

Radioul în Internet

Ing. Konrad V. Pfaff
Radio Timișoara

ABSTRACT. The Internet's impact on broadcasters has changed from its initial position as a site for posting broadcasting information to its emergence as a valuable additional medium to reach new customers through streaming audio and new interactive concepts. Unfortunately the Web is still very narrow which means that high sophisticated compression techniques have to be applied to the audio signal before transmitting via the Internet. A subjective audio quality assessment method is presented and a survey of some romanian broadcasters that provide audio streams on Internet was made.

1 Introducere

În ultimii 10 ani, tehnologiile de codare audio au făcut progrese enorme, fiind folosite cu succes în transmisii radio, medii de stocare (CD, MiniDisc, CD-ROM și DVD) și în Internet. S-au făcut progrese semnificative pentru reducerea debitului de biți și îmbunătățirea constantă a calității sunetului (vocal sau muzical) transmis. Cele mai mari progrese în codarea audio cu debit de biți redus (dbr) au avut loc însă în ultimii 5 ani, datorită dezvoltării rapide a Internetului, unde sunt necesare debite de biți extrem de scăzute și menținerea calității subiective a semnalului original. La rândul său, dezvoltarea Internetului a avut loc datorită creșterii vitezei de acces, în special pentru utilizatorii casnici. La ora actuală se poate considera că nivelul minim de acces este printr-un modem de 28,8kbps, având ca medie 33 –56kbps pentru liniile analogice comutate și 64kbps pentru liniile ISDN. Sunt deja accesibile și alte forme de legături de bandă largă: cablu, satelit sau telefonia mobilă (GPRS, CDMA).

Răspândirea utilizării Internetului ca mediu de difuzare a Radioului a dus la apariția unor noi termeni, ca de exemplu “Webcasting”, care trebuie

definiți și explicați. “Webcasting” înseamnă, într-o traducere adaptată, difuzare prin Internet (World Wide Web) și are două componente: producția și distribuția informației digitale multimedia către unul sau mai mulți receptori, către o anumită audiență sau comunitate. Conținutul poate fi de diferite tipuri: știri, informații economice sau divertisment, iar formatul poate fi text, grafică, audio sau video, la care se pot adăuga diverse facilități interactive. Există trei tipuri de tehnologii pentru Webcasting:

- *Streaming Technology* – este procesul de transmitere on-line a semnalelor audio/video, care se bazează pe fluxuri (*stream*) continue de informație. Această tehnologie permite redarea aproape instantanee a informației audio/video.

- *Downloading Technology* – este procesul prin care informația este descărcată în întregime și stocată înainte de a putea fi redată. Necesită un spațiu mare de stocare.

- *Push/Pull Technology* – este procesul prin care informația audio, video sau text sau orice combinație între cele trei ajunge prin Internet la receptor. Informația a fost cerută de receptor sau trimisă de altcineva care a considerat că receptorul trebuie să o aibe.

Pentru a avea o imagine asupra răspândirii acestor tehnologii, am realizat o analiză a posturilor de radio românești prezente în Internet cu diferite tipuri de fluxuri audio, prezentată în Anexa 1. Din acest tabel rezultă că din 14 posturi de radio românești analizate, doar două (BBC și Radio DeltaRFI) folosesc tehnologia de arhivare a unor materiale și apoi descărcare lor pentru a fi ascultate, celelalte punând la dispoziție programul curent, transmis și în eter.

Unul din factorii principali care concură la răspândirea și acceptarea radioului prin Internet este calitatea audio a informației recepționate. Instrumentele de evaluare a calității audio a schemelor de compresie folosite pentru Internet Radio sunt testele de ascultare subiective. Compararea diferitelor sisteme de codare este necesară din două motive:

- Producătorii sistemelor de codare pentru Internet Radio folosesc materiale demonstrative diferite pentru sisteme de codare diferite. Fiecare folosește propriile materiale de test alese astfel încât să scoată în evidență calitățile propriului sistem.

- La majoritatea expozițiilor profesionale, demonstrațiile sunt făcute cu materiale în limba engleză și nu se poate ști dacă în cazul altor limbi europene, pentru o anumită schemă de compresie, se păstrează calitatea audio și inteligibilitatea. Deasemenea, nu se dă un răspuns la întrebarea dacă există diferențe de calitate între codarea unei voci feminine sau masculine sau între calitatea unui material vocal sau muzical sau codarea unei voci

singure în comparație cu o voce cu fundal muzical, care reprezintă modul cel mai uzual de transmitere a informației astăzi [SFS97].

