

Analiza pozadina kod hroma-ki efekta u virtuelnom TV studiju

Mile Petrović / Branimir Jakšić / Petar Spalević

Departman za Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo
Fakultet tehničkih nauka
Kosovska Mitrovica, Srbija
petrovic.mile@yahoo.com / branimirjaksic@gmail.com

Ivana Petrović

Departman za Audio i video tehnologije
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
Beograd, Srbija
petrovicvanja@yahoo.com

Vladimir Daković, student

Elektrotehnički fakultet
Beograd, Srbija
dakovicvlada@gmail.com

Sadržaj — U radu je predstavljena analiza pozadine za različite nijanse plave i zelene boje kod hroma-ki (chroma key) efekta u virtuelnom TV studiju. Analiza je rađena za hroma-ki efekat u programskom paketu Adobe Premiere. Dobijeni rezultati predstavljeni su tabelarno za različite nijanse plave i zelene boje pozadine. Na osnovu njihovog međusobnog poređenja došlo se do zaključka za koje nijanse boje pozadine može da se dobije što kvalitetnija slika na izlazu iz virtuelnog studija.

Ključne reči – *Chroma Key; Similarity; Edge Feather; Edge Thin; Blend;*

I. UVOD

Hroma-ki (*chroma key*) postupak u televizijskom studiju zamenjuje scenografiju i pojeftinjuje proizvodnju programa. On predstavlja način mešanja dva video signala, pri kome se jednobojna pozadina u jednom video signalu (signal "žive slike" sa scene) zamenjuje nekim drugim video signalom. Zamena se vrši brzim prekidačkim kolom koje naizmenično uključuje video signal prednjeg plana (*foreground* - FG) i video signal nove pozadine (*background* - BG). Proces zamene pozadine naziva se *keying* [1], [2]. Umetanje video signala nove pozadine u jednobojni pozadinu video signala prednjeg plana vrši se u trenutku skeniranja, na granici između objekta ili učesnika u prvom planu i jednobojne pozadine. Na taj način se stvara utisak da se objekti iz prednjeg plana nalaze u sceni koju prikazuje slika drugog izvora. Jednobojna pozadina može da bude bilo koja boja, pod uslovom da se ta boja ne nalazi na objektima ili učesnicima u prednjem delu scene [3]. Danas se koriste za pozadinu plava ili zelena boja.

Hroma-ki postupak daje zadovoljavajuće rezultate za statične scene (informativni program, panel razgovori, vremenska prognoza i sl.), ali pri snimanju scene sa dinamičkim pokretima učesnika, ne prati promene ugla snimanja, prelaz sa zuma na total, ili prelaz sa jedne kamere na drugu, pa se remeti realni odnos između učesnika i predmeta sa scenografijom i gubi se osećaj prostornosti odnosno dubine slike.

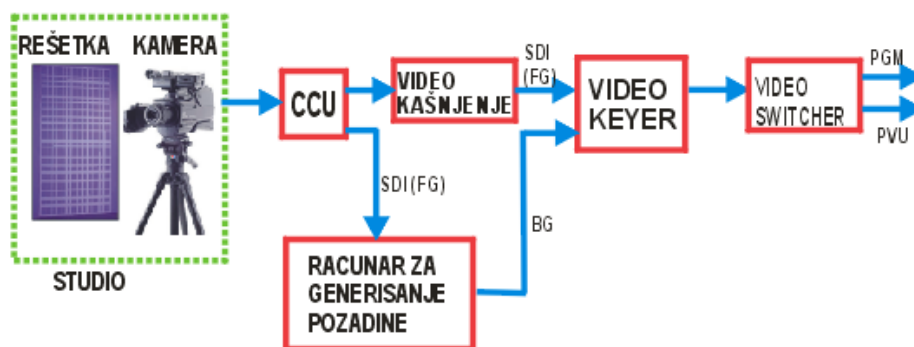
Zbog ovoga je domet hroma-ki efekta ograničen samo na statičan odnos prednjeg plana. Zato se za prirodan odnos pozadine i prednjeg plana u televizijskoj produkciji koristi virtuelni studio [4], [5].

