

Jedno rešenje za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema za multimedijalne prezentacije

Miloš Radmanović, Dušan Tatić

Elektronski fakultet

Univerzitet u Nišu

Niš, Srbija

milos.radmanovic@elfak.ni.ac.rs

dusan.tatic@elfak.ni.ac.rs

Sadržaj—Različita rešenja za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema mogu se primenjivati kod multimedijalnih prezentacija sa posebnim zahtevima. U ovom radu opisano je jedno softversko rešenje za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema, koji moraju da se prilagode multimedijalnim prezentacijama, korišćenjem "Bino" projekta slobodnog koda. Predloženo rešenje je eksperimentalno testirano u sistemu za multimedijalne prezentacije "Projekciona kosa ravan" dostupne u mini-muzeju na Elektronskom fakultetu u Nišu. Upotreba „Bino” projekta slobodnog koda obezbeđuje jednostavno, fleksibilno, prilagodljivo i jeftino rešenje.

Ključne riječi - video projekcioni sistemi; multimedijalne prezentacije; sinhronizacija; open source

I. UVOD

Dizajn A/V (audio/video) projekcionih sistema predstavlja objedinjen proces promišljanja, oblikovanja i izgradnje fizičkog i duhovnog multimedijalnog prostora. Kao takav, on obuhvata čitav dijapazon aspekata: stvaralački, produkcijski i tehnički. Tehnički aspekt dizajna A/V projekcionih sistema podrazumeva oblast delovanja u kome multimedijalne tehnologije, po svojoj definiciji, imaju svoj fundamentalni doprinos. To danas obuhvata realizaciju odgovarajućih softversko-hardverskih modula, kao i njihove integracije u jedinstvene A/V sisteme prema zahtevima multimedijalnih sadržaja koji se pojavljuju na sceni [1], [2].

Iako se pojam A/V projekcione tehnologije u svesti ljudi uglavnom vezuje za sofisticirane bioskopske sisteme i snažne audio sisteme, multimedijalne tehnologije, u funkciji A/V projekcionih sistema, predstavljaju širi pojam. U nekim svojim segmentima one nisu uvek primetne za gledaoca, ali se slobodno može reći da su prisutne u svakom elementu na sceni i u njenoj neposrednoj okolini. Interesantno je da multimedijalne tehnologije u nekim svojim pojavnim oblicima, razmerama i mogućnostima koje dostižu, prerastaju u spektakl za sebe, pa se može govoriti i o spektaklu multimedijalnih tehnologija kao specijalnoj kategoriji koja privlači pažnju ljudi [2], [3].

U današnjem svetu, sa sve više kompleksnih tehničkih instalacija, multi-funkcionalnih uređaja i računarsko-kontrolisanim A/V sistemima, integracija svih softversko-hardverskih modula u sistem predstavlja kompleksni

inženjerski zadatak. U ovom radu opisano je jedno softversko rešenje za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema za multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima korišćenjem "Bino" projekta slobodnog koda [4]. Osnovni razlog izbora "Bino" projekta je njegova dobra podrška osnovnim i naprednim video opcijama za upravljanje i podršku multi-displejima. Kod podrške osnovnim video opcijama, svi displeji moraju da budu priključeni na isti računar. Ovo je korisno kod video multiprojekcionih sistema koji za projekciju koriste više posebnih video projektora.

Postoji veliki broj kompanija koje nude različita rešenja za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema za multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima. Međutim, ova komercijalna rešenja karakteriše veoma visoka cena. Osim toga, veliki broj rešenja zahteva i dodatne troškove za montiranje i održavanje hardversko/softverske opreme. Sistemi za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema u velikom broju slučajeva su kompleksni i neprilagodljivi. U cilju smanjenja kompleksnosti i troškova, kao i povećanja prilagodljivosti kod realizacije ovakvih sistema u ovom radu predloženo je i opisano jedno rešenje koje predstavlja modifikaciju postojećeg rešenja slobodnog koda. Korišćenje „Bino” projekta slobodnog koda obezbeđuje jednostavno, fleksibilno, prilagodljivo i jeftino rešenje.