În acest context, definirea unei metodologii de testare este destul de dificilă din următoarele motive:

1. Calitatea variază mult în timp datorită debitelor de biți reduse și erorilor de transmisie. Din acest motiv, caracteristicile fragmentelor testate sunt foarte importante.

2. Nivelul de calitate este mai scăzut decât cel luat în considerare de metodele standardizate de testare.

3. Având în vedere că scopul investigației este aflarea gradului de satisfacție a utilizatorului, metodologia de testare nu trebuie să influențeze subiecții sau să-i facă prea critici.

De aceea EBU (*European Broadcasting Union*) a creat o metodă specială de testare a codecurilor audio de calitate medie, numită MUSHRA.

2 Transmiterea materialelor audio prin Internet

Multe stații de radio se află într-o perioadă de tranziție spre era digitală, care va adăuga o latură multimedia componentei de distribuție a radioului. Având în vedere că peste 5000 de stații de radio din lumea întreagă sunt conectate într-un fel sau altul la World Wide Web, este necesară o analiză cât mai profundă a modului de interacțiune dintre radio și Internet. Transportul fișierelor audio prin Internet a devenit o modalitate uzuală de contribuție la producția de programe. Materialele audio nu mai sunt recepționate doar prin canalele de comunicații terestre sau prin satelit, ci sunt descărcate sau recepționate în timp real prin Internet.

Poziția Internetului față de posturile de radio s-a schimbat, de la funcțiunea inițială de cutie poștală pentru informația transmisă, până la un nou mediu de transmisie, care poate atrage noi clienți prin noi concepte interactive. Tehnologiile de transmisie audio și video prin Internet reprezintă o nouă cale pentru posturile de radio de a-și mări oferta față de public. Deocamdată, majoritatea posturilor de radio oferă servicii bazate pe programele existente.

Motivul pentru care un post de radio trebuie să-și îndrepte atenția către Internet sunt:

- distribuție nelimitată din punct de vedere geografic
- știrile și informațiile pot fi distribuite instantaneu sau la cerere
- chiar și posturile mici de radio, cu resurse financiare limitate pot fi recepționate în toată lumea

- se pot crea și distribui mai eficient emisiuni destinate unui grup țintă de audiență

- tehnologia push/pull permite personalizarea informației în funcție de sfera de interes.

În figura 1. este prezentată evoluția audienței posturilor de radio din Internet în SUA între 1998 – 2002 [RR02].

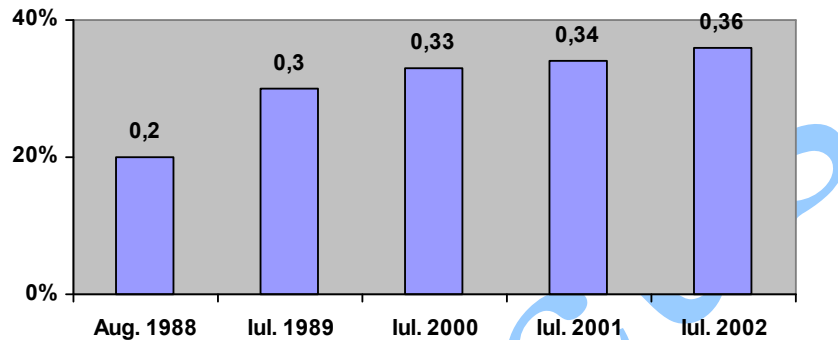


Fig. 1. Procentul de utilizatori ai Internetului care au ascultat posturi de radio

O categorie importantă de ascultători ai radioului prin Internet o reprezintă funcționarii, care, în timpul programului de lucru la birou, dispun de conexiuni bune la Internet, iar recepția programelor radiodifuzate devine din ce în ce mai dificilă datorită ecranării clădirilor și interferențelor produse de tehnica de calcul și iluminatul fluorescent. Expatriații reprezintă o altă categorie de ascultători de radio prin Internet. Ei pot asculta posturi de radio din țările lor, pentru știri sau divertisment în limba maternă. În mod tradițional acesta era rolul programelor pentru străinătate emise pe unde scurte.

