

Proširivanje realnosti virtuelnim elementima u televizijskoj produkciji

Marijana Stevanović Nešić, *dipl.inž.informatike*

Sadržaj — U ovom radu predstavljen je pojam i smisao proširivanja televizijske realnosti virtuelnim elementima. Kao praktična osnova ovog rada korišćena su znanja iz rada sa sistemom za realizaciju proširene televizijske realnosti Cyber Sport firme ORAD Hi-Tec Systems Ltd. iz Izraela. Pažnju posvećujem metodama koje obezbeđuju dovoljan kvalitet u sjedinjavanju fizičkog prostora i virtuelnih elemenata, tako da gledaoci ispred ekrana imaju utisak apsolutnog jedinstva tog prostora.

Ključne reči — virtuelni elementi, proširena televizijska realnost, televizijska produkcija

I. UVOD

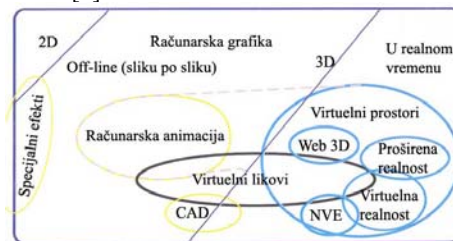
Od trenutka kada je u proizvodnji televizijskog programa primena digitalnih tehnologija zauzela glavno mesto, možemo govoriti o konačnoj kontroli svih elemenata koji čine kvalitetnu televizijsku sliku. Sve delimične ili potpune korekcije, dodavanje različitih vizuelnih efekata slici su, u ovoj fazi razvoja televizije, postale uobičajene i svakodnevnne. Ostaruje se težnja, da se svi nedostaci koje donosi upotreba fizičkog prostora, mogu lako i brzo prevazići novim digitalnim tehnologijama. Naročito mislim na upotrebu virtuelnih grafičkih elemenata u vizuelnom grafičkom prikazu. Naravno, moramo pri tom govoriti i o okvirima u kojima je realno očekivati kvalitetne rezultate.

Virtuelni element je kompjuterski generisan proizvod, koji može biti 2D, 3D grafički prikaz, animirana sekvenca, ali koji će uvek posedovati osobine jednog prostornog elementa i koji će korisniku biti prikazan uz mogućnost interakcije (pod korisnikom se u ovom radu podrazumeva operater za realizaciju). U ovom radu će biti objašnjeno kako kompjuterski generisani elementi mogu za televizijskog gledaoca, postati deo fizičkog prostora, kao i mogućnosti da korisnik vrši ažuriranje osobina virtuelnih elemenata i njihovog odnosa prema prostoru. Pojam koji se uvodi u upotrebu je proširena realnost [3]. Pod ovim pojmom podrazumevamo dodavanje virtuelnih grafičkih elemenata realnom prostoru. U slučaju primene u televizijskoj tehnici, pogled u taj prostor gledalac ostvaruje ispred televizijskog ekrana, a u tehničkom lancu se ostvaruje video sabiranjem grafičkih elemenata sa video signalom kamere.

Marijana Stevanović Nešić, Beograd, Srbija (telefon: 381-64-4237230; e-mail: marijanasn@yahoo.com).

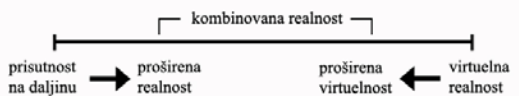
II. MESTO PROŠIRENE REALNOSTI U PROSTORU RAČUNARSKE GRAFIKE

Slika 1 prikazuje područja 3D računarske grafike i njihove međusobne odnose, kao i mesto proširene realnosti u tom prostoru[3]:



Sl.1. – Mesto proširene realnosti u područjima računarske grafike [3]

Kada se radi o kombinovanju realnog prostora i virtuelnih elemenata, praktična primena ukazuje na to da jasne granice ne postoje. Prema Milgramu moguća stanja kombinovanja su predstavljena dijagramom [3,7]:



Sl.2. – Milgramov dijagram realnog i virtuelnog [3]

Prisutnost na daljinu - Korisnik vidi realan prostor.
Proširena realnost - Korisnik vidi realan prostor sa elementima virtuelnog.
Proširena virtuelnost - Korisnik vidi virtuelni prostor sa realnim elementima.
Virtuelna realnost - Korisnik vidi virtuelni prostor.