Predloženo rešenje je eksperimentalno testirano korišćenjem sistema za multimedijalne prezentacije "Projekciona kosa ravan" dostupne u digitalnom mini-muzeju na Elektronskom fakultetu u Nišu. Konkretno, u digitalnom mini-muzeju Elektronskog fakulteta u Nišu, sistem se trenutno koristi za prikaz tri multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima: "Rekonstrukcije objekata na antičkoj Medijani", "Fotografije starog Niša sa kraja 19. i početka 20. veka" i "3D modeli starih niških kuća kojih danas više nema".

II. VIDEO PROJEKCIONI SISTEMI

Video projekcija je tip prikaza gde se koristi svetlosni izvor visokog intenziteta kako bi se projektovale video slike na nekoj površini. One se koriste kod TV-a sa velikim ekranom. ili multimedijalnih prezentacija na skupovima. Za razliku od plazma, LCD i CRT displeja, koji su tehnologije sa direktnom projekcijom, projekcioni sistemi su sa indirektnom projekcijom u kojima veličina projekcione slike može se povećavati. Kod

video projekcionih sistema, projekciona slika može se ostvariti direktnom ili pozadinskom projekcijom [5]-[7].

Projekcioni video sistemi sa direktnom projekcijom koriste video projektore i posebne površine za projektovanje na kojima se prikazuje projektovana slika, na primer video projekcioni sistemi u kućnim bioskopima. Sistemi sa direktnom projekcijom mogu da postignu veličinu projekcione slike (dijagonalu) u opsegu od 0.9 m do 7.62 m. Ovi sistemi se, takođe, koriste kod računarskih prezentacija ili projekcionim TV sistemima za velike prostorije ili auditorijume. Projekcioni sistemi sa pozadinskom projekcijom kombinuju video projektor i površinu za projektovanje u jednu projekcionu jedinicu (celinu). Tipični projekcioni sistem sa pozadinskom projekcijom je TV velike dijagonale sa pozadinskom projekcijom. TV sa pozadinskom projekcijom sadrži integrisani video projektor koji projektuje u ogledalo, slika se onda reflektuje na pozadinu ekrana TV-a. Ogledalo omogućava projekcionoj slici da putuje manju distancu između projektora i ekrana TV-a gde projekciona slika može imati dimenzije u opsegu od 40" do 80". Projekcioni sistemi sa pozadinskom projekcijom su dobar izbor za kućne bioskopske sisteme u kojima veličina sobe ne dozvoljava korišćenje projekcionih sistema sa direktnom projekcijom. Projekcioni sistemi u vidu tač-displeji su ulazni uređaji koji predstavljaju grafičke slike za korisnike koji mogu izabrati opcije, dodirom prsta, na ikone, simbole ili prikazane dugmiće na displeju. Tač-displeji koriste CRT i LCD video tehnologiju. Oni se najčešće koriste kod kućnih sistema za zabavu, ali u poslednje vreme imaju sve više primena u komercionalnim kioscima, bibliotekama, bankomatima, CAD aplikacijama [5]-[7].

Multi-projekcioni sistemi visoke rezolucije su sistemi koji su sposobni da reprodukuju projekcione slike velikih dimenzija, na primer kod projekcija u prirodnoj veličini sa velikim stepenom realizma. Ni najnovija generacija moćnih video projektora ne može da obezbedi sve zahteve specijalnih video projekcija, kao što su na primer projekcije na kupolama, veliki projekcioni zidovi ili 360° cilindrične projekcije. U tu svrhu predložen je veliki broj različitih rešenja multi-projekcionih sistema, na primer [8], [9].

Složenost multi-projekcionih sistema zavisi od konfiguracije sistema i ima više kategorija. U prvu kategoriju konfiguracije sistema spadaju jednostavni multiprojekcioni sistemi gde se više računara ili video uređaja povezuju na video ulaze jednog video projektora. Izbor izvora video signala se postavlja preko kontrola projektora. Ako je broj izvora video signala veći od broja video ulaza projektora u računar ili video uređaji se povezuju preko video sviča. U drugu kategoriju konfiguracija sistema spadaju multi-projekcioni sistemi gde se više računara ili video uređaja povezuju na video ulaze više video projektora. Na svim video projektorima se projektuje slika izabranog izvora video signala. U treću kategoriju konfiguracija sistema spadaju kompleksni multi-projekcioni sistemi gde se više računara ili video uređaja povezuju na svič/skaler i video distribucioni pojačavač sa više video projektora. Svič/skaler i video distribucioni pojačavač omogućavaju da se određeni izvor video signala usmeri na odgovarajući video projektor [10].

