

JEDNO REŠENJE VIRTUELNOG 3D AUDIO EFEKTA NA DSP PLATFORMI

Vera Teslić, *MicronasNIT, Novi Sad*
 Dragan Simić, Tatjana Aleksić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

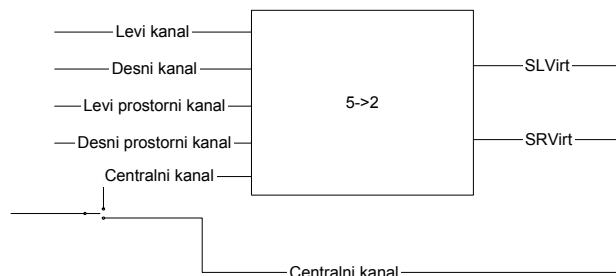
Sadržaj – Ovaj rad opisuje jedno rešenje virtuelnog 3D audio efekta na DSP platformi. Naglašen je značaj predloženog bloka obrade u primeni u savremenim višekanalnim dekoderskim audio sistemima. U radu je dat opis algoritma, detalji konkretne implementacije, kao i analiza kvaliteta dobijenog rešenja.

1. UVOD

U primeni višekanalnih audio dekodera (AC3[1], DTS[2]), javlja se potreba za postojanjem algoritama koji omogućavaju trodimenzionalni doživljaj zvuka u sistemima sa dva zvučnika (stereo-standardni TV prijemnici). Dati algoritmi imaju za cilj da sublimiraju višekanalni tok audio signala u stereo zvučni par koji se potom prosleđuje na standardne zvučnike levog i desnog kanala uređaja za reprodukciju zvuka (televizor, muzički uređaj).

U radu je dato jedno rešenje implementacije takvog algoritma na DSP platformi. Ovaj algoritam omogućava prelaz sa internog višekanalnog audio sistema na audio stereo par uz očuvanje prostornog doživljaja zvuka. Zahvaljujući maloj procesorskoj snazi koja je potrebna za realizaciju prikazanog bloka, on može biti integrisan u bilo koju aplikaciju višekanalnog audio dekodera.

Sistem je implementiran na namenskoj DSP platformi za potrošačku elektroniku (consumer device) uz neophodnu optimizaciju i prilagođenje fizičkoj arhitekturi izabrane ciljne platforme. Generalizovani prikaz implementiranog algoritma je dat na slici 1.