Danas je vrlo prisutna, jako razvijena i naročito popularizovana sfera virtuelnih prostora. Mislim, pri tome, na različite vrste grafike u realnom vremenu koje uključuju interakciju prostora i predmeta, a najčešće obuhvataju virtuelnu realnost, umrežene virtuelne svetove i virtuelne likove. Naročita oblast je oblast proširene realnosti (*Augmented Reality, AR*), koja je između ostalog, našla veliku primenu u televizijskoj tehnici. Pojam proširene realnosti nameće diskusiju i razmišljanje šta u jednom takvom prostoru predstavlja virtuelno, a šta realno. U virtuelnom prostoru su apsolutno sve komponente kompjuterski generisane, od prostora do pokretnih elemenata, koji su korisniku ponudeni da interaktivno deluje na njih pomoću interaktivnih uređaja (interaktivni uređaji mogu biti ulaznog i izlaznog tipa, vrlo različitih konfiguracija i primena). U prostoru u kome

govorimo o proširenoj realnosti, govorimo o realnom fizičkom prostoru, najčešće posmatranom kroz kameru, u koji ćemo, uz pomoć specijalizovane tehnologije, smeštati virtuelne elemente.

III. KARAKTERISTIKE PROŠIRENE REALNOSTI

Osnovne karakteristike sistema proširene realnosti (*Augmented Reality, AR*) su:

- *Kombinacija realnog i virtuelnog* omogućava obogaćivanje realnog prostora pri čemu se postiže vizuelni utisak da su virtuelni elementi deo realnog sveta.
- *Interakcija u realnom vremenu* podrazumeva da korisnik saopštava zahtev preko ulaznih uređaja (u najprostijem primeru su to miš i tastatura). Tehnologija interaktivne grafike uglavnom obuhvata hardver i softver za korisničku kontrolu kretanja i ažuriranja. Sa *dinamikom kretanja* virtuelni objekti mogu biti pomerani u odnosu na stacionarnog posmatrača. Objekti takođe mogu biti statični, a pokretni posmatrač („virtuelna kamera“) može ostvarivati geometrijske operacije rotacije, transliranja (u televizijskoj tehnici se odnosi na pan i tilt) i zuma. *Dinamika ažuriranja* je promena virtuelnih objekata koja podrazumeva promenu geometrijskog oblika, teksture, boje, transparentcije i ostalih vizuelnih promena na objektima.
- *Kalibracija (registracija, podešavanje) u 3D* je glavni problem proširene realnosti. Radi se o tome da treba precizno rasporediti virtuelne elemente u 3D prostoru. Virtuelna scena se konstruiše sa koordinatnim sistemom koji tačno odgovara koordinatnom sistemu realnog prostora. Na taj način se položaji realnih predmeta mogu verno preneti u virtuelnu scenu i virtuelni predmeti se postaviti u odnosu na njih. Pri kalibraciji je potrebna velika preciznost, jer samo pod tim uslovom postiže utisak realnosti, odnosno da virtuelni element pripada realnom prostoru. Pri svakoj promeni koju zadaje kamera (pan, tilt, zoom) virtuelni objekti prate promene pogleda kamere u realnom prostoru.

Praćenje (*tracking*) je postupak dobijanja preciznog položaja/orijentacije objekata u realnom prostoru, što je osnovni zahtev kalibracije.

