sestavlja kamera nameščena na robotski roki, ki lahko

usmerja kamero levo in desno ter gor in dol. Uporabnik sistema IVS lahko opazuje živo video sliko in usmerja kamero preko spletnega brskalnika (slika 7.5). Med avgustom 1996 in majem 1998 so sistem IVS obiskali 40.000 krat z več kot 1.000 različnih računalnikov s celega sveta.

Prvotni uporabniški vmesnik IVS je omogočal usmerjanje kamere s pritiskanjem na gumb levo, desno, gor in dol. Zaradi vmesnega shranjevanja slike, ter počasnega in neenakomernega odzivanja takratnega interneta je bil tak način usmerjanja kamere z uporabnikovega vidika zelo nepredvidljiv. Ko je uporabnik, na primer, pritisnil tipko za premik kamere v levo, in se nekaj časa ni nič zgodilo, je gumb pritisnil še enkrat ali pa poskusil z drugim gumbom. Zaradi vmesnega shranjevanja in počasnosti interneta je uporabnik tako naenkrat zagledal sliko iz nove smeri kamere, ki pa ni bila le rezultat prvega ukaza, ampak kombinacije neznanega števila njegovih zaporednih ukazov. Odzivni čas sistema IVS je bil odvisen predvsem od tega, kako je bil priključen na internet. Uporabljali smo različne vrste priklopa, med drugim tudi s pomočjo mobilne telefonije. Za ta namen smo uporabljali prvo generacijo GSM telefona Nokia 9000 Communicator.

Drugi, še bolj izrazit problem prvotnega uporabniškega vmesnika IVS je zaznavne narave, saj posebej če je zorni kot kamere majhen, lahko hitro izgubimo občutek, kam na oddaljeni lokaciji je kamera usmerjena. Uporabnik se počuti podobno, kot če bi opazoval svojo okolico skozi dolg tulec. Ti problemi so narekovali oblikovanje boljšega uporabniškega vmesnika za oddaljeno opazovanje [22]. Ker je možno s pomočjo robotske roke natančno upravljati smer pogleda, lahko posamezne slike iz sistema IVS sestavimo v panoramsko sliko, ki obsega vseh 360 stopinj okoli opazovališča. To panoramsko sliko nato uporabimo kot ozadje za živo video sliko, ki jo umestimo na ustrezno mesto v panorami, da uporabniku lahko podamo referenčni okvir za njegovo opazovanje (slika 7.6).



Slika 7.6: Novi uporabniški vmesnik sistema IVS. Pravokotnik na statični panoramski sliki označuje okno, kjer je vidna živa video slika, in ki hkrati označuje tudi trenutno smer pogleda oddaljene kamere. Uporabnik s pomočjo miške premika okno po panoramski sliki in s tem upravlja z robotsko roko ter usmerja pogled kamere. Primer je z razstave o arhitektu Jožetu Plečniku, ki je bila na ljubljanskem gradu v času Evropskega meseca kulture leta 1997.

Prvotna ukaza „levo“ in „desno“ sta premaknila kamero za 15 stopinj v horizontalni smeri, ukaza „gor“ in „dol“ pa za 5 stopinj v vertikalni smeri (slika 7.5). Da bi premaknili kamero za 180 stopinj v levo bi morali pritisniti na ustrezno tipko kar 12 krat! V novem uporabniškem vmesniku, ki živo video sliko pokaže v kontekstu celotne panorame, pa za vsak poljuben premik kamere zadošča že en sam premik z miško. Po vključitvi sistema IVS, ta najprej zgradi panoramsko sliko s sistematičnim

premikanjem kamere. Živa video slika pa je nato umeščena na ustrezno mesto tako sestavljene statične panoramske slike. S premikanjem okna žive video slike pa se hkrati osvežuje tudi ustrezen del statične panoramske slike. Občasno, kadar sistema nihče ne uporablja, lahko ta sam osveži celotno panoramsko sliko.

Gradnja panoramske slike

Panoramske slike je možno narediti bodisi tako, da jih sestavimo iz več slik ali pa da celotno panoramsko sliko zajamemo naenkrat s pomočjo posebnih leč ali zrcal. Uporaba ekstremno širokokotnih objektivov ali paraboloidnih in drugih podobnih zrcal ustvari popačene slike, ki jih je pred uporabo potrebno ustrezno geometrijsko popraviti, kar pa spet povzroči, da imajo posamezni deli takih slik zelo različno resolucijo. Tako je najbolj izrazita prednost opisanega načina, da je celotna panorama zajeta naenkrat.

Sestavljanje panoramske slike iz več slik, tako da med posameznimi slikami kamero premikamo, pa pomeni, da celotna panorama ni zajeta v enem trenutku, sestavimo pa lahko zato panoramske slike pobjubnega obsega in resolucije. Če za premikanje kamere uporabimo robotski mehanizem, lahko slike poravnavamo kar na osnovi informacije o horizontalnih in vertikalnih zasukih mehanizma ter horizontalnem in vertikalnem zornem kotu kamere [22]. Pred sestavljanjem panoramske slike je potrebno posamezne slike transformirati iz sferičnega v cilindrični koordinatni sistem. Če pri premikanju kamere delamo majhne premike in iz vsake slike, iz katerih sestavljamo panoramo, vzamemo le zelo ozek navpičen sredinski pas slike, se tej transformaciji lahko izognemo, saj je v tem ozkem navpičnem pasu slike popačenje oziroma razlika med obema koordinatnima sistemoma zelo majhna. To po drugi strani zahteva daljši čas za gradnjo panorame, saj je potrebno zajeti veliko število posameznih slik (slika 7.6). Če zlepimo kar netransformirane slike,

se na stikih med posameznimi slikami ravne črte lomijo (npr. slika 7.14), gradnja panorame pa je zato hitrejša. Zaradi hitrejšega procesiranja pa tudi zaradi vizualnega učinka smo v umetniških instalacijah običajno uporabljali kar najmanjše potrebno število netransformiranih slik. Ker na stikih posameznih slik nismo uravnavali niti osvetlitve, je bilo zato možno že iz samega slikovnega rastra take panoramske slike sklepati o načinu njenega zajema (npr. slika 7.10).



Slika 7.7: Srečo Dragan in Bor Prihavec pripravljata opremo za zajem panoramske slike s sistemom IVS na vrhu stolpa Ljubljanskega gradu leta 1997.

Panoramske slike smo zajeli na številnih točkah po Ljubljani, tudi na vrhu Ljubljanskega gradu (slika 7.7). To je takrat pomenilo prenašanje osebnega računalnika in sistema IVS na ustrezne točke v mestu ter si zagotoviti priklop na električno napajanje.



Slika 7.8: 360-stopinjska panoramska slika posneta v Galeriji ZDSLJU na Komenskega ulici 8 v Ljubljani med razstavo Silvestra Plotajsa Sicoea leta 1997.



Slika 7.9: Slika *Stol za van Gogha* (olje na juti, 100 cm × 180 cm) Silvestra Plotajsa Sicoea, ki je bila leta 1997 razstavljena v Galeriji ZDSLJU in se jo vidi na panorami na sliki 7.8.

Uporaba sistema IVS

Novi, bolj intuitivni uporabniški vmesnik sistema IVS je bil prvič uporabljen junija 1997 med razstavo slikarja Silvestra Plo-tajsa Sicoea v Galeriji Zveze društev likovnih umetnikov Slo-venije (ZDSLU) v Ljubljani. Na statičnih panoramskih slikah, ki so bile posnete v vseh galerijskih prostorih (slika 7.8), je bilo možno s klikom na razstavljeno sliko priklicati njeno digitalno kopijo ter druge informacije o tej sliki, kot na primer *Stol za van Gogha* na sliki 7.9.