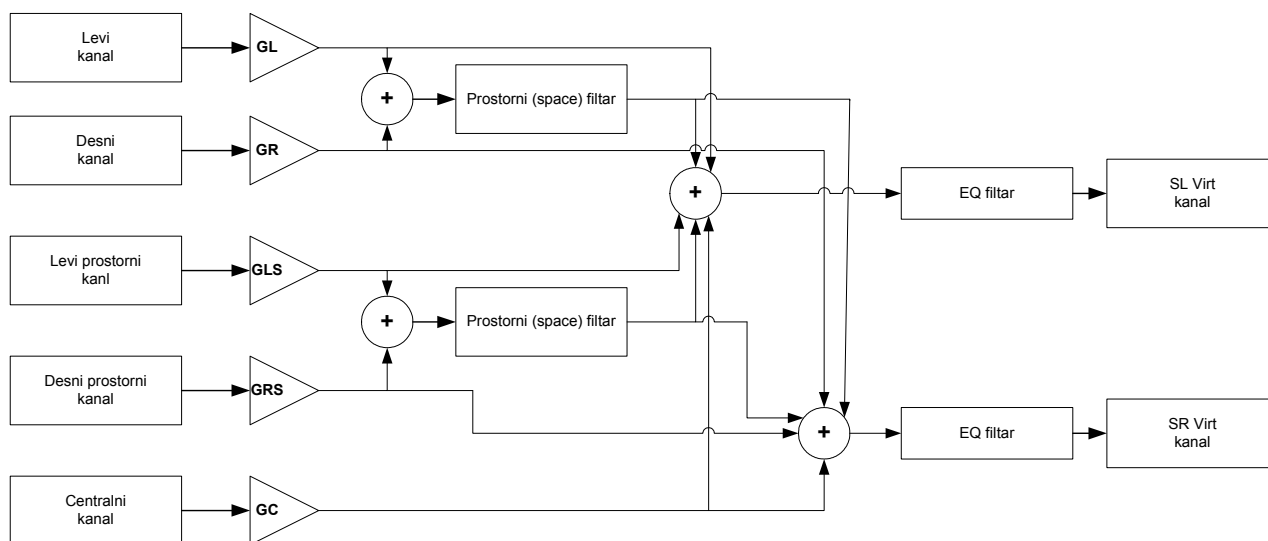


Sl.1. Generalizovani prikaz bloka za virtuelnu 3D predstavu sa dva zvučnika

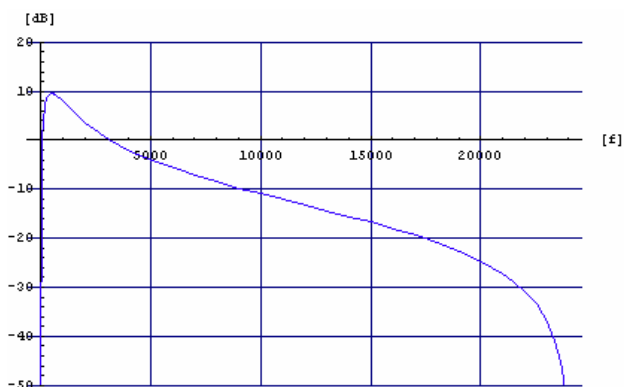
2. OPIS ALGORITMA

Pre bloka za virtuelnu predstavu 3D zvuka, digitalni audio tok prolazi kroz dekoderski blok koji na svom izlazu daje levi (L), centralni (C), desni (R), levi prostorni (LS) i desni prostorni (RS) kanal, koji se vode na ulaz algoritma. Levi i desni kanal se prosleđuju u bikvadratni prostorni IIR (space front) filter. Levi i desni prostorni kanali se takođe obrađuju korištenjem istog IIR filtra (space rear). Centralni kanal se ne obrađuje, već se prosleđuje direktno na levi i desni izlazni kanal. Rezultujući levi i desni kanal se potom obrađuju bikvadratnim IIR filtrom koji obavlja funkciju filtriranja parametrizovanog ekvalizatora. Detaljniji prikaz algoritma je dat na slici 2.

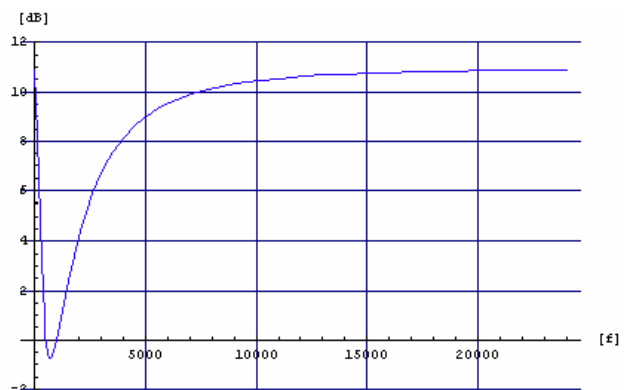
Frekventni odzivi prostornog filtra i ekvalizatora su dati na slikama 3 i 4 respektivno.



Sl.2. Blok šema implementiranog uređaja za virtuelnu predstavu zvuka



Sl.3. Frekventni odziv prostornog (space) filtra



Sl.4. Frekventni odziv ekvalizatora

3. POSTUPAK SVOĐENJA PET KANALA NA DVA KANALA (DOWNMIX)

Ako su L, C, R, LS, RS pet diskretnih kanala koji treba da se svedu na Lo, Ro kanale, i ako je procedura sabiranja kanala data jednačinama (3/2 downmix):

$$L_0 = 1.0 \cdot L + 1.0 \cdot C + 2.0 \cdot LS \quad (1)$$

$$R_0 = 1.0 \cdot R + 1.0 \cdot C + 2.0 \cdot LS \quad (2)$$

tada procesu sabiranja kanala prethodi procedura skaliranja kako bi se izbegla audio izobličenja usled prekoračenja opsega. (Pojačanja u proceduri sabiranja kanala su odabrana na način koji omogućava čist dijalog na centralnom kanalu i jasan efekat sa virtuelnih prostornih kanala). Pojačanja koja se koriste u realnom sistemu moraju biti takva da ne dovode do prekoračenja opsega, a s druge strane moraju biti dovoljno visoka kako se ukupno pojačanje ne bi dramatično smanjilo u poređenju sa standardnom procedurom svođenja višekanalnog audio sistema na sistem sa dva zvučnika u Dolby standardu (Dolby Stereo downmix[1]).

Najjednostavniji način izbegavanja prekoračenja je normalizacija. Kako se prostim sabiranjem pojedinačnih pojačanja dobija $1+1+2=4$, proizilazi da koeficijenti u zbiru treba da budu pomnoženi faktorom 0.25 kako ne bi došlo do prekoračenja. Kako su i pojačanja korištenih filtara veća od 1, to se određeno skaliranje unutar filtara takođe mora uzeti u obzir. Pri datim skaliranjima se mora voditi računa da se njima ne ugrozi zahtevana tačnost same obrade.

4. KOMPRESIJA I OGRANIČAVANJE NIVOA SIGNALA

Loša strana procesa normalizacije je ta da signal koji ne ulazi u obradu postaje glasniji od signala koji prolazi neku obradu. Kako bi se ovo izbeglo, za audio kanala se koriste nenormalizovane vrednosti pojačanja ako je dinamički opseg dovoljno komprimovan. Kako bi se modifikovali signali čijim se sabiranjem dobijaju vrednosti veće od dinamičkog opsega izlaza, koristi se kompresorski blok koji omogućava glatka poravnanja pri ograničavanju nivoa signala, na taj način minimizujući čujna audio izobličenja. Dati deo obrade se implementira kao opcioni. U ustaljenim šemama sabiranja kanala (DTS, AC3 downmix), vodi se računa da prilikom date operacije ne dodje do prekoračenja. Data aktivnost može da se primeni i u ovom algoritmu, gde se, praćenjem nivoa signala na ulazu, ulazni kanali dinamički kompresuju. Ista logika može da se primeni na izlazu umesto na ulazu obrade, pod pretpostavkom da interni mehanizmi imaju dovoljnu preciznost i dozvoljavaju rad sa vrednostima koje prekoračuju opseg. U većini implementacija sa nepokretnim zarezom umesto kompresora/limitera se koristi normalizacija, dok je njegova upotreba najčešća kod implementacija u pokretnom zarezu.