Kod multi-projekcionih sistema treće kategorije konfiguracije sistema umesto odgovarajućeg hardvera za usmeravanje video izvora na odgovarajući video projektor mogu se iskoristiti računarske savremene moćne video grafičke kartice sa više video ulaza i izlaza. U tom slučaju potrebno je koristiti odgovarajuću softversku komponentu koja će upravljati radom ulaza i izlaza na grafičkoj kartici i vršiti sinhronizaciju odgovarajućih događaja. U ovom radu opisano je jedno softversko rešenje koje upravlja radom i vrši sinhronizaciju događaja kod multi-projekcionih sistema sa video grafičkom karticom za multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima korišćenjem "Bino" projekta slobodnog koda.

III. BINO PROJEKAT SLOBODNOG KODA

Funkcionalnost Bino projekta pruža uglavnom sve što se može očekivati od media plejera, ali je takođe primenljiva i za reprodukciju stereoskopskih video snimaka. Osim toga, projekat nudi podršku za reprodukciju video snimaka na multi-displejima, koji mogu da se kreiraju pomoću više posebnih video projektora ili sličnim A/V sistemima. Softver je besplatan i dostupan je za više platformi, kao što su Windows, Mac OS X, FreeBSD i GNU/Linux i zauzima oko 10 MB prostora na disku. Instalacija dodatnih video kodeka za Bino plejer nije potrebna, kao i restartovanje operativnog sistema. Vreme koje je potrebno da se pokrene softver je veoma malo i manje je od jedne sekunde.

Bino podržava veliki broj video formata. Njegov interfejs je sličan interfejsu većini video plejera na tržištu. Bino projekat poseduje brojne opcije, na primer za podešavanje kvaliteta video snimka ili sinhronizaciju video audio traka. Njegova glavna prednost leži u činjenici da se preko njega mogu reprodukovati video snimci korišćenjem različitih ulaznih i izlaznih video podešavanja. Ova mogućnost može biti od velike koristi kod 3D projektora.

Bino projekat podržava interfejs iz komandne linije u obliku: "*bino [opcije...] [fajlovi...]*". Kompletan spisak opcija sa njihovim ekvivalentima iz interfejsa se može naći u [11]. Bino može da preuzima komande interfejsa iz jednog ili više skript fajlova. U tom slučaju se koristi opcija "--read-commands" kako bi se specificirao skript fajl. Kompletan spisak skript komandi se takođe može naći u [11]. Skript fajl može da bude standardni tekst fajl ili imenovani tok što dozvoljava drugim programima ili skript fajlovima da pristupaju komandama interfejsa. Korišćenjem "netcat" uslužnog programa pristup komandama interfejsa je omogućen i preko mreže. Na Sl. 1 je dat primer skript fajla kojim je opisano aktiviranje reprodukcije jednog video fajla "video1.avi" na celom ekranu, nakon čijeg završetka se čeka 30 sekundi, pa se aktivira reprodukcija drugog video fajla "video2.avi", takođe na celom ekranu.

Izvorni kod Bino projekta može se naći u [12]. Izvorni kod je korektno organizovan i dokumentovan, što omogućava veoma laku modifikaciju i nadgradnju njegove funkcionalnosti. U ovom radu opisana je implementacija sinhronizacije dva događaja kod multi-projekcionog sistema sa video grafičkom karticom za multimedijalne prezentacije sa posebnim

zahtevima korišćenjem modifikacije izvornog koda “Bino” projekta.

```
toggle-fullscreen
open video1.avi
play
wait stop
wait 30.0
open video2.avi
play
```

Slika 1. Primer skript fajla za Bino projekat za reprodukciju dva video fajla sa pauzom od 30 sekundi između reprodukcija.

IV. IMPLEMENTACIJA SINHRONIZACIJE DOGAĐAJA KOD VIDEO PROJEKCIONIH SISTEMA

Glavna ideja za implementaciju sinhronizacije događaja kod video multi-projekcionih sistema je da se koristi softverska komponenta koja će upravljati radom ulaza i izlaza na grafičkoj kartici i vršiti sinhronizaciju odgovarajućih događaja. U okviru ovog rešenja ulogu video sviča/skalera preuzima personalni računar sa odgovarajućom grafičkom karticom sa više video ulaza i izlaza. Pošto se kod ovog rešenja zahteva korišćenje standardne računarske opreme, za implementaciju događaja se mogu iskoristiti uređaji priključeni na USB portove računara koji se takođe kontrolišu preko softverske komponente.