S trenutne pozicije platforme IVS, pa je lahko spletni obi-skovalec opazoval poleg statične panorame tudi živo video sliko. Z večimi takimi platformami bi lahko v živo prenašali sliko iz vseh galerijskih prostorov. V primeru SVG smo ustvarili virtu-alni galerijski prostor s pomočjo računalniške grafike, tukaj pa smo uporabili panoramske slike realnega prostora kot ozadje za ogledovanje posameznih slik. Sistem IVS smo uporabili v številnih interaktivnih instalacijah Sreča Dragana. Na osnovi panoramskih slik posnetih v Ljubljani je Srečo Dragan ustvaril tudi serijo umetniških grafik (slika 7.10).



Slika 7.10: Grafika Sreča Dragana, narejena na osnovi panorame za-jete s sistemom IVS na Ljubljanskem gradu.

Kasneje smo sistem IVS nadgradili z mrežno kamero in ga uporabili kot intuitiven uporabniški vmesnik v kombinaciji s sistemom za iskanje shranjenih posnetkov [24].

Opazovalec v prostoru

Zaradi narave raziskovalnega dela v Laboratoriju za računalniški vid so nas še posebej zanimale take umetniške instalacije, kjer slike zajete s kamero igrajo osrednjo likovno vlogo ali pa informacije, ki se dajo izluščiti iz slik, služijo kot povratna zanka za interakcijo med instalacijo in gledalcem.

Računalniški vid, ki je prvotno igral večjo vlogo pri nadzoru industrijskih procesov in v robotiki, se vedno bolj posveča tudi človeku, njegovi pojavnosti, predvsem obrazu, njegovemu gibanju in obnašanju [30]. Novi video nadzorni sistemi lahko zanesljivo sledijo in klasificirajo človeško aktivnost, prepoznavanje nenavadne dogodke in se naučijo razpoznavati njihove lastnosti, kot je, na primer, spol in starost ljudi iz slike njihovega obraza [39]. Zaradi nizke cene in dostopnosti sodobne video tehnologije danes številni sodobni uporabniški vmesniki uporabljajo video slike in kretnje kot glavni vir informacij [40]. Premikanje človeka se zato lahko uporabi kot način interakcije s pametnim oziroma virtualnim okoljem [41]. Položaj človeka v prostoru smo tako med drugim uporabili za določanje parametrov dinamične anamorfične deformacije, kar smo uporabili tudi v eni od naših interaktivnih umetniških instalacijah, ki jo opisujemo kasneje [34].

Položaj človeka oziroma opazovalca v prostoru določimo najprej tako, da poiščemo obraze na sliki. Za iskanje obrazov smo prvotno uporabljali barvo kože in proporce obraza [32, 42]. Ker pa je uporaba barv v računalniškem vidu zelo občutljiva na vrsto osvetlitve uporabljamo sedaj pri našem delu eno od standardnih metod detekcije obrazov, ki temelji na vzorcu in modelu obraza [34, 43]. Oddaljenost od kamere oziroma položaj opazovalca v prostoru pa lahko iz ene same slike zelo zanesljivo ocenimo na osnovi medočesne razdalje opazovalca. Rezultati takega določanja oddaljenosti so povsem primerljivi z rezultati, ki jih dobimo s pomočjo naprave Microsoft Kinect, ki temelji na triangulaciji [34].

Kot plod sodelovanja z Akademijo za likovno umetnost in oblikovanje v Laboratoriju za računalniški vid potekajo tudi raziskave vizualizacije glasbe na osnovi barv [44], kar lahko vpliva tudi na bolj intuitiven način učenja igranja na glasbene inštrumente [45]. Razvili smo tudi interaktivno instalacijo v obliki posebej oblikovane mize z vgrajenim zaslonom na dotik, na katerem uporabnik rešuje sestavljanke narejene na osnovi slik [46].

7.3 Novomedijske instalacije Sreča Dragana

Najprej opišimo nekaj Draganovih novomedijskih instalacij nastalih s tehnično podporo Laboratorija za računalniški vid. Draganovi projekti omogočajo obiskovalcu prehajanje med dejanskimi in virtualnimi svetovi, ki jih je možno obiskati oziroma opazovati tudi preko interneta. Preko spleta je možno usmerjati pogled na realno okolje, ki je po drugi strani zopet domiselno povezano na hipertekstovni način z drugimi virtualnimi svetovi ali drugimi vizualnimi in tekstovnimi informacijami.

ROTAS–TENET

Prva interaktivna spletna instalacija ROTAS–TENET, ki je nastala kot rezultat tega sodelovanja, je bila v celoti posvečena arhitektu Jožetu Plečniku (1872–1957) in njegovi razstavi *Arhitektura za novo demokracijo* na Hradčanih v Pragi (sliki 7.11 in 7.12). Plečnik, ki je bil profesor arhitekture na Univerzi v Ljubljani, je renoviral Hradčane v dvajsetih letih 20. stoletja. Med slovesno otvoritvijo razstave 23. maja 1996 na Hradčanih v Pragi smo s sistemom IVS, ki smo ga postavili na Prešernov trg poleg Tromostovja v živo prikazali Plečnikovo mojstrstvo v urejanju urbanih prostorov in tako duhovno povezali Ljubljano in Prago z novimi tehnološkimi zmožnostmi. Na spletni strani

je bil vključen tudi računalniški model Plečnikovega načrta za Slovenski parlament. Ta dogodek v maju 1996 je bil tudi prvi dokumentiran prenos žive video slike preko interneta z javnega prostora v Sloveniji [23].



Slika 7.11: Vstopna stran spletnega projekta ROTAS–TENET, 1996

Netropolis–Kiborgovo oko

Projekt *Netropolis–Kiborgovo oko* je bil pripravljen za Evropski mesec kulture v Ljubljani (ECML), ki je potekal od 15. maja do 5. julija 1997 [28, 47]. Projekt je demonstriral umetniško raziskovanje in eksperimentiranje z novimi tehnologijami, da bi nakazal možno smer umetniškega razvoja v tretjem tisočletju. Projekt je obsegal interaktivno instalacijo na internetu, ki je omogočala z različnih lokacij in ob različnih trenutkih povezovanje Ljubljane in sveta.

Projekt je bil kombinacija virtualnega arhitekturnega prostora, ki je predstavljal Ljubljano na spletu in ga je bilo možno raziskovati – *Netropolis* (slika 7.13 (a)) – in žive video slike, ki smo jo s pomočjo sistema IVS pošiljali z izbranih točk v Ljubljani – *Kiborgovo oko* (slika 7.13 (b)). Na teh točkah je lahko obiskovalec spletne strani prehajal iz živih ali posnetih video strani v digitalni model mesta in spet nazaj.



Slika 7.12: Prenos žive video slike preko interneta z našim sistemom IVS s Prešernovega trga v Ljubljani dne 23. maja 1996, med otvoritvijo Plečnikove razstave v Pragi. Kamera je bila nameščena na robotski roki, ki je kamero lahko obračala in nagibala gor-dol. Od leve proti desni: Jurij Krpan, Peter Peer, Srečo Dragan in Bojan Nemeč. Sistem IVS – *Kiborgovo oko* smo uporabljali nato še v naših drugih umetniških projektih.