II. VIRTUELNI STUDIO

Virtuelni TV studio obezbeđuje prirodan odnos između učesnika i generisane scenografije iz računara tako što se u realnom vremenu vrši korekcija generisane scenografije iz komputera i usklađuje sa podacima koji se dobijaju o položaju kamere koja daje prednji plan. Na taj način zadržava se logičan odnos između scenografije i učesnika, a ima se i osećaj dubine slike. Kod virtuelnog studija moguće je generisati i scenografiju koja se nalazi u prednjem planu i koja može biti neprovidna ili providna (transparentna). Komjuterski generisana scenografija ima vizuelni izgled realnog dekora u pozadini. Na ovaj način moguće je stvarati različite dekore pa i nadrealne, na taj način ima se vizuelni utisak da je TV studio mnogo većih dimenzija nego što jeste. Za izradu kompjuterski generisane scenografije koriste se softverski paketi 3D Studio Max, Maya, SoftImage i LightWave [6], [7].

Tehnologija virtuelnog studija zasniva se na opisanom hroma-ki postupku. Kod hroma-ki postupka koristi se statična dvodimenzionalna računarska generisana grafika za scenografiju, koja se ubacuje kao pozadina slike. Ali ona ne prati promene ugla snimanja, prelaz sa zuma na total ili prelaz sa jedne kamere na drugu usled čega se remeti realni odnos između učesnika i scenografije. Kod virtuelnog studija, podaci o položaju kamere omogućuju računaru da obradom podataka u realnom vremenu izvrši korekciju položaja generisane 3D grafike ili animacije prema podacima iz kamere. Samim tim, zadržava se prirodnost, iluzija prostornosti i logičan odnos između učesnika i predmeta u video signalu žive slike i scenografije.

Studio u kojem se realizuje TV program virtuelnog studija uglavnom ima oblik slova L ili slova U, a najsavremeniji studiji su kružnog oblika. Scena (zidovi i pod) treba da su uniformno obojeni plavom ili zelenom bojom pri čemu bočne



Slika 1. Blok šema virtuelnog studija sa jednom kamerom

strane zida i prelazi sa zida na pod treba da su zaobljeni, da se nebi stvarale neželjene senke. Može da se koristi i platno plave ili zelene boje. Koristi se uglavnom difuzna rasveta, koja ne sme da stvara senke. Učesnik programa se nalazi u gotovo praznom prostoru, najčešće bez ili sa samo nekoliko realnih elemenata u studiju, ostala scenografija je unapred kompjuterski generisana i kombinuje se sa video signalom iz kamere.

Osnovna oprema virtuelnog televizijskog studija sastoji se od kamere sa CCU (*Camera Control Unit*), senzora za određivanje položaja kamere, računara velike procesorske moći, hroma kijera (*chroma keyer*) i linije za kašnjenje (*delay line*). Blok šema za virtuelni studio sa jednom kamerom prikazana je na Sl. 1.

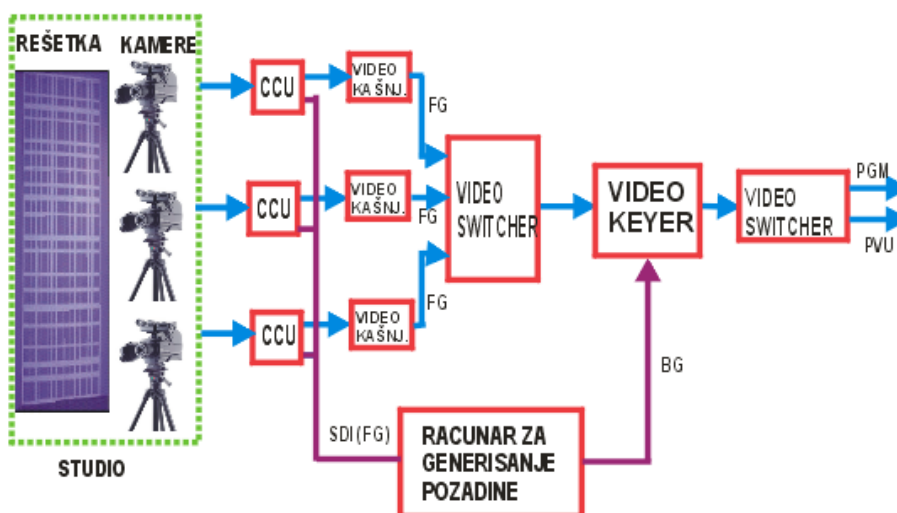
Video signal iz kamere koja snima prednji plan vodi se preko linije za kašnjenje u hroma kijer. Informacije sa senzora koje određuju položaj kamere vode se u računar velike procesorske snage na osnovu kojih se vrši u realnom vremenu korekcija generisane scenografije, a onda se ona tako korigovana vodi u hroma kijer gde se te dve slike kombinuju. Računar poseduje video izlaze za pregled, video ulaze, audio