Majoritatea diferențelor dintre radiodifuziunea tradițională și cea prin Internet sunt de ordin tehnologic. Pentru ca transmisia prin Internet să poată deservi mai mulți ascultători sunt necesare calculatoare mai mari. Aceasta se poate compara cu un emițător mai mare în cazul radiodifuziunii tradiționale, care ar acoperi o arie geografică mai mare. Cu cât lățimea benzii semnalului este mai mare sau cu creșterea numărului de ascultători, cu atât trebuie să crească și puterea de calcul a serverului pentru a transmite mai multe fluxuri de semnal în același timp.

Transmiterea informației audio în timp real dintr-un punct în mai multe direcții necesită o anumită lărgime de banda continuă a rețelei. Aceasta este una din problemele majore în multe părți ale lumii pentru Webcasting. În prezent, majoritatea transferurilor în Internet se fac prin

conexiuni punct-la-punct, procedeu numit “unicasting” (fig.2). Aceasta înseamnă că dacă 200 de oameni doresc să asculte același program simultan, serverul postului trebuie să furnizeze același flux de 200 de ori. Evident că aceste fluxuri încarcă întreaga rețea de la emițător la receptor și nu este un mod eficient de a transmite un mesaj prin Internet.

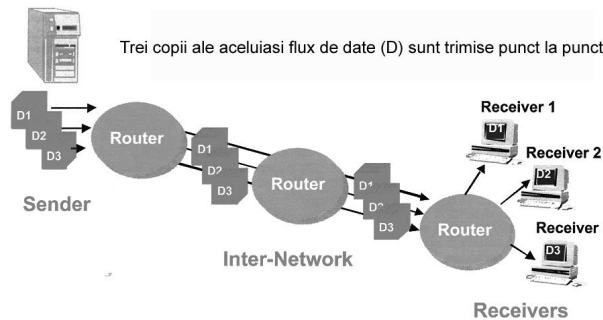


Fig. 2 Principiul de transmitere Unicast

De aceea s-a dezvoltat un protocol numit “multicasting”, care are posibilitatea de a lua un singur semnal și de a-l transmite la mai mulți receptori prin rețea. Semnalul își caută o cale prin rețea până la un router sau un splitter, care îl transmite mai departe către mai multe terminale, ca în fig.3. Aceasta înseamnă că fiecare ascultător trimite o solicitare de recepție a programului, apoi clientul și serverul negociază pentru a găsi calea cea mai ușoară (de obicei calea cea mai eficientă din punct de vedere al capacității) pentru a trimite fluxul. Este ca și în cazul radiodifuziunii tradiționale când un singur semnal poate fi recepționat de mai multe persoane, cu condiția să se afle în raza de acoperire a emițătorului [EBU99].

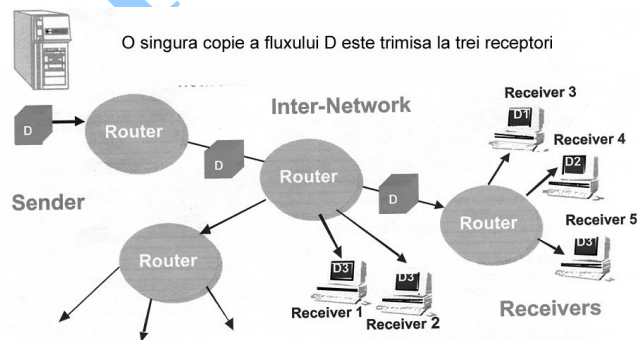


Fig. 3 Principiul de transmitere Multicast

Din păcate Internetul este încă foarte îngust, necesitând rate de compresie foarte mari, de exemplu, în cazul unui modem de 28.8Kbps, rata de transfer a unui program audio este de 50 de ori mai mică decât în cazul CD-ului. Aceasta înseamnă că, înainte de a fi transmis prin Internet, semnalul audio trebuie supus unui procedeu sofisticat de compresie. Aceste tehnici de compresie audio care permit un raport de compresie mare păstrând totuși o calitate audio acceptabilă, se dezvoltă continuu, găsindu-și aplicarea în Internet.