Za realizaciju softverske komponente za implementaciju sinhronizacije događaja kod video multi-projekcionih sistema predloženo je korišćenje Bino projekta slobodnog koda. Na Sl. 2 je dat primer skript fajla za Bino projekat kojim je opisano aktiviranje sinhronizacije reprodukcije sa ponavljanjem dva video fajla (“video1.avi” i “video2.avi”) na celom ekranu, gde se jedan video fajl usmerava na jedan projektor, a drugi fajl na drugi projektor. Projektori su povezani na različite izlaze grafičke kartice računara sa dva video izlaza. Dužine reprodukcija video fajlova ne moraju da budu iste. Reprodukcijske se ponavljaju kada oba video fajla završe svoju reprodukciju. Funkcionalnost sinhronizacije reprodukcije realizovana je tako što je kanal za prikazivanje 3D slike za levo oko iskorišćen za slanje signala na jedan projektor, a kanal za desno oko za slanje signala na drugi projektor.

```
set-fullscreen-screens 11
toggle-fullscreen
open video_out1.avi video_out2.avi
set-stereo-layout-swap separate-left-right
set-stereo-mode left-right
adjust-brightness +0.1
toggle-play
```

Slika 2. Primer skript fajla za Bino projekat za sinhronu reprodukciju dva video fajla istovremeno na izlaze grafičke kartice sa dva izlaza.

Za implementaciju sinhronizacije događaja za uređaje priključene na USB portove računara potrebna je modifikacija izvornog koda “Bino” projekta. Kod implementacije sinhronizacije događaja u izvornom kodu “Bino” projekta potrebno je korišćenje privatnih parametara osnovne klase “player”. Spisak ovih parametara sa opisima značenja prikazan je na Sl. 3.

```
/* Timing information. All times are in
microseconds. The master time is the audio time
if audio output is available, or external system
time if there is no audio. */
int64_t _pause_start;
// Start of the pause mode
int64_t _start_pos; // Initial input position
int64_t _current_pos; // Current input position
int64_t _video_pos;
// Presentation time of current video frame
int64_t _audio_pos;
// Presentation time of current audio blob
int64_t _master_time_start; // Master time offset
int64_t _master_time_current;
// Current master time
int64_t _master_time_pos;
// Input position at master time start
```

Slika 3. Spisak parametara klase “player” sa opisima značenja za implementaciju sinhronizacije događaja u izvornom kodu Bino projekta.

Na primer neka multimedijalna prezentacija sa posebnim zahtevima koristi specijalno osvetljenje koje je realizovano sa dve lampe čija se funkcionalnost može kontrolisati preko USB porta računara. Osvetljenje je potrebno uključiti/isključiti u određenim vremenskim trenucima video prezentacije. Za sinhronizaciju događaja u ovom slučaju potrebno je koristiti parametar “_video_pos”. Deo koda koji opisuje sinhronizaciju uključivanja i isključivanja osvetljenja dve lampe priključene na USB portove računara prikazan je na Sl. 4.

```
int64_t player::step(...)
{
    ...
    if (_quit_request)
    {
        ...
    }
    else if (!_running)
    {
        ...
        _video_pos = _video_frame.presentation_time;
        if (_video_pos == _lite1_on_pos)
            USB1LiteOn()
        if (_video_pos == _lite1_off_pos)
            USB1LiteOff()
        if (_video_pos == _lite2_on_pos)
            USB2LiteOn()
        if (_video_pos == _lite2_off_pos)
            USB2LiteOff()
```

Slika 4. Deo koda koji opisuje sinhronizaciju uključivanja i isključivanja osvetljenja dve USB lampe u izvornom kodu Bino projekta.

V. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Kako bi se utvrdila upotrebljivost predloženog rešenja za sinhronizaciju događaja kod video projekcionih sistema koji moraju da se prilagode multimedijalnim prezentacijama korišćenjem “Bino” projekta, u ovom radu je izvršeno eksperimentalno testiranje rešenja korišćenjem multi-projekcionog sistema za multimedijalne prezentacije “Projekciona kosa ravan” dostupne u mini-muzeju na Elektronskom fakultetu u Nišu.