Med drugim smo z našim sistemom IVS prenašali v živo po internetu tudi slavnostno otvoritev Evropskega meseca kulture iz Cankarjevega doma. Sistem IVS je bil kot „umetniški objekt“ postavljen kar na odru Gallusove dvorane med simfoničnim or-

kestrom in drugimi nastopajočimi, oddaljeni uporabnik pa je lahko izkoristil privilegirano gledišče tako, da se je „oziral“ zdaj po nastopajočih, zdaj po gledalcih v dvorani (slika 7.13 (b)).



Slika 7.13: Projekt *Netropolis-Kiborgovo oko*, 1997: (a) 3D model središča Ljubljane z označenimi točkami, od koder je bilo možno interaktivno opazovati panoramske slike, (b) video prenos s pomočjo IVS med otvoritveno slovesnostjo Evropskega meseca kulture v Cankarjevem domu.



Slika 7.14: 360-stopinjska panorama posneta na Prešernovem trgu v Ljubljani

Na izbranih mestih v Ljubljani smo posneli 360-stopinjske panoramske slike, ki jih je bilo možno interaktivno opazovati (slika 7.14). Konceptualni načrt interaktivnega prestopanja iz enega prostora v drugega je omogočil pogled z utopične, neob-

stoječe zorne točke, ki je središče vseh aktualnih in virtualnih prostorskih in časovnih načrtov.

Poleg tega smo digitalizirali posnetke z izbranih dogodkov meseca kulture, ki jih je posnela RTV Slovenija in jih vključili v spletno stran projekta. Tako je možnost interaktivnega dialoga ustvarila časovno sliko celotnega dogodka, ki je bil na voljo na internetu še dolgo po njegovem zaključku [35].

Netropolis–Clavis Urbis

Netropolis–Clavis Urbis je bil naslov Draganovega prispevka na 2. trienalu sodobne umetnosti U3, ki je potekal od 14. novembra 1997 do 11. januarja 1998 v Moderni galeriji v Ljubljani (slika 7.15). Kurator razstave je bil Peter Weibel.



Slika 7.15: Instalacija Sreča Dragana na 2. trienalu sodobne umetnosti U3, ki je bil v Moderni galeriji v Ljubljani leta 1998.

Netropolis–Clavis Urbis temelji na daljinsko vodenem robotu. Mobilni robot s kamero je krožil po zaključeni krivulji, ki

je bila definirana s kovinskim trakom. Robota [29] je bilo možno preko interneta navidezno usmeriti na več točk v Ljubljani, ki so bile v galeriji predstavljene z anamorfičnimi slikami. Hkrati je robot pošiljal s pomočjo kamere slike iz galerijske postavitve gledalcu oziroma upravljalcu robota. Ko se je kamera ustalila na izbrani sliki iz Ljubljane, se je ta na ekranu nato transformirala v ustrezno sliko iz virtualnega, računalniško generiranega 3D modela mesta. Projekt tako poveže dejanski galerijski prostor z realnim in hkrati virtualnim prostorom mesta Ljubljane ter z dislociranim svetom računalniških omrežij [48].

Metonimija zaznave

Metonimija zaznave je novomedijska interaktivna instalacija Sreča Dragana, ki je bila prvič predstavljena na *Genius loci* leta 2007 in nato po večletnem umetniškem raziskovanju in eksperimentiranju dokončno postavljena kot digitalna modularna-performativna-pametna-servirna miza v galeriji Spomeniško-varstvenega centra na Trgu francoske revolucije v Ljubljani (slika 7.16). Projekt je nastal v sodelovanju z Borutom Batageljem v Laboratoriju za računalniški vid in je bil razstavljen v čast Ljubljani, kot Svetovni prestolnici knjige leta 2010. Gre za tehno performans, kjer gledalec v dogajanju ne uporablja samo vida, ampak tudi čut okusa in čut vonja. Aktivni obiskovalec namreč v procesu okušanja hrane izbira eno izmed dvojic: sladko-slano, kislo-slano, pekoče-slano, in grenko-slano. Okus posamezne jedi nato poimenuje z dvema besedama. Udeležba v projektu obiskovalcu omogoča, da preko kognitivne obdelave okusov in osebne jezikovne interpretacije vstopi v polje večplastnega doživetja. Pri projektu so bili razviti najnovejši vmesniki računalniškega vida, kar je omogočalo interaktivno komunikacijo v realnem času. Sistem je s pomočjo kamere zaznal obraz obiskovalca in tako začel interakcijo s pomočjo podajanja navodil. Na podlagi barv, ker je vsak okus imel svojo barvo, je prepoznal obiskovalčevo izbiro in mu ponudil določen

video posnetek: modra: Metod Frlec, zelena: Jaka Jeraša ali Tone Lapajne, rdeča: Srečo Dragan ali Tone Pavček, rumena: Valentin Oman. Po končanem pokušanju je lahko obiskovalec podal svoje doživetje okusov. Izjava se je skupaj s sliko zabeležila, tako da je sistem med časom, ko ni nihče sodeloval, predvajal izjave prejšnjih obiskovalcev.



Slika 7.16: Instalacija Sreča Dragana *Metonimija zaznave* v Galeriji spomeniškovarstvenega centra v Ljubljani leta 2010

Obiskovalčevo zaznavo prisotnosti smo zabeležili s pomočjo zaznave obraza. Zaznanemu obrazu smo sledili in ga povabili k sodelovanju. S pomočjo druge kamere, ki je spremljala hrano, smo zaznavali barvne spremembe. Vsaka hrana je bila na lastnem barvnem podstavku. Za posamezno področje smo zaznavali prisotnost določene barve. Ko je obiskovalec izbral hrano in s tem zakril barvo smo zabeležili zmanjšanje deleža določene barve. Na podlagi barve in pozicije smo prepoznali, katero hrano je obiskovalec izbral. Ker je sistem deloval v realnem času, smo lahko dogajanje nenehno spremljali in tako vodili obiskovalca od preizkušanja okusov do, na koncu, podajanja izjave.

7.4 Novomedijske instalacije Laboratorija za računalniški vid

Razvoj naših umetniških instalacij je sprva sledil prvenstveno le idejam Sreča Dragana. Vendar je to izkustvo opogumilo tudi računalničarje, da poskusijo svojo tehnično sposobnost izraziti s pomočjo interaktivne umetniške instalacije. Franca Solino je pri tej usmeritvi še posebej opogumil vzgled umetniškega delovanja njegovega sošolca z University of Pennsylvania Kena Goldberga, avtorja pionirske robotske umetniške instalacije *The Telegarden* [49]. V nadaljevanju so opisani trije projekti, ki so nastali v Laboratoriju za računalniški vid in kjer računalniški vid igra osrednjo vlogo.

15 sekund slave

Navdih za umetniško instalacijo *15 sekund slave* je dal Andy Warhol s svojo znamenito izjavo, da bo v prihodnosti vsakdo lahko slaven za 15 minut in s svojimi pop-art portreti znanih ljudi. Warhol je na osnovi vsakdanjih in banalnih fotografij znanih obrazov iz politike, umetnosti in javnega življenja objavljenih v javnih medijih izdelal njihove portrete. Instalacija *15 sekund slave* pa poskuša narediti povsem običajne ljudi slavne tako, da na nek način obrne Warholov pristop – najprej naredi pop-art portrete anonimnih ljudi in jih za 15 sekund prikaže v galeriji, kar naj bi implicitno pomenilo, da so ti ljudje tudi slavni [32, 50]. Obraze, ki jih instalacija predela v portrete v Warholovem stilu, se izbirajo povsem naključno med ljudmi, ki stojijo pred instalacijo, da bi ponazorili, da je tudi slava velikokrat naključna in kratkotrajna.