ulaze i izlaze, liniju za kašnjenje video signala i zvuka. Podržava SD i HD standarde, PAL i NTSC formate. Rad računara kontrolisan je softverskim paketom koji se sastoji od aktivnih relacionih baza podataka za laku i brzu vizuelizaciju (render) grafike. Svi pojedinačni objekti scenografije podržani su svojim posebnim bazama podataka. Podaci o položaju kamere u toku snimanja omogućavaju računaru da obradom podataka izvrši korekciju položaja generisane grafike za scenografiju, čime se zadržava prirodnost i iluzija prostornosti.

Ukoliko se koriste više kamera onda se one preko svičera odnosno rutera povezuju prema blok šemi prikazanoj na Sl. 2.

Proizvođači su razvili više različitih metoda za određivanje položaja kamere i merenje osnovnih pokreta koje svaka kamera može da napravi (*pan, tilt, pomeraj po x,y,z osi, zum i fokus*). *Pan* određuje pomeranje kamere po horizontali, *tilt* određuje pomeranje kamere po vertikali, *zum* povećava ili smanjuje stvarnu veličinu slike ili kadra a *fokus* određuje oštrinu slike.

Kod Patern sistema (*prepoznatljiva rešetka*), nacrtana je rešetka (mreža) na plavoj ili zelenoj chroma-key pozadini koja se nalazi iza izvodača, Sl. 2. Rešetka je nacrtana u svetlijim



Slika 2. Blok šema virtuelnog studija sa više kamera

nijansama plave ili zelene boje. Video signal iz kamere se vodi do računara u kome se nalazi specijalni video procesor sa sofisticiranim softverom koji iz video signala određuje tačnu orijentaciju i lokaciju kamere uključujući i podešavanje zoom-a i fokusa. Zavisno od sistema, proces preračunavanja pozicije kamere traje od 1 do 3 frejma.

III. IZBOR BOJE POZADINE

U hroma-ki postupku umetanje novog signala moguće je izvesti sa bilo kojom bojom u pozadini, ali pod uslovom da se ta boja ne nalazi na objektima i učesnicima u prednjem delu scene. Za boju pozadine koriste se zasićena plava, zasićena zelena i pink koja se koristi u posebnim slučajevima.

Zelena se trenutno koristi kao pozadina više nego bilo koja druga boja, jer su senzori u digitalnim video kamerama najosetljiviji na zelenu boju, a i ljudsko oko je osetljivije na zelenu svetlost [8]. Zeleni kanal kamere ima najmanji "šum", a pritom daje najčistiju sliku (key/matte/mask).

Plava boja je bila više korišćena kod kamera sa analognim video signalima mada se i danas dosta koristi u televizijskoj produkciji za potrebe izveštaja vremenske prognoze, dečijih emisija i izradu specijalnih efekata. Refleksije svetla kod plave pozadine su mnogo manje od refleksija drugih boja, a i najmanje plave boje ima u prirodi i na koži ljudskog lica.

Ponekad se koristi i pink boja (#FF00FF) pozadine, ona se koristi u aplikacijama za scene na kojima se nalaze samo objekti.

Koriste se i retroreflektivne pozadine koje ne zahtevaju dodatno osvetljenje, sem standardnog, a u nekim slučajevima se koristi samo svetlo koje se dobija pomoću led dioda koje se nalaze na prstenu oko objektiva kamere.