Tabelul 1 prezintă calitatea subiectivă a sunetului pentru diferite fluxuri și caracteristicile lor.

Calitatea sunetului	Banda de frecvențe kHz	Mod	Debit kbps	Raport de compresie
sunet telefonic	2,5	mono	8	96:1
unde scurte	4,5	mono	16	48:1
radio MA	7,5	mono	32	24:1
radio MF	11	stereo	56-64	26-24:1
aproape CD	15	stereo	96	16:1
CD	>15	stereo	128	14-12:1

Tabelul 1.

Radioul prin Internet necesită o tehnologie de transmitere a fluxului de informație audio în timp real sau la cerere. Mai mulți ascultători (până la ordinul miilor) pot asculta același program în același timp. Pentru aceasta sunt necesare programe speciale de transmisie, inclusiv protocoale de transfer adecvate, precum și un program de redare la locul de recepție. În comparație cu descărcarea informației audio, transmisia audio este mai critică, datorită emisie și recepției în timp real a informației audio.

Operațiunea standard de descărcare a unui fișier audio (de ex. în format “.wav”) este mai puțin pretențioasă, este nevoie numai de un codor audio potrivit care să reducă informația astfel încât costurile de transmisie să fie rezonabile. Informația audio trebuie comprimată și codată astfel încât să poată fi utilizată de decodor. Se alege un protocol de transmisie cu corecția erorilor, deoarece fișierul audio trebuie descărcat complet înainte de redare. Astfel, descărcarea informației audio nu depinde în mod deosebit de un anumit debit de biți pentru materialul audio codat și beneficiază de corecția erorilor din cadrul protocolului de transport ales, încât, chiar și cu un modem de 28,8kbit/s se poate obține un fișier audio de o calitate suficientă pentru a fi introdus într-un program de radio. Dezavantajul acestui procedeu este durata ridicată de transmitere și recepție a materialului și dacă în timpul descărcării materialului apare vreun incident, operația trebuie reluată de la capăt.

Aplicațiile tipice de radio în Internet care permit transmiterea unor evenimente în timp real (“live”) necesită o tehnologie de transport a fluxurilor audio (*streaming audio*). Dacă lățimea benzii rețelei nu este foarte limitată datorită traficului și dacă ascultătorul este dispus să accepte o calitate a sunetului sub cea a CD-ului, se poate spune că programele de transmitere a sunetului prin Internet funcționează destul de bine. Totuși, stabilitatea unei transmisii audio live prin Internet este destul de fragilă datorită variațiilor mari de trafic. Majoritatea programelor de streaming-audio sunt funcționale începând cu o viteză de cel puțin 28,8kbit/s.

Lățimea benzii unui sistem de streaming-audio reprezintă lățimea de bandă maximă care se poate obține în cazul unei conexiuni în rețea, de exemplu cu ajutorul unui modem de 28,8kbit/s. Debitul de biți utilizabil pentru o transmisie audio va fi mai mic decât debitul maxim al conexiunii. De exemplu, dacă avem o conexiune prin intermediul unui modem de 28,8kbit/s, pentru o transmisie audio putem conta pe o lățime de bandă corespunzătoare unui debit de aproximativ 75% din cel nominal, adică, în acest caz putem dispune de aprox. 20kbit/s. Debitul de biți total cuprinde două părți:

- debitul de biți maxim utilizat pentru transmisia audio
- debitul necesar pentru prevenirea problemelor de transmisie, pierderi de pachete etc., care este de aprox. 25% din debitul total; el depinde de tipul conexiunii și de încărcarea rețelei.

Debitele de biți maxime recomandate pentru o transmisie audio sunt prezentate în tabelul 2.