5. VIRTUELNI NISKOFREKVENTNI KANAL

Poznato je da pored pet osnovnih kanala, višekanalni dekoderi kao izlaz daju i šesti niskofrekventni (Low Frequency Effect-LFE) kanal. Imajući u vidu da frekventni odziv većine zvučnika savremenih televizora nije odevkvan da obezbedi efektnu reprodukciju niskofrekventnog (LFE) kanala, i s obzirom da LFE kanal može značajno da utiče na prekoračenje opsega u datom algoritmu, u okviru implementiranog bloka se ovaj kanal ne uzima u obzir.

6. IMPLEMENTACIJA

Implementirani algoritam u relnom vremenu na 20-bitnom DSP MASH[3] zauzima resurse koji su prikazani tabelom 1.

Tabela 1. Resursi iskorišteni u DSP MASH implementaciji

PROM(kB)	DROM(kB)	DRAM(kB)	MIPS
1,5	0,4	2.03	10

Implementacija algoritma u aritmetici sa nepokretnim zarezom, koja podrazumeva fiksno skaliranje signala radi sprečavanja prekoračenja pri ulaznim signalima punog dinamičkog opsega, ne odlikuje se velikom tačnošću (10-14 bita na 20 bitnom procesoru). Greška se nakon svakog dela obrade meri poređenjem vrednosti u implementaciji na procesoru sa nepokretnim zarezom sa ekvivalentnim vrednostima u slučaju implementacije bez gubitka tačnosti. Dati proces utvrđivanja srednje i maksimalne greške je automatizovan, obavlja se posebnim alatom koji opisuje aritmetiku procesora u nepokretnom zarezu, i ne mora da se obavlja u realnom vremenu. I pored velike objektivne greške obrade, potvrđen je dobar kvalitet virtuelnog stereo izlaza, što je potvrđeno atestom DSP implementacije od strane nosioca tehničkog rešenja, firme Spatializer[4].

U implementaciji kompresora, postupak određivanja pojačanja kompresije, koje se određuje po zakonu $(1+x)^{-1/2}$, je računato podelom intervala [0:1] u 32 tačke i aproksimacijom razvoja sa prva tri člana razvoja u red.

U raspodeli procesorskog vremena, filtriranja u odnosu na kompresor troše vreme u odnosu 50:50. Ovo ima veliki značaj za implementacije na procesoru sa nepokretnim zarezom, kod kojih se uz definisana skaliranja signala koja ne prouzrokuju prekoračenja, vreme potrebno za datu obradu može prepoloviti.

7. ZAKLJUČAK

Višekanalni dekoderski audio sistemi koji daju kvalitetan zvučni prostorni doživljaj zahtevaju kupovinu namenske opreme sa velikim brojem zvučnika. Pokazalo se međutim, da iako ovakvi sistemi nude kvalitetnu audio reprodukciju, njihova ekspanzija na tržištu nije dostigla željene razmere. U domaćinstvima se relativno retko prelazi sa pogodnog stereo sistema sa dva zvučnika na višekanalni sistem sa većim brojem zvučnika koji zauzimaju mnogo više prostora, zahtevaju određeni prostorni raspored i više staju. Iz tog razloga, audio sistemi u potrošačkoj (consumer) elektronici, koji uzimaju malo procesorske snage a obezbeđuju virtuelni 3D efekat na postojećim dvozvučnim stereo uređajima, imaju sve veću primenu u praksi kao blok naknadne obrade dekoderskih višekanalnih audio sistema.

LITERATURA

- [1] Dolby Laboratories, "Dolby Digital Consumer Decoder", June 1997.
- [2] Digital Theater Systems Inc. "DTS Multichannel Digital Audio Decoding System for Consumer Products", July 2003.
- [3] MICRONAS, MAS 35xyH, Audio Decoder IC Family, Edition Dec. 4, 2003
- [4] Spatializer Audio Laboratories, Inc. "N-2-2 TV porting kit", June 2001.

Abstract – This paper deals with one solution of virtual 3D audio effect on DSP platform. It emphasizes the importance of the given processing block in application in modern multichannel decoder audio systems. The paper gives a description of the algorithm, details of the implementation, as well as the analysis of the obtained solution.

ONE SOLUTION OF VIRTUEL 3D AUDIO EFFECT ON DSP PLATFORM

Vera Teslić, Dragan Simić, Tatjana Aleksić