Najveći izazov prilikom postavljanja scene (*bluescreen* ili *greenscreen*) predstavlja podešavanje svetla i izbegavanje senki, jer treba postići da boja koja se zamenjuje bude ujednačena. Senke mogu uticati da se pojavi tamnija boja pozadine koja neće biti registrovana prilikom zamene pozadine. Takve greške se mogu videti u emisijama koje se emituju uživo, gde se greške ne mogu naknadno ispraviti. Takođe, treba imati u vidu i vrstu materijala koji se snima, jer će vrsta materijala uticati na kvalitet osvetljenosti objekata. Sjajne površine će imati oblasti koje reflektuju svetlo i izgledaće suviše blede, dok će pojedine oblasti biti suviše zatamnjene. Mat površine će od difuzno odbijenog svetla imati veći opseg boja. Da bi se dobio što kvalitetniji snimak neophodno je napraviti razliku u boji (koordinatama boje) između subjekta i pozadine. Za rasvetu se obično koristi ista postavka kao za standardna snimanje koja uključuje tri svetla (prednje, bočno i pozadinsko) [9].

IV. ANALIZA

Analiza hroma-ki efekta u virtuelnom studiju, za različite nijanse plave i zelene boje pozadine rađena je u programskom paketu Adobe Premiere. Dobijeni rezultati za Chroma Key efekat predstavljeni su tabelarno. Parametri za koje je rađena analiza su:

- *Smilarity* (Color Tolerance) - Širi ili smanjuje opseg boje koja treba da bude transparentna. Više vrednosti povećavaju opseg.

- *Blend* - Uklapa video materijal na koji je postavljen key efekat sa video materijalom koji predstavlja novu pozadinu. Za više vrednosti uklapanje je bolje.

- *Thershold* - Kontrolise vrednost senke u opsegu izabrane (keyed) boje.

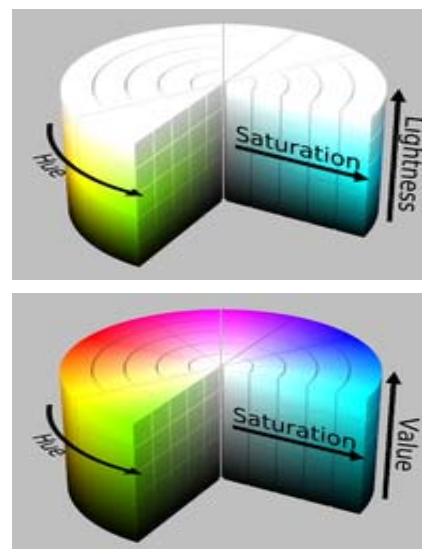
- *Cutoff* - Potamnjuje i osvetljava senku.

- *Edge Thin* - Podešavanje širine granice ključne oblasti (*area's keyed*). Pozitivne vrednosti uvećavaju masku, uvećavaju transparentnu površinu, a negativne vrednosti smanjuju masku, odnosno smanjuju transparentnu površinu.

- *Edge Feather* - Određuje mekoću ivice. Više vrednosti stvaraju mekše ivice.

Predstavljanje koordinata boja (r,g,b) moguća je u različite koordinatne sisteme (R,G,B; UCS; CIE, HSL, HSB, ...). Transformacija kolorimetrijskih koordinata iz jednog sistema u drugi vrši se raznim matematičkim transformacijama. Zbog toga se dešava da jedan isti vektor boja ima različite koordinate boja zavisno od sistema. U ovoj analizi ograničili smo se na HSL i HSB (ili HSV) cilindrične sisteme kod kojih je vizuelna razlika susednih uzoraka u trodimenzionalnoj prestavi boja približno jednaka. Ovi sistemi su zasnovani na tri vizuelna parametra koji se nazivaju vrsta boje (*hue*), zasićenje (*saturation*) i sjajnost (*lightness*) kod HSL sistema, a kod HSB sistema vrsta boje (*hue*), zasićenje boje (*saturation*) i sjajnost (*brightness, value*).

Oba cilindrična sistema prikazana su na Sl. 3. Kod oba sistema (HSL i HSB) ugao oko centralne vertikalne ose odgovara vrsti boje, rastojanje od ose odgovara zasićenju boje, a rastojanje duž ose odgovara sjajnosti boje.



Slika 3. HSL i HSB cilindar

U HSL i HSB cilindričnom sistemu vrsta boje počinje primarnom crvenom bojom od 0°, prolazi kroz primarnu

zelenu na 120° i primarnu plavu na 240°, a zatim se vraća na crvenu boju. Zasićenje boje se menja od 0 do 1. Vertikalna osa predstavlja sjajnost koja se menja od crne (0) do bele boje (1). Vrednosti parametara nijanse zelene boje date su u heksadecimalnom sistemu, Tabela 1, a dobijene vrednosti, tokom analize, za različite parametre primenom *Chroma Key* efektu u Tabeli 2.