Vidni del instalacije *15 sekund slave* je računalniški monitor, ki je okvirjen kot umetniška slika (slika 7.17). Digitalni fotoaparati so vgrajeni v okvir nad sliko, tako da se vidi le okrogel izrez za objektiv. Kamera vsakih 15 sekund posname sliko

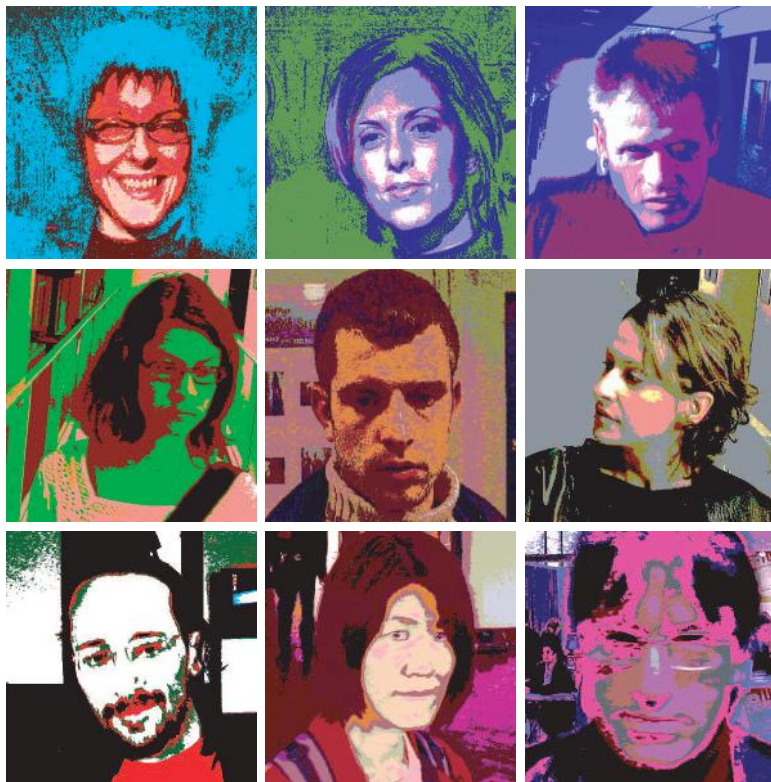
scene pred instalacijo. Sliko nato analizira računalnik, na kate-
rega je priključen fotoaparati. Računalnik detektira vse obraze
na sliki, med njimi naključno izbere enega in ga predela v
pop-art maniri v portret v Warholovem stilu ter za 15 sekund
prikaže na okvirjenem monitorju.



Slika 7.17: Avtorji pred svojo instalacijo “15 sekund slave” na njeni prvi javni predstavitvi leta 2002 v sklopu Mednarodnega festivala računalniških umetnosti v Mariboru.

Pop-art filter zmanjša število različnih barv na sliki, tako da podobne slikovne elemente združi v uniformne regije s pomočjo naključne kombinacije različnih grafičnih operacij, kar v praksi pomeni, da lahko dosežemo na milijone različnih barvnih kombinacij (slika 7.18).

Samostojna razstava instalacije *15 sekund slave* je bila v Galeriji spomeniškovarstvenega centra na Trgu francoske revolucije 3 v Ljubljani leta 2005 [50] (slika 7.19). Posebej za to razstavo smo naredili tudi dva velika fotomozaika (180 cm × 180 cm), na katerih smo iz naših petnajstsekundnih portretov sestavili Warholovo slavno upodobitev Marylin Monroe, da bi tako simbolično zaključili krog, ki smo ga začeli z njeno slavno



Slika 7.18: Pop-art portreti v stilu Andya Warhola, ki jih je povsem samostojno naredila instalacija *15 sekund slave*.

izjavo. Naši petnajstsekundni portreti krasijo tudi naslovnico učbenika o tehnologiji znanja [51].

Virtualno smučanje

Interakcija ljudi z virtualnim okoljem je splošno sprejet koncept vendar je iskanje pravega vmesnika še vedno zahtevna naloga. Nošnja različnih sensorjev in naprav na telesu uporabnika je lahko nerodna. Računalniški vid pa omogoča interakcijo

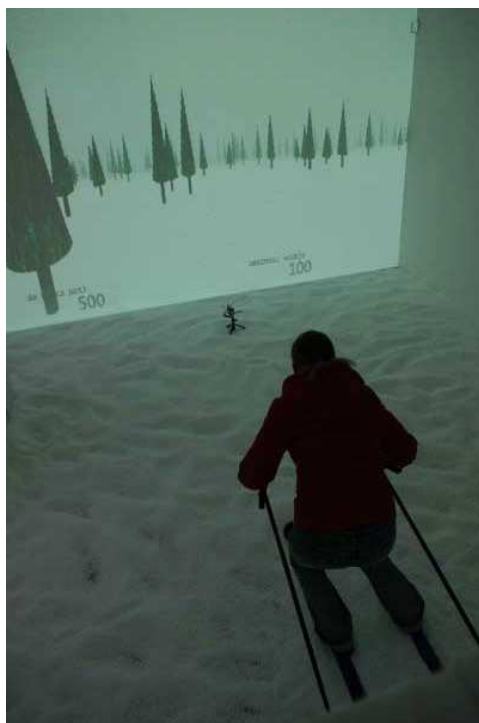
brez takih senzorjev le s sledenjem gibanja telesa uporabnikov s pomočjo kamere. Ljudje in njihov izgled, predvsem njihovega obraza in emocij, ki jih obraz razkriva, ter telesna govorica postajajo vedno bolj zanimiv študijski predmet za računalniški vid [30].



Slika 7.19: Samostojna razstava instalacije *15 sekund slave*, za katero smo izdelali tudi dva velika fotomozaika na osnovi Warholove Marylin Monroe, sestavljene iz portretov narejenih z našo instalacijo na vseh predhodnih razstavah (Galerija spomeniškovarstvenega centra, Trg francoske revolucije 3, Ljubljana, 2005).

Uporaba virtualnih okolij se širi, saj je vedno bolj enostavno izdelati razna virtualna okolja. Igre so trenutno najbolj popularni primeri uporabe virtualnega okolja, sledijo pa razni sistemi za učenje, trening ali rehabilitacijo. Naprave za urjenje kolesarjenja, tek, veslanje dopolnjujejo virtualni svetovi, da bi trening naredili bolj zanimiv. Namesto da nas obdaja podoba centra za treniranje, lahko dobimo občutek, da se gibamo po lepi pokrajini ali da celo tekmujeemo z virtualnimi tekmeci. Najbolj kompleksne naprave, kot so na primer simulatorji letenja, na katerih se šolajo piloti, ne oponašajo le dejanskega delovnega okolja, ampak tudi zahteve, napore in občutke, ki jih uporabnik občuti v realnem okolju.

Umetniki po drugi strani lahko bolj neobremenjeno eksperimentirajo z novimi tehnologijami, da bi iznašli boljši in lažji način interakcije z virtualnimi svetovi [31]. Naš projekt *Virtualno smučanje* (slika 7.20) nam je kot interaktivna umetniška instalacija dala svobodo, da lahko eksperimentiramo in rezultate prikažemo širšemu občinstvu v galerijskem prostoru [33, 50].