IV. VRSTE RADA SISTEMA ZA PROŠIRIVANJE TELEVIZIJSKE REALNOSTI VIRTUELNIM ELEMENTIMA

U televizijskoj tehnici su ravnopravno zastupljene primene dodavanja virtuelnih elemenata realnom prostoru i u studijskim i vanstudijskim uslovima. Ove primene podrazumevaju dosta sličnosti, ali i izvesne razlike.

Kada govorimo o studijskim uslovima rada, taj rad podrazumeva rad u „virtuelnom studiju“. Najčešće se koristi kod generisanja virtuelne scenografije, mada su u ekspanziji primeri upotrebe virtuelnih likova kao prezentatora. „Virtuelni studio“ je apsolutno fizički merljiv i opipljiv prostor koji čine televizijski studio bez scenografije (jedina scenografija je *blue box* prostor), standardan televizijski studijski lanac u koji je implementirana tehnologija za realizaciju proširivanja televizijske realnosti. Ova tehnologija generalno podrazumeva dva sistema: sistem za generisanje virtuelnih elemenata i sistem za praćenje i orijentaciju u prostoru, uz obavezan sistem za *chroma key*. Sistem za praćenje i

orijentaciju sadrži elemente sistema za praćenje sa senzorima za orijentaciju kamere prema pozicijama u studiju i sistem nadzornih IC kamera za određivanje položaja učesnika programa prema virtuelnoj scenografiji.

Kada govorimo o vanstudijskim uslovima rada, taj rad je za televizijskog gledaoca vizuelno očiglednija situacija proširivanja realnosti. Danas je sve prisutnija primena ovom vrstom vizuelnih predstava u zabavnim i muzičkim spektaklima. Jasne su prednosti koje može doneti upotreba virtuelnih elemenata u ove svrhe. Lakoća izvođenja, preciznost i lepota koja se može ostvariti kompjuterskim generisanjem potpuno odvajaju efekte koji se dobijaju primenom drugih tehnologija. Druga sfera primene u kojoj je dodavanje virtuelnih elemenata realnom prostoru postalo deo televizijske svakodnevice su sportski događaji. Primena u ovoj sferi je davno prevazišla upotrebe u komercijalne svrhe i jednostavne prikaze sportskih rezultata. Ona je danas nezaobilazni deo bogate sportske statistike u svim vrstama sportova. Naša televizijska publika se najčešće sreće sa virtuelnim prikazima na fudbalskim utakmicama. U fudbalu se najčešće koristi za merenje dužine slobodnog udarca, obeležavanje prostora kruga 9 metara, prikazivanje ofsajd linije. Kod sportova kao što su fudbal, košarka, odbojka, rukomet se koristi za prikazivanje grbova timova i rezultata utakmice. U vodenim sportovima kao što su kajak, plivanje često se koristi za obeležavanje linije cilja ili projektovanje zastava zemalja učesnica u vodi. Često se prikazuje „jumbotron“ za prikazivanje detalja igre ili statistike. Primer sistema za realizaciju proširene televizijske realnosti je sistem Cyber Sport firme ORAD.

V. KOMPONENTE TEHNOLOŠKOG LANCA SISTEMA ORAD CYBER SPORT

Sistem Cyber Sport je namenjen za rad u prenosnoj tehnici. Iz tog razloga jedan deo sistema je vezan za reportažna kola. Drugi deo sistema je prenosiv i obuhvata elemente koji se montiraju svaki put iznova kada reportažna kola promene lokaciju. (Sl.3.)

Komponentama pomenutog sistema podrazumevaju hardverske i softverske komponente.