Vrednosti parametara nijanse plave boje date su u heksadecimalnom sistemu, Tabela 3, a dobijene vrednosti, tokom analize, za različite parametre primenom *Chroma Key* efektu u Tabeli 4.

TABELA I. VREDNOSTI PARAMETARA ZELENE BOJE

Kôd boje	Izgled boje	HSB geometrija			HSL geometrija			RGB vrednosti		
		H	S	B	H	S	L	R	G	B
#80FF00		90	100	100	90	100	50	128	255	0
#53FF00		100	100	100	100	100	50	83	255	0
#42FF11		107	93	100	107	93	53	66	255	17
#3DE632		116	78	90	116	78	55	61	230	50
#47E054		125	68	88	125	60	58	71	224	84
#3F7E4F		135	50	49	135	25	37	63	126	79

TABELA II. VREDNOSTI PARAMETARA ZA REALIZACIJU CHROMA KEY EFEKTA ZA NIJANSE ZELENE BOJE

Parametar	#80FF00	#53FF00	#42FF11	#3DE632	#47E054	#3F7E4F
Smilarity	87	75	70	60	55	21
Blend	0	8	13	19	24	5
Thershold	0	0	0	40	40	26
Cutoff	0	0	0	31	0	0
Edge Thin	1	1	1	1	0	-2
Edge Feather	3.4	3.7	4.1	8.5	12	13

TABELA III. VREDNOSTI PARAMETARA PLAVE BOJE

Kôd boje	Izgled boje	HSB geometrija			HSL geometrija			RGB vrednosti		
		H	S	B	H	S	L	R	G	B
#00A8FF		200	100	100	200	100	50	0	168	255
#0B8FFF		207	96	100	207	96	52	11	143	255
#277CE6		213	83	90	213	75	53	39	124	230
#2B67E2		220	81	89	220	72	53	43	103	226
#3240C4		234	74	77	234	57	48	50	64	196
#3C30A7		245	71	65	245	47	42	60	48	167

TABELA IV. VREDNOSTI PARAMETARA ZA REALIZACIJU CHROMA KEY EFEKTA ZA NIJANSE PLAVE BOJE

Parametar	#0024FF	#0B8FFF	#277CE6	#2B67E2	#3240C4	#3C30A7
Smilarity	89	87	69	57	50	35
Blend	0	12	14	18	19	19
Thershold	0	0	21	0	0	0
Cutoff	0	0	0	0	0	0
Edge Thin	3	2	2	1	0	0
Edge Feather	2.6	3.5	4.8	5.5	7.2	8.5

U Tabeli 1 i Tabeli 3, date su vrednosti parametara nijanse zelene i plave boje u heksadecimalnom sistemu. Za svaki heksadecimalni kôd boje date su vrednosti HSB i HSL geometrije. Kod HSB i HSL sistema vrsta boja je poređana od nižih ka višim vrednostima, a zasićenje i sjajnost od viših ka nižim vrednostima.

U Tabeli 2 i Tabeli 4 su date dobijene vrednosti parametara za hroma-ki efekat. Iz dobijenih rezultata se uočava da vrednost parametra *Similarity* opada kako boja pozadine postaje tamnija, odnosno kako vrednosti za vrstu boje i sjajnost rastu. Vidi se da je transparentnost boje viša kod svetlijih pozadina, odnosno manja kod tamnijih pozadina. Na osnovu ovoga može se zaključiti da je pogodnija svetlija boja za realizaciju hroma-ki efekta od tamnije. Jedno od rešenja bilo bi da se poveća jačina svetlosti kod tamnijih pozadina čime bi se povećala vrednost transparentnosti, a time bi se dobio i kvalitetniji video materijal urađen u virtuelnom studiju.

Još jedan parametar koji potvrđuje prethodni zaključak je i parametar *Blend*. Vrednosti parametra Blend koje se odnose na uklapanje video materijala na koji je postavljen key efekat sa video materijalom koji predstavlja novu pozadinu raste od svetlije ka tamnijoj boji, odnosno uklapanje i prilagođenje je više kod tamnijih nego kod svetlijih pozadina. Kod svetlijih pozadina gotovo i da ne treba da se vrši prilagođenje video materijala sa pozadinom.