Slika 7.20: Projekt *Virtualno smučanje* na razstavi v Galeriji spomeniškovarstvenega centra, Trg francoske revolucije 3, Ljubljana, 2005.

Instalacija *Virtualno smučanje* je postavljena v prostor z belimi stenami, na tleh pa je posut umeten снег. Smučarka

stoji na smučeh, ki so pritrjene na tla. Virtualno smučišče je projicirano na celotno steno, ki stoji pred smučarko. Kamera, ki spremlja njeno gibanje, je nameščena pred njo pod projekcijo. S podobnim gibanjem kot na snegu se smučarka lahko premika po tem virtualnem smučiču, saj njenemu gibanju sledi kamera, tako da lahko smučarka le z gibanjem svojega telesa kontrolira svoje gibanje skozi to virtualno pokrajino. S podobnimi gibanjem kot na pravih smučeh zato lahko vijuga po bregu navzdol. Z nagibanjem telesa, kar sistem interpretira kot prenašanje teže na levo ali desno smučko, lahko vodi zavoje, njihovo dolžino pa uravnava le z večjim ali manjšim nagibanjem v notranjost zavoja. S premikanjem svojega težišča gor in dol pa uravnava hitrost smučanja. Med smučanjem po virtualnem smučišču se mora tudi izogibati redko posejanim drevesom [33].

Uporabniški vmesnik je zelo intuitiven, saj smučar le ponavlja gibanje, ki je značilno za pravo smučanje po snegu. Prilaganje na novo okolje je zelo hitro, saj za vsak svoj gib takoj dobi vizualno povratno informacijo. Sistem ne potrebuje nobene druge mehanske ali robotske naprave. Procesiranje slik tudi ni zahtevno, saj ne gre za popolno biomehansko analizo gibanja, ampak nas zanima le premikanje težišča smučarjeve silhete levo-desno in gor-dol.

Veliki brat te gleda!

Anamorfično deformirana podoba običajno zahteva, da pogledamo na sliko s točno določene smeri, da bi se nam razkrila oziroma, da bi pravilno videli anamorfično deformirano podobo. Ena od najbolj znanih umetniških upodobitev, ki vsebuje anamorfično deformirano sliko človeške lobanje, je olje Hansa Holbeina *Ambadorja* iz leta 1533. Princip te klasične statične anamorfoze smo razširili tako, da se slika, projicirana z računalnika stalno prilagaja položaju gledalca, tako da z njegovega zornega kota kljub njegovemu premikanju po prostoru ni opaziti nobene perspektivne deformacije. Torej, kamorkoli

se gledalec premakne, vidi pred seboj enako projicirano podobo. To smo poimenovali dinamična anamorfoza [34]. Sistem mora le slediti položaju opazovalca v prostoru, tako da lahko temu položaju ustrezno hkrati anamorfično deformira projicirano sliko. Položaju opazovalca sledimo tako, da prostor snemamo z video kamero in na tej sliki detektiramo opazovalčev obraz. Dinamično anamorfozo lahko uporabimo za boljši pogled na velike računalniške zaslone, pomaga pa lahko tudi izboljšati kontakt z očmi pri videokonferenčnih sistemih [34].



Slika 7.21: Anamorfična deformacija podobe Velikega brata iz filma *1984* posnetega leta 1956 po istoimenskem romanu Georga Orwella. Podobo vidimo nedeformirano, če jo pogledamo pod kotom 30 stopinj z desne strani zgoraj.

Dinamično anamorfozo smo uporabili tudi za interaktivno instalacijo *Veliki brat te gleda!* [52]. Instalacija je umeščena v temno sobo, kjer edina svetloba prihaja le iz projicirane slike. Ko vstopiš v sobo, se soočiš z Velikim bratom iz filma 1984 posnetega leta 1956 po istoimenskem romanu Georga Orwella (slika 7.21). Oči Velikega brata ti sledijo kamorkoli se premakneš v sobi, saj Veliki brat točno ve, kje v sobi se nahajaš.

Njegova podoba se prilagaja tvojemu premikanju tako, da se nikakor ne moreš izogniti njegovemu pogledu. To nas zmede, saj se naš občutek za gibanje v prostoru loči od naših vidnih zaznav – ne glede na to, kje v prostoru se bomo nahajali, bomo videli enako sliko. Na simbolni ravni instalacija *Veliki brat te gleda!* uteleša vseprisotne video nadzorne sisteme in nadzorne sisteme nasploh, saj nam ti sledijo, kamor koli gremo in kar koli počnemo [31]. Instalacijo smo prvič javno predstavili na festivalu *Speculum Artium: 2013 Apologeti nove civilizacije* v Trbovljah oktobra 2013.

7.5 ArtNetLab, novomedijska produkcijska skupina

V jeseni 1999 sva avtorja tega besedila želela načrtovati bolj formalno obliko najinega sodelovanja, v katero sva vključila tudi najine študente. Zato smo ustanovili ArtNetLab, društvo za povezovanje umetnosti in znanosti, kot okvir za našo produkcijo novomedijske umetnosti. V okviru predmetov, ki sva jih imela v študijskih programih na ALUO in FRI, sva združila študente računalništva in študente umetnosti, da so lahko skupaj realizirali umetniške projekte s pomočjo novih medijev, interakcije, nove informacijske tehnologije in interneta [21, 26]. V okviru bolonjske prenovne smo pripravili celo predlog novega interdisciplinarnega študijskega programa *Računalništvo in novi mediji*, ki bi ga skupaj izvajala ALUO in FRI.

Za študente umetnosti je glavna korist tega sodelovanja nabiranje neposrednih izkušenj pri uporabi najnovejše informacijske tehnologije in tehnična pomoč študentov računalništva pri realizaciji tehnološko bolj zahtevnih spletišč in interaktivnih instalacij, ki jih sami sicer ne bi mogli realizirati. Na drugi strani pa je za študente računalništva to sodelovanje dobra izkušnja pri realizaciji projektov za „naročnike“, ki niso tako računalniško izobraženi, kot so sami. To pomeni, da se morajo

poglobiti v nek problem, predlagati ustrezno tehnologijo, ter se pogajati in dogovoriti o dokončnem izgledu in funkcionalnosti končne rešitve. Izkušnje z delom v skupini pa so koristne za vse študente, saj je tak način dela običajen v vsakdanjem delovnem okolju, celo za umetnike v novih medijih, med univerzitetnim študijem pa se le redko prakticira.

Projekti so bili v letih 2000–2006 razstavljeni na vsakoletnem *Mednarodnem festivalu računalniških umetnosti* (MFRU) v Mariboru, Ljubljani in drugih mestih [53, 54, 55], leta 2007 na *1.3 Festivalu videa in novih medijev* [56] v Mestni galeriji v Ljubljani, v kateri so bili razstavljeni projekti tudi v naslednjih dveh letih v okvirih razstav *Move! 08* [57], *Podatki in predmeti 09* ter prve edicije festivala *Speculum Artium 08* [58], kasneje, od leta 2010, pa v Galeriji ŠKUC v Ljubljani s serijo razstav *Digitalne premestitve*. Od leta 2009 so najuspešnejši projekti vključeni v mednarodni festival *Speculum Artium* v Trbovljah.