A. Hardverske komponente sistema

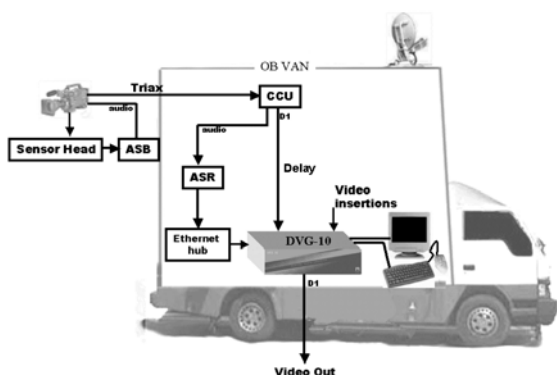
Hardverske komponente sistema obuhvataju tri grupe uređaja: radio-difuznu opremu, glavnu procesorsku jedinicu i periferni uređaji.

Radio-difuzna oprema obuhvata kameru, optiku kamere (*Lens box*), jedinicu za pan i tilt kamere - senzorsku glavu (*Sensor Head*) i senzore za praćenje sa kablovskom opremom za povezivanje funkcija zuma i fokusa, kao i funkcija pana i tilta sa sistemom za obradu informacija praćenja.

Kamera mora biti profesionalna tako da zadovoljava visoke zahteve za kvalitetom. Optika kamere je profesionalna optika koja se inače koristi u radio-difuziji, s tim što je za nju obezbeđena specijalna senzorska oprema prilagođena i optici i sistemu za realizaciju. Senzori za pan i tilt mogu raditi sa različitim optikama kamere, pod uslovom da su softverski podržani. Jedinica za pan i tilt kamere sadrži senzorsku glavu koja predstavlja platformu, koja je držač kamere i senzora za pan i tilt.

Glavna procesorska jedinica (DVG-10) je najčešće izvedena kao dualni kompjuterski sistem: jedan namenjen operativnom delu rada i drugi namenjen procesu rendera, koji prikuplja i obrađuje podatke sistema za praćenje položaja. Fizički oba sistema mogu činiti jedan uređaj, mada novije izrade podrazumevaju odvojene uređaje, zbog lakoće kretanja.

Periferni uređaji najčešće obuhvataju prijemnike koji prenose signal sa sistema za praćenje do sistema za obradu *tracking* podataka i liniju za kašnjenje, koja omogućava sinhronizaciju *tracking* podataka i video signala sa kamere.

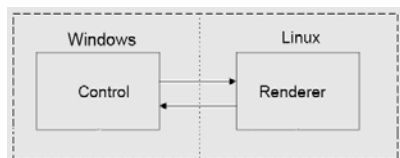


Sl.3. - Konfiguracija Cyber Sport sistema [1]

B. Softverske komponente sistema

Softverske komponente sistema uključuju sledeće softverske module:

- Komponente kontrolne jedinice sadrže module za kreiranje scene i kontrolne interfejs module za upravljanje (rad u Windows-u), kao i module za podešavanje chroma key-a.
- Komponente jedinice za renderovanje primenjuje renderovanje u realnom vremenu pri renderovanju grafike u video (rad u Linux-u).



Sl.4. – Komunikacija softvera za korisničke kontrole i softvera za renderovanje u realnom vremenu Cyber Sport-a [5]

VI. PROCES ODREĐIVANJA POLOŽAJA – KALIBRACIJA

Da bi se postiglo precizno sjedinjavanje virtuelnih elemenata sa realnim prostorom, mora se ostvariti nekoliko neophodnih postupaka. Moraju biti precizno utvrđene mere realnog polja. Takođe, mora precizno biti definisana relativna pozicija kamere u polju i mora biti obezbeđen precizan prenos podataka koji opisuju praćenje (*tracking* podaci). Ukratko, tehnički sistem za realizaciju dobija parametre sa kamere (pozicija, uglovi, vidno polje). Dobljene parametre primenjuje za transformaciju grafika, tako da će grafike biti transformisane u prostoru kao da su vidljive kroz kameru.