Multi-projekcioni sistem “Projekciona kosa ravan” predstavlja sistem za prezentaciju multimedijalnih sadržaja kako bi omogućio nov način multimedijalne prezentacije kulturno-istorijskog nasleđa primenom savremenih računarskih tehnologija. Primenom ovog sistema omogućava se posetiocu muzeja ili lokaliteta da vidi trodimenzionalnu rekonstrukciju objekata, zajedno sa njihovim opisom i nekadašnjom prostornom lokacijom. Na taj način se mogu bolje predstaviti kulturno-istorijski sadržaji i tako približiti širem krugu posetilaca.

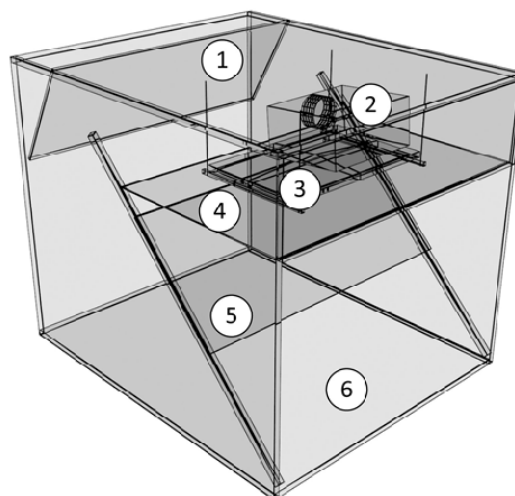
Osnovni princip na kome se zasniva ovaj multi-projekcioni sistem jeste projekciona tehnika poznata kao Peperov duh (eng. Pepper's Ghost) gde se koriste posebna stakla, pleksiglas, plastični filmovi ili specijalno osvetljenje kako bi se kod posmatrača stvorila iluzija javljanja i nestajanja objekata, promene njihove transparentnosti ili pretvaranje jednog objekata u drugi. Sistemi zasnovani na ovoj tehnici primenjuju se danas u muzejima, pre svega u Velikoj Britaniji i Australiji, za prikaz 3D sadržaja, kao i u zabavnim parkovima i na koncertima za stvaranje iluzija kod publike.

Sistem “Projekciona kosa ravan” omogućava sinhrono prikazivanje dve odvojene multimedijalne prezentacije sa zahtevima za specijalnim osvetljenjem za stvaranje iluzija u određenim vremenskim trenucima prezentacije, pri čemu se jedna prezentacija prikazuje na horizontalnoj ravni (element 6 na Sl. 4), a druga na kosoj staklenoj ravni, koja stvara efekat Peperovog duha (element 5 na Sl. 4). Slika koja se prikazuje na horizontalnoj ravni potiče iz projektor (element 2 na Sl. 4) usmerenog ka ogledalu (objekat 1 na Sl. 4) koje se nalazi u zadnjem delu sistema. Ogledalo odbija sliku i projektuje je nazad na horizontalnu ravan (objekat 6 na Sl. 4). Slika na kosoj ravni reflektuje se sa displeja postavljenog u gornjem delu sistema (element 3 na Sl.4). Zaklonska ravan (element 4 na Sl. 4) odvaja elektronski deo uređaja od prostora za projekcije, sprečava neželjenu refleksiju na kosoj ravni i zaklanja najveći deo slike na ogledalu.

Video signali za projektor i displej potiču iz jedinstvenog računarskog sistema i prikazuju se u rezoluciji 1920x1080 piksela. Njihovo sinhrono prikazivanje omogućeno je pomoću skript fajla za Bino projekat kojim je opisano aktiviranje sinhrono reprodukcije sa ponavljanjem za dva video fajla što je opisano u prethodnom poglavlju. Multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima koriste specijalno osvetljenje sa dve USB lampe čija je sinhronizacija sa video fajlovima takođe opisna u prethodnom poglavlju. Prototip sistema koristi projektor Viewsonic PJD5134, monitor Fujitsu L-22T4, dve USB lampe povezane na računar preko Arduino USB adaptera i računar sa Intel i5-2320 procesorom na 3 GHz sa 8 GB RAM memorijom i Linux operativnim sistemom.