Društvo za povezovanje umetnosti in znanosti ArtNetLab je bilo tudi glavni organizator omenjenih mednarodnih festivalov novomedijske umetnosti v letih 2004–2008, potem pa je svojo dejavnost osredotočilo predvsem na organizacijo razstav v tujini. Med razstavami društva v tujini so bile najodmevnejše razstave *Friendly Fire* v galeriji Forum Stadtpark v Gradcu leta 2003, *Algoritmi vključevanja* v Galeriji O3one v Beogradu leta 2007 [59], naslednje leto razstava *Brezpredmetno* v Atelierfrankfurt v Frankfurtu na Majni ter razstava *Enter/tain* v Galeriji SC v Zagrebu [60], leta 2009 razstava *Vozlišča* v galeriji Visoke šole za oblikovanje (HfG) v Centru za umetnost in medijske tehnologije (ZKM) Karlsruhe, naslednje leto razstava *Friz* v galeriji Medienkunstlabor v Kunsthaus Gradec, leta 2012 razstava *Zrcala s spominom* v Galeriji SC v Zagrebu [61] ter intervencija na *DOCUMENTI(13)* z razstavo iz cikla *Atlas* [62, 63] v povečani resničnosti. Projekti iz ArtNetLab produkcije so bili vključeni v številne študentske mednarodne razstave, npr. *Vivere Venezia 2* na 50. beneškem bienalu leta 2003 in *Real Pre-*

sence Floating Sites na bienalu v Istanbulu leta 2007. Društvo ArtNetLab je v letih 2008 in 2009 soorganiziralo sekcijo *Computer Vision in Art* v sklopu mednarodne znanstvene konference ELMAR (Electronics in Marine) v Zadru, kjer je bila predstavljena predvsem tehnična plat tekoče produkcije umetniških projektov [33, 64, 65, 66, 67, 68].

Društvo ArtNetLab je prvo leto vodil Dušan Bučar, od leta 2005 pa ga vodita Aleš Vaupotič in Narvika Bovcon [69, 70, 71, 72], ki sta v tem okviru izvedla več umetniškoarhivskih projektov, med njimi video arhiv na DVD-ROMu in na spletu, v virtualni resničnosti ter v povečani resničnosti. Celoten pregled realiziranih projektov je na voljo na spletišču ArtNetLab [35].

Nekateri udeleženci tega interdisciplinarnega sodelovanja v okviru ArtNetLab so medtem postali – oziroma so bili to že pred tem – uveljavljeni umetniki, med njimi Mirjana Batinić, Narvika Bovcon, Peter Ciuha, Robert Černelč, Alen Floričić, Vana Gaćina, Marko Glavač, Klemen Gorup, Gorazd Krnc, Iztok Holc, Gašper Jemec, Tina Kolenik, Dominik Križan, Dominik Mahnič, Vanja Mervič, Zoran Poznič, Maja Smrekar, Evelin Stermitz, Aleš Vaupotič, Tilen Žbona in drugi.

7.6 Zaključek

Naše življenje v veliki meri oblikuje hiter napredek znanosti in tehnologije. Zato tudi sodobna umetnost išče načine, kako z jezikom znanosti in umetnosti izražati umetniški pogled na življenje.

V poglavju opisujemo, kako je v praksi potekal primer takega sodelovanja med umetnostjo in znanostjo v slovenskem prostoru in sicer med Katedro za nove medije Akademije za likovno umetnost in oblikovanje ter Laboratorijem za računalniški vid na Fakulteti za računalništvo in informatiko, oboje na Univerzi v Ljubljani. Za znanstvenike in inženirje umetniško področje predstavlja vznemirljivo področje za eksperimentira-

nje in preizkušanje novih pristopov in načinov uporabe tehnologije. Zato dandanes številne ugledne znanstveno-raziskovalne organizacije v svoje delovanje vključujejo tudi umetnike. Umetnikom, ki želijo ustvarjati na konici tehnološkega razvoja, pa tudi ni dovolj, da le obvladujejo posamezne programske produkte in naprave, ki so na trgu. Če želijo delovati na sami konici tehnološkega razvoja, je nujno tesno povezovanje z raziskovalci, ki razvijajo te nove tehnologije, saj je za umetniške instalacije pogosto potrebno razviti nove naprave in novo programsko opremo. Običajno potrebno tehnološko opremo zaradi težke dostopnosti ali visoke cene tudi ne bi bilo možno pridobiti ali kupiti zgolj za umetniške projekte.

Zaradi zavirljive dolžine delovanja na tem interdisciplinarnem področju pa smo se soočili tudi s problematiko vzdrževanja takih projektov skozi čas. Računalniška in programska oprema dokaj hitro zastara in zato se postavlja vprašanje, kako zagotoviti obstojnost takih, na računalniški tehnologiji zasnovanih umetniških projektov. Medtem ko je po čisto tehnični plati jasno, da je za zanesljivo delovanje neke programske rešitve potrebno slediti tehnološkemu razvoju in uporabljati najnovejše računalnike in zadnje verzije programske opreme, pa to z umetniškega vidika nujno ne drži. Izgled in obnašanje uporabniškega vmesnika določene interaktivne instalacije je odvisno tudi od strojne in programske opreme na kateri je bila prvotno razvita. Dileme v zvezi s posodabljanjem takih umetniških instalacij in njihove možne rešitve smo obravnavali na primeru ponovne implementacije instalacije *15 sekund slave* na mobilnem telefonu, ki danes lahko povsem nadomesti osebni računalnik izpred desetih let, saj mobilni telefon nudi ne le dovolj procesorske moči, ima tudi vgrajeno kamero in omogoča brezžično povezljivost [73].

V poglavju smo opisali nekaj umetniških projektov in tehnologijo, ki je bila pri tem uporabljena. Ob nastanku opisanih projektov je bila tehnologija običajno še povsem eksperi-

mentalna in v širši javnosti nepoznana, kar je tudi pripomoglo k ozaveščanju širše javnosti o njenem obstoju in njenih zmožnostih.

ArtNetLab, društvo za povezovanje umetnosti in znanosti, je sicer majhno okolje za produkcijo novomedijske umetnosti, vendar predstavlja za slovenski prostor pomemben okvir, v katerem se srečujejo mladi umetniki, znanstveniki in inženirji, da bi lahko presegli utečene delitve med disciplinami.

Zahvala

Za sodelovanje, pomoč in podporo pri opisanem sodelovanju, še posebej pri vedno perečem premagovanju zadnjih tehničnih zapletov pred otvoritvijo razstav v galerijah, se avtorja zahvaljujeva Borutu Batagelju, Narviki Bovcon, Dušanu Bučarju, Alešu Jakliču, Matjažu Joganu, Samu Juvanu, Bojanu Klemencu, Žigi Kranjcu, Bojanu Kverhu, Andreju Lapajni, Bojanu Nemcu, Petru Peeru, Mihi Peternelu, Boru Prihavcu, Robertu Ravniku, Aleksandru Rubenu, Alešu Vaupotiču in Tadeju Zupančiču.

7.7 Literatura

- [1] Frank Dietrich. Visual intelligence: the first decade of computer art (1965–1975). *Leonardo*, 19(2):159–169, 1986.
- [2] Edvard Zajec. Computer art: A binary system for producing geometrical nonfigurative pictures. *Leonardo*, 11(1):13–21, 1978.
- [3] Edvard Zajec. Likovni izraz in računalnik. *Sinteza*, 38–40:101–106, 1977.
- [4] Ivan Bratko, Vladislav Rajkovič. *Računalništvo s programskim jezikom Pascal*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1984.
- [5] George Stiny, James Gips. Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. V *Proceedings IFIP Congress (2)*, str. 1460–1465, Ljubljana, 1971.