A. Određivanje osnovnih mera realnog polja

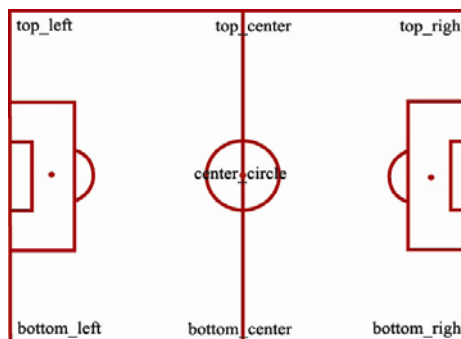
Određivanje osnovnih mera realnog polja (fizičkih mera) se može ostvariti na različite načine. Najčešći načini su optičko i mehaničko merenje. Sistemi za merenje najčešće spadaju u prateću opremu sistema za realizaciju proširene realnosti. Preciznost ovih merenja je naročito važna, jer pogrešno izmereno fizičko polje gde će se smeštati virtuelni elementi, može prouzrokovati teške posledice pri praćenju pokreta kamere. Ako bi softverski sistem dobio pogrešne podatke o realnom prostoru, svako dalje podešavanje bi bilo besmisleno i davalo bi jako loše rezultate. Na primer, ako bi se projektovanje realizovalo na stadionu Marakana, koji ima osnovne dimenzije terena 105 x 68 metara i ako bi se model virtuelnog prostora spajao sa pomenutim granicama terena, bilo bi nedopustivo dozvoliti bilo kakvo značajno odstupanje od ovih mera. Pri tome se misli na odstupanje koje ne bi prelazilo vrednost $\pm 1\%$ realne mere.

B. Merenje referentnih tačaka

Referentne tačke su utvrđene tačke realnog polja sa kojima će biti povezane referentne tačke modela polja (prostora sa virtuelnim elementima). Softverski paketi su obogaćeni već definisanim modelima polja, koji znatno olakšavaju rad operatera u pripremi. Naravno, definisani su procesi izrade sopstvenih modela korisnika po potrebi. Kada se radi u sportskim prostorima, geometrija i odnosi karakterističnih dužina i tačaka su apsolutno deo sportskih pravila, koji će se primenjivati u radu.

Ono što je uvek definisano u modelu polja, to su utvrđene karakteristične tačke (koje odgovaraju referentnim tačkama realnog polja). Jasno je da će centar fudbalskog terena biti u preseku horizontalne i vertikalne polovine linije. To znači da će centar terena na stadionu Marakana biti udaljen 52,5 m od kraće stranice terena i 34 m od duže stranice terena. Odnosi će uvek zavisiti od osnovnih dimenzija realnog polja.

Da bi se ostvarilo povezivanje tačaka, mora se utvrditi pozicija kamere prema polju. Određivanje pozicije kamere vrši se pomoću softverskih alata za izračunavanje pozicije kamere prema realnom polju.



Sl.5. - Izgled modela polja za fudbal sa obeleženim referentnim tačkama

U modelu polja za fudbal referentne tačke imaju svoja imena: center_circle, bottom_left, bottom_center, bottom_right, top_left, top_center, top_right. Na realnom terenu ova imena se odnose na centar kruga, levi kornjer dole, centar dole, desni kornjer dole, levi kornjer gore, centar gore, desni kornjer gore. Tačke gore su tačke na

većoj udaljenosti od kamere, a tačke dole su tačke bliže kameri.

Posle merenja svih odabranih tačaka, sistem vrši određivanje položaja i koordinata projektovanih tačaka. Pokretanjem *modela polja*, Render Engine (modul za renderovanje) počinje da koristi projektovane tačke.

Podaci o modelu polja se čuvaju u dve vrste fajlova:

- Na primer *FieldModel_Reprojected.xml* fajl omogućava čuvanje podataka o modelu, tako da ih Render Engine automatski pronalazi kada se ponovo pokrene.

- Fajl tipa *FieldModel_Reprojected.blk* (blocking) čuva podatke o izmerenom polju za konkretno merenje.