U digitalnom mini-muzeju Elektronskog fakulteta u Nišu, sistem se svakodnevno koristi počev od 22.11.2013. godine za prikaz tri multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima: “Rekonstrukcije objekata na antičkoj Medijani”, “Fotografije starog Niša sa kraja 19. i početka 20. veka” i “3D modeli starih niških kuća kojih danas više nema”. Takođe je i realizovan prikaz “3D modeli patenata Nikole Tesle sinhronizovano sa slikama originalnih patenata”, što predstavlja osnovu za razvoj multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima za Muzej

Nikole Tesle u Beogradu. Na Sl. 5 prikazana je fotografija dela sistema prilikom prikazivanja test animacije sa sadržajima na antičkoj Medijani. Dat je pogled na kome se, pored dve ravni kojima se sinhrono prikazuju projekcije, vidi i deo ogledala korišćenog za usmeravanje slike sa projektor.



Slika 5. Perspektivna šema “Projekcione kose ravni” – (1) ogledalo, (2) projektor, (3) displej panel, (4) zaklonska ravan, (5) kosa ravan, (6) horizontalna ravan.



Slika 6. Horizontalna ravan (dole – mapa Medijane), kosa ravan (sredina skulptura).

ZAKLJUČAK

Multi-projekcioni video sistemi za multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima imaju široku primenu u različitim institucijama. U ovom radu opisano je jedno softversko rešenje za sinhronizaciju događaja kod multi-projekcionih video sistema za multimedijalne prezentacije sa posebnim zahtevima korišćenjem standardne računarske opreme. Utvrđeno je da korišćenje standardne računarske opreme i modifikacije postojećeg rešenja slobodnog koda

("Bino" projekta) obezbeđuje jednostavno, lako za korišćenje, fleksibilno, prilagodljivo i što je najvažnije jeftino rešenje.

Predloženo rešenje je eksperimentalno testirano korišćenjem sistema za multimedijalne prezentacije "Projekciona kosa ravan" dostupne u digitalnom mini-muzeju na Elektronskom fakultetu u Nišu, gde je sistem pokazao veliku stabilnost i pouzdanost u radu.

LITERATURA

- [1] H. Ferstler, High Fidelity Audio/Video Systems: a Critical Guide for Owners, McFarland, 1991.
- [2] R. Steinmetz and K. Nahrstedt, Multimedia Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004.
- [3] R. G. Gupta, Television Engineering and Video Systems, Tata McGraw-Hill, 2005.
- [4] The Bino developers, "Bino Web page", <http://bino3d.org/>
- [5] M. S. Brennessoltz and E. H. Stupp, Projection Displays, Wiley, 2008.
- [6] M. Weisen and D. Weynand, How Video Works, Taylor & Francis, 2012.
- [7] K. F. Ibrahim, Newnes Guide to Television and Video Technology: The Guide for the Digital Age - from HDTV, DVD and flat-screen technologies to Multimedia Broadcasting, Mobile TV and Blu Ray, Elsevier Science, 2007.
- [8] K. Li and Y. Chen, "Optical blending for multi-projector display wall system", IEEE Proc. 12th Laser and Electro-Optics Society, vol. 1, 1999, pp. 281-282.

- [9] C. Weissig, I. Feldmann, J. Schüssler, U. Höfker, P. Eisert and P. Kauff, "A Modular High-Resolution Multi-Projection System", Proc. 2nd Workshop on Immersive Communication and Broadcast Systems, Berlin, Germany, Oct. 2005.
- [10] AlecroSystems Inc., "Projection System Configuration", <http://www.alectrosystems.com/video/projection/SystemC.htm>
- [11] M. Lambers, S. Eilemann and F. Devernay, "Bino manual", <http://bino3d.org/doc/bino.html>
- [12] The Bino developers, "Bino project page", <http://savannah.nongnu.org/projects/bino/>

ABSTRACT

Various solutions for event synchronization of video projection systems are applied everywhere special multimedia presentations are needed. In this paper it is described an event synchronization software solution of video projection systems for custom multimedia presentation using bino open-source project. Proposed solution was experimentally tested using system for multimedia presentations "Projection oblique plane" available at digital mini-museum of Faculty of Electronic Engineering, Niš. Using of bino open-source project provides the simplest, easy-to-use, flexible, and least expensive solution.

ONE SOLUTION FOR EVENT SYNCHRONIZATION OF VIDEO PROJECTION SYSTEMS FOR MULTIMEDIA PRESENTATIONS

Miloš Radmanović, Dušan Tatić