- [6] Jerneja Gros, Franc Solina. Describing artworks using shape grammars. *Elektrotehniški vestnik*, 59(5):314–320, 1992.
- [7] Peter Ciuha. Okusi kaosa. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Akademija za likovno umetnost, 1992.
- [8] Stephen Wilson. *Information arts: intersections of art, science, and technology*. MIT Press, Cambridge, MA, 2002.
- [9] Stephen Wilson. *Art+science now*. Thames & Hudson, 2010.
- [10] Janez Strehovec. *Virtualni svetovi: k estetiki kibernetične umetnosti*. Zbirka Sophia. Znanstveno in publicistično središče, Ljubljana, 1994.
- [11] Janez Strehovec. Cybernetic art (interactivity, game and holistic immersion). *Art Words*, str. 39–40, 1997.
- [12] Janez Strehovec. *Umetnost interneta: umetniško delo in besedilo v času medmrežja*. Knjižna zbirka Koda. Študentska založba, Ljubljana, 2003.
- [13] Janez Strehovec. Nove funkcije in umestitve novomedijske umetnosti. *Likovne besede*, 1/2:23–28, 2004.
- [14] Janez Strehovec. New media art as research: art-making beyond the autonomy of art and aesthetics. *Technoetic arts*, 6(3):233–250, 2008.
- [15] Andrej Lapajne, Bor Prihavec, Aleksander Ruben, Žiga Kranjec, Franc Solina. Slovenian Virtual Gallery. V Franc Solina, Baldomir Zajc, ur., *Zbornik 4. elektrotehniške in računalniške konference, ERK'95*, zvezek A, str. 3–6, Portorož, 1995. Slovenska sekcija IEEE.
- [16] Narvika Bovcon. *Umetnost v svetu pametnih strojev: Novomedijska umetnost v delih Sreča Dragana, Jake Železnikarja, Marka Peljhana*. Raziskovalni inštitut Akademije za likovno umetnost in oblikovanje v Ljubljani, 2009.
- [17] Narvika Bovcon. Literarni vidiki novomedijskih del Jake Železnikarja in Sreča Dragana. *Primerjalna književnost*, 6(1): 81–102, 2013.

- [18] Narvika Bovcon. Literary aspects in new media art works. *CLCWeb*, 15(7):1–13, 2014.
- [19] Srečo Dragan. *Exhibitions 1993/98*. ZDSLJU, Ljubljana, 1998.
- [20] Franc Solina, Srečo Dragan, ur. *Nove informacijske tehnologije v likovni umetnosti, Informacijska družba IS'2001*, Ljubljana, 2001. Inštitut Jožef Stefan.
- [21] Peter Peer, Borut Batagelj. Art—a perfect testbed for computer vision related research. V *Recent Advances in Multimedia Signal Processing and Communications*, str. 611–629. Springer, 2009.
- [22] Bor Prihavec, Franc Solina. User interface for video observation over the Internet. *Journal of Network and Computer Applications*, 21(4):219–237, 1998.
- [23] Bor Prihavec, Andrej Lapajne, Franc Solina. Aktivno video opazovanje preko interneta. V Baldomir Zajc, Franc Solina, ur., *Zbornik 5. elektrotehniške in računalniške konference, ERK'96*, zvezek B, str. 117–120, Portorož, 1996. Slovenska sekcija IEEE.
- [24] Borut Batagelj, Peter Peer, Franc Solina. System for active video observation over the Internet. V Mislav Grgić, ur., *Proceedings 4th EURASIP-IEEE Region 8 International Symposium on Video / Image Processing and Multimedia Communication VIPromCom-2002*, str. 221–226, Zadar, 2002. IEEE.
- [25] Franc Solina. Internet based art installations. *Informatika*, 24(4):459–466, 2000.
- [26] Franc Solina. Artnetlab—the essential connection between art and science. V Marina Gržinić, ur., *The future of computer arts & the history of The International Festival of Computer Arts, Maribor 1995-2004*, str. 148–153. Maska, Ljubljana, 2004.
- [27] Srečo Dragan, Franc Solina, Bor Prihavec, Slavko Korenč, Bojan Nemeč. Netropolis—the cyborg's eye: project. V *European Cultural Month Ljubljana 1997. Programme, May 15 to July 5, 1997*. Ljubljana Municipality, 1997.

- [28] Srečo Dragan, Peter Grabnar, Bor Prihavec, Stanislav Rozman, Franc Solina, Andrej Vidmar. Netropolis — kiborgovo oko. V Franc Solina, Baldomir Zajc, ur., *Zbornik 6. elektrotehniške in računalniške konference, ERK'97*, zvezek B, str. 11–14, Portorož, 1997. Slovenska sekcija IEEE.
- [29] Bojan Nemeč, Bor Prihavec, Franc Solina. Leonardo—a mobile robot for gallery visit using Internet. V M. Ceccarelli, ur., *Proceedings 6th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region*, str. 571–576, Cassino, 1997.
- [30] Irfan A Essa. Computers seeing people. *AI magazine*, 20(2):69, 1999.
- [31] Thomas Y. Levin, Ursula Frohne, Peter Weibel. *CTRL [Space]: Rhetorics of Surveillance from Bentham to Big Brother*. MIT Press, Cambridge, MA, 2002.
- [32] Franc Solina. 15 seconds of fame. *Leonardo*, 37(2):105–110, 2004.
- [33] Franc Solina, Borut Batagelj, Slavko Glamočanin. Virtual skiing as an art installation. V *Proceedings 50th International Symposium ELMAR–2008*, zvezek 2, str. 507–510, Zadar, 2008. IEEE.
- [34] Robert Ravnik, Borut Batagelj, Bojan Kverh, Franc Solina. Dynamic anamorphosis as a special, computer-generated user interface. *Interacting with Computers*, 26(1):46–62, 2014.
- [35] ArtNetLab. <http://black.fri.uni-lj.si>.
- [36] Igor Bratoš. Šarmantna predstavitev slovenske umetnosti. *Delo*, str. 7, 7. avgust 1996.
- [37] Andrej Lapajne. Slovene Virtual Gallery. *M'ARS, Magazine of the Museum of Modern Art Ljubljana*, VIII:90–92, 1996.
- [38] Žiga Stopinšek. Uporabnost 3D merilnikov v kulturni dediščini. Diploma I. bolonjske stopnje, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2012.