Svi dobijeni podaci se čuvaju u konfiguracionom XML fajlu *TrackinSet.cfg*.

Softverski alat sistema Cyber Sport je TSPositioning (*TrackingSet Positioning*). TSPositioning izračunava podatke o preciznoj poziciji kamere u polju. Pošto *tracking* sistem (sistem za praćenje) Cyber Sport-a zahteva kameru koja ima fiksnu poziciju, TSPositioning se mora koristiti svaki put kada kamera promeni svoju poziciju. To je procedura koja se sprovodi za svaki sportski događaj. Ovaj proces zahteva najpre hardversku pripremu *tracking* sistema, a posle i merenje pomoću TSPositioning-a. [1]

C. Standardna podešavanja

Posle izračunavanja pozicije i orijentacije kamere, moraju se uraditi podešavanja koja obezbeđuju da pri promenama zuma, pana i tilta kamere virtuelni objekti zadržavaju svoj položaj. Ova podešavanja se takođe izvode u TSPositioning GUI i obuhvataju podešavanja opsega zuma, podešavanje skale fokusa – *focal scale*, podešavanje odnosa pogleda – *aspect ratio*.

Proces podešavanja zuma ima za cilj ostvarivanje mirovanja virtuelnog objekta pri promeni veličine zuma.

Podešavanje skale fokusa – *focal scale* daje tabelu vrednosti treba da obezbedi mirovanje virtuelnog objekta pri tiltu kamere. Vrednosti merenja se čuvaju u XML fajlu tipa **.fst*. Ovaj fajl je tabela koja je dobijena od utvrđenih vrednosti *focal scale* za pojedine vrednosti zuma.

Podešavanje odnosa pogleda – *aspect ratio* daju tabelu vrednosti koja treba da obezbedi mirovanje virtuelnog objekta pri panu kamere. Utvrđene vrednosti se upisuju u tabelu koja se čuva u XML fajlu tipa **.ast*. [1]

Pošto su obavljena opisana podešavanja, Cyber Sport je spreman za uspešno prikazivanje grafičkih sadržaja scene.

Kada se opisana podešavanja obave dovoljno precizno, možemo očekivati ispunjenje zahteva da će virtuelni objekti, pri svim pokretima kamere, ostati za gledaoca deo realnog terena.

LITERATURA

- [1] Orad Cyber Sport™, User's Guide, 2004.
- [2] Orad Cyber Graphics Maker™, User's Guide, 2004.
- [3] Igor S. Pandžić: "Virtualna okruženja - računalna grafika u stvarnom vremenu i njene primjene", Zagreb, Element, 2004. god.
- [4] Orad Cyber Set™, User's Guide, 2004.
- [5] Orad DVG-10™, Installation Manual
- [6] Zvanični sajt ORAD (www.orad.tv i www.orad.co.il)
- [7] P. Milgram, F. Kishino: "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", IEICE Transaction on Information Systems, vol. E77-D, no. 12, 1994.
- [8] Dr Dragan Cvetković: Računarska grafika, Računarski fakultet, Beograd i CET, Beograd 2006. god.
- [9] THOMSON Broadcast Systems, TTV 1707 Camera/DT 500 CCU, User Manual, 2000. god.
- [10] Marijana Stevanović Nešić, "Principi i primena virtuelne grafike u proizvodnji televizijskog sportskog programa", Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2008. (unpublished)

ABSTRACT

A matter of this thesis represents definition of the term expanding television reality by virtual elements. As a practical fundaments, we are using operating experiences from Cyber Sport, an ultimate live sport enhancement and virtual advertisement tool by ORAD Hi-Tec Systems Ltd. from Israel. My special attention regards methods for enabling sufficient quality in merging physical space and virtual elements, in order to provide a sensation of unified space to TV audience.

EXPANDING OF REALITY USING VIRTUAL ELEMENTS IN BROADCAST TELEVISION PRODUCTION

Marijana Stevanović Nešić