Vrednost parametra *Edge Thin* opada od svetlijih ka tamnijim pozadinama, odnosno za svetlije boje mora se povećati širina granice ključne oblasti, odnosno uveća transparentna površina, a kod tamnijih je potrebno smanjiti istu. Parametar *Edge Feather* raste kada pozadina postaje tamnija. Na osnovu dobijenih vrednosti može se zaključiti da se moraju kod tamnijih boja formirati mekše ivice nego kod svetlijih. Takođe, može se zaključiti da se mekoća ivica mora pojačati kod plavih pozadina više, nego kod zelenih, što daje za pravo da je zelena boja pozadine, za ovaj parametar, bolja od plave.

V. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata koji su dobijeni analizom pozadine kod hroma-ki efekta u virtuelnom studiju za različite nijanse plave i zelene boje, može se zaključiti da je za realizaciju hroma-ki efekta pogodnije za pozadinu koristiti svetlije nijanse plave ili zelene boje. Za tamnije nijanse plave ili zelene pozadine potrebna je veća količina svetla da bi se dobio isti kvalitet slike kao za svetlije nijanse pozadine. U poslednje vreme za boju pozadine više se koristi zelena od plave boje zbog toga što ona zahteva manje svetla.

Virtuelni studio u odnosu na konvencionalnu produkciju ima niz prednosti kao što su ušteda na materijalu za scenografiju, jednostavno menjanje kompletne scenografije, studio se efikasnije koristi, jednostavno se menja oblik i tekstura kompjuterski generisane scenografije, a i vizuelno mali studio izgleda znatno veći. Iskustvo brojnih emitera i

produkcijskih kuća pokazuju da je sadašnja tehnologija virtuelnog studija podjednako pogodna za sve vrste televizijskog programa: vesti, vremensku prognozu, sportske emisije, reklame, kvizove, izbore, muzičke i dečije edukativne emisije, programe u realnom vremenu sa publikom kao i za kratke televizijske forme.

ZAHVALNICA

Ovaj rad rađen je u okviru istraživanja na projektu "Softversko okruženje za optimalno upravljanje procesom razvoja kvalitetnog softvera", TR 35026, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

LITERATURA

- [1] The Virtual Studio: Technology and Techniques, Moshe Moshkovitz, Focal Press 2000.
- [2] J. G. Thomas, Prompting Guide for Chroma-Keying, US Patent No5.
- [3] Klaus Kansy, Thomas Berlage, Günther Schmitgen, Peter Wißkirchen: Real time integration of synthetic computer graphics into live video scenes. Proc. Interface of Real and Virtual Worlds. Montpellier, France, June 26-30, 1995, pp. 93-101
- [4] D. Hughes (Video Graphics BV) Virtual studio technology, The 1996. Eurovision Song Contest.
- [5] M. Rothaler (IRT) Virtual studio technology, An overview of the possible applications in television programme production.
- [6] O. Grau, T. Pullen, and G. A. Thomas. A combined studio production system for 3-d capturing of live action and immersive actor feedback., IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 14, pp. 370. 380, March 2004.
- [7] O. Grau, .3d sequence generation from multiple cameras., in Proc. of IEEE, International workshop on multimedia signal processing 2004, (Siena, Italy), September 2004.
- [8] The Green Screen Handbook, Jeff Foster, Wiley Publishing Inc. 2010.
- [9] C. R. Dyer, .Volumetric scene reconstruction from multiple views., in Foundations of Image Understanding, L. S. Davis, ed., pp. 469.489, Kluwer, Boston, 2001.

ABSTRACT

In this paper is presented the analysis of chroma key effect in the virtual TV studio, for different shades of blue and green background. Analysis was done for the Chroma Key effect in Adobe Premiere software package. The results are presented in tabular form for different shades of blue and green background. On the basis of their mutual comparison came to the conclusion who color shades background can be obtained highest quality image on output from the virtual studio.

ANALYSIS THE DIFFERENT BACKGROUND OF HROMA KEY EFFECT IN VIRTUAL TV STUDIO

Mile Petrovic, Branimir Jaksic, Ivana Petrovic, Petar Spalevic, Vladimir Dakovic