- [39] Robert Ravnik, Franc Solina. Audience measurement of digital signage: Quantitative study in real-world environment using computer vision. *Interacting with Computers*, 25(3):218–228, 2013.
- [40] Philip Kortum. *HCI beyond the GUI: Design for haptic, speech, olfactory, and other nontraditional interfaces*. Morgan Kaufmann, 2008.
- [41] Alex P. Pentland. Smart rooms. *Scientific American*, 274(4):54–62, 1996.
- [42] Jure Kovač, Peter Peer, Franc Solina. Human skin color clustering for face detection. V *Proceedings EUROCON 2003. Computer as a Tool*, zvezek 2, str. 144–148. IEEE Region 8, 2003.
- [43] Borut Batagelj. *Prepoznavanje človeških obrazov s pomočjo hibridnega sistema*. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2007.
- [44] Peter Ciuha, Bojan Klemenc, Franc Solina. Visualization of concurrent tones in music with colours. V *Proceedings ACM MM'10 & co-located workshops*, str. 1677–1680, 2010.
- [45] Bojan Klemenc, Peter Ciuha, Franc Solina. Educational possibilities of the project colour visualization of music. *Organizacija (Kranj)*, 44(3):67–75, 2011.
- [46] Erika Pavlin, Žiga Elsner, Tadej Jagodnik, Borut Batagelj, Franc Solina. Iz ilustracije v interaktivno instalacijo „Mačja šola“. V *Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi: zbornik referatov*, str. 179–187, Ljubljana, 2013.
- [47] EMK. European Cultural Month Ljubljana 1997. Programme, May 15 to July 5 1997, 1997.
- [48] Peter Weibel, Igor Zabel. Space is beyond geopolitics 1, parallel institutional spaces, virtual and telematic spaces. *M'ARS, Magazine of the Museum of Modern Art Ljubljana*, IX(2):23–24, 1997.

- [49] Ken Goldberg, Joseph Santarromana, George Bekey, Steven Gentner, Rosemary Morris, Jeff Wiegley, Erich Berger. The Telegarden. V *Proceedings ACM SIGGRAPH*, str. 135–1140, 1995.
- [50] Franc Solina. *15 sekund slave in virtualno smučanje, Katalog ob razstavi v Galeriji spomeniškovarstvenega centra, 1.–12. 2. 2005*. ArtNetLab, Ljubljana, 2005.
- [51] Alenka Krapež, Vladislav Rajkovič. *Tehnologija znanja pri predmetu informatika*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 2003.
- [52] Borut Batagelj, Bojan Klemenc, Robert Ravnik, Franc Solina. Veliki brat te gleda! V *Speculum Artium 2013, Apologeti nove civilizacije, Trbovlje, 10.–12. oktober 2013*. Delavski dom.
- [53] Narvika Bovcon, Jože Slaček, Aleš Vaupotič, ur. *10. mednarodni festival računalniških umetnosti, Maribor, Ljubljana, Zagreb, Graz, 11.–15. 5. 04*. ArtNetLab: Ljubljana, Mladinski kulturni center: Maribor, 2004.
- [54] Peter Weibel, Narvika Bovcon (ur.), Aleš Vaupotič (ur.). *11. mednarodni festival računalniških umetnosti, Maribor, 10.–13. 5. 2005, Maribor, Ljubljana, Koper, Zagreb, Graz*. Ljubljana: ArtNetLab, Maribor: Mladinski kulturni center, 2005.
- [55] Peter Weibel, Srečo Dragan, Jaka Železnikar, Dunja Kukovec, Narvika Bovcon (ur.), Aleš Vaupotič (ur.). *12. mednarodni festival računalniških umetnosti, Ljubljana, Maribor, maj 2006*. ArtNetLab, Ljubljana, 2006.
- [56] Mauro Arrighi, Dušan Bučar, Srečo Dragan, Dietmar Offenhuber, Narvika Bovcon (ur.), Aleš Vaupotič (ur.). *1.3 festival videa in novih medijev, 17. 12. 2007–13. 1. 2008*. ArtNetLab, Ljubljana, 2008.
- [57] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič, ur. *Move!: ArtNetLab 2008, Mestna galerija Ljubljana, 29. 5.–5. 6. 2008 & Video Match 08, Kiberpipa, Ljubljana, 30. 5. 2008*. ArtNetLab, Ljubljana, 2008.

- [58] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič, ur. *Integrirana umetnost potencialnega časa: Speculum Artium 08, Ljubljana, Dunaj, Praga: 22.-24. 5. 2008*. Mestna galerija Ljubljana, Akademija za likovno umetnost in oblikovanje, 2008.
- [59] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič. Curating new media: condensing spaces and images. *Acta graphica*, 22(3/4):79–84, 2011.
- [60] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič. Curating new media by focusing on the recipient's attitude: immateriality and entertainment. *Acta graphica*, 22(1/2):33–38, 2011.
- [61] Narvika Bovcon, Jure Fingušt Prebil, Eva Lucija Kozak, Gorazd Krnc, Dominik Mahnič, Vanja Mervič, Evelin Stermitz, Aleš Vaupotič, Tilen Žbona. *Mnemonična zrcala: Galerija SC, 22. 5.-2. 6. 2012*. ArtNetLab, Ljubljana, 2012.
- [62] Narvika Bovcon, Jure Fingušt Prebil, Bojan Klemenc, Eva Lucija Kozak, Gorazd Krnc, Dominik Mahnič, Vanja Mervič, Miha Peternel, Aleš Vaupotič, Tilen Žbona, and Narvika Bovcon (ur.). *Atlas 2012: katalog razstave Atlas – Mesec oblikovanja, Dizajn v mestu*. ArtNetLab, Ljubljana, 2012.
- [63] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič, Bojan Klemenc, Franc Solina. „Atlas 2012“ augmented reality: A case study in the domain of fine arts. V *Proceedings First International Conference, SouthCHI 2013, Human Factors in Computing and Informatics*, str. 477–496. Springer, 2013.
- [64] Peter Peer, Borut Batagelj. Computer vision in contemporary art: introduction to the special session. V *Proceedings 50th International Symposium ELMAR–2008*, str. 471–474, Zadar, 2008. IEEE.
- [65] Matjaž Poljanšek, Nataša Knez, Sonja Vuk, Borut Batagelj. Which game are you playing?: an interactive and educational video show. V *Proceedings 51th International Symposium ELMAR–2009*, str. 289–292, Zadar, 2009. IEEE.
- [66] Ana Čigon, Kaja Vidmar, Tina Maček, Erik Dovgan, Miha Šinkovec, Miha Klopčič, Borut Batagelj. 0 1 virtual-real duel. V

- Proceedings 51th International Symposium ELMAR-2009*, str. 293–296, Zadar, 2009. IEEE.
- [67] Matjaž Kosmač, Andrej Krota, Borut Batagelj. Puzzle game. V *Proceedings 51th International Symposium ELMAR-2009*, str. 297–300, Zadar, 2009. IEEE.
- [68] Borut Batagelj, Jakob Marovt, Miha Troha, Dominik Mahnič. Digital airbrush. V *Proceedings 51th International Symposium ELMAR-2009*, str. 305–308, Zadar, 2009. IEEE.
- [69] Narvika Bovcon, Barak Reiser, Aleš Vaupotič. *If you look back, it won't be there anymore: (on the Data Dune Platform)*. Art-NetLab, Ljubljana, 2008.
- [70] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič. *S.O.L.A.R.I.S.: arhiv in vmesnik : Bežigradska galerija 2, Ljubljana, 13. oktober–4. november 2004*. Mestna galerija, Ljubljana, 2004.
- [71] Narvika Bovcon, Aleš Vaupotič. *Umetniški arhiv: dva primera: Galerija Media Nox, Maribor, Slovenija, 29. 11.–8. 12. 2004*. Mladinski kulturni center, Maribor, 2004.
- [72] Aleš Vaupotič, Narvika Bovcon. Obrat po prostorskem obratu: umetniškoraziskovalni pristop. *Primerjalna književnost*, 36(2): 225–244, 2013.
- [73] Franc Solina, Gregor Majcen, Narvika Bovcon, Borut Batagelj. Preservation of a computer-based art installation. V *Proceedings International Conference on Cultural Heritage, EuroMed 2014*, str. 643–650, Limassol, 2014. Springer.