Viteza maximă de conectare	Debitul maxim recomandat pt. streaming audio
14,4Kbps Modem	10kbit/s
28,8Kbps Modem	20kbit/s
56,0Kbps Modem	32kbit/s
56Kbps ISDN	45kbit/s
64,0Kbps ISDN	56kbit/s
112Kbps ISDN	80kbit/s
128Kbps ISDN	96kbit/s

Tabelul 2. Debitele de biți disponibile pentru transmiterea sunetului prin Internet

Toate programele de streaming-audio folosesc codoare pentru compresia semnalului audio pentru a putea transporta mari cantități de date și a crea fișiere audio compacte. Debitul de biți în cazul unui CD audio este de 1,5Mbit/s, iar în cazul transmisiei printr-un modem de 28,8kbit/s debitul disponibil este de aprox. 50 ori mai mic, fiind necesară o compresie corespunzătoare a datelor audio. Mai mult, modemurile pentru linii

analogice nu ating niciodată parametrii maximi, datorită zgomotului și altor distorsiuni. De aceea, în cazul transmisiei printr-un modem de 28,8kbit/s, codarea audio trebuie să se facă cu un raport de compresie mai mare de 50:1. În cazul unei transmisii pe linii ISDN printr-un canal B raportul de compresie este 24:1, iar în cazul utilizării ambelor canale este de 12:1.

Majoritatea codoarelor audio permit utilizatorului să dimensioneze fișierele codate pentru un anumit tip de audiență. Există optimizări specifice pentru modemuri analogice, linii ISDN sau modemuri de cablu de mare viteză, precum și în funcție de conținutul materialului audio.

Deoarece încărcarea rețelei variază în funcție de numărul utilizatorilor din rețea și debitul de biți disponibil pentru o transmisie audio variază semnificativ. Pentru o recepție optimă a materialului audio serverul trebuie să se adapteze în mod dinamic pentru a trimite în orice moment fluxul maxim posibil. Această adaptare dinamică este posibilă folosind rapoartele generate de programul de redare (*media player*) în cadrul protocolului de control în timp real RTCP (*Real-Time Control Protocol*), prin care se măsoară încărcarea rețelei și se transmite varianta optimă corespunzătoare fluxului disponibil. Există două tehnologii care permit codarea combinată cu diferite debite de biți într-un singur fișier media: prima se numește “*Sure Stream*” de la Real Networks, iar a doua este “*Intelligent Streaming*” de la Windows Media. La începutul redării, serverul și playerul negociază pentru a alege debitul cel mai potrivit. În timpul redării, playerul și serverul comunică în mod repetat pentru a comuta, dacă este nevoie, între variantele corespunzătoare diferitelor debite de biți. [Koz02]

3 Scheme de compresie

Pentru transmiterea efectivă a conținutului, debitul de date trebuie să fie mai mic decât viteza de conectare a utilizatorului. Sistemele de codare audio uzuale, MPEG-1 și MPEG-2 audio reduc debitul semnalelor audio digitale până la aproximativ 100kbit/s pe canal fără modificări ale calității subiective a sunetului. Debitul de biți poate fi redus chiar până la 50kbit/s pe canal fără modificări majore ale calității subiective a sunetului. În cazul radioului prin Internet, unde se folosesc debite de biți și mai scăzute, sunt necesare tehnici de compresie foarte eficiente pentru a păstra inteligibilitatea materialelor vocale și o degradare cât mai redusă a calității subiective a materialului audio codat. În acest scop a fost creat standardul MPEG-4. [Thi98]

În continuare vor fi prezentate câteva din cele mai importante sisteme folosite pentru descărcarea fișierelor audio sau transmiterea în timp real (streaming):

Microsoft Media 9 Audio, bazat pe Windows Media Technologies 9, are patru codec-uri special proiectate pentru codarea unui conținut muzical și vocal (WMA 9, WMA 9 Professional, WMA 9 Lossless and WMA 9 Voice). MS Media 9 Audio oferă o gamă foarte largă de debite de biți, de la 5kbit/s la 320kbit/s, cu frecvențe de eșantionare între 8kHz și 48kHz, atât mono cât și stereo. Pentru codarea vocii, WM 9 folosește un codec vocal special proiectat pentru a obține o bună calitate a sunetului la debite foarte reduse (numai mono), care se bazează pe tehnologia ACELP (*Advanced Code-Excited Linear Prediction*) și suportă debite de biți între 4kbit/s și 20kbit/s și frecvențe de eșantionare între 8kHz și 22kHz. Pentru compresia materialelor audio la debite de biți foarte reduse se folosesc codec-urile bazate pe transformări, care, în general, dau rezultate mai bune în cazul unui conținut muzical și codec-urile bazate pe algoritmul CELP (*Code-Excited Linear Prediction*) care sunt mai eficiente în cazul vocii. WMA 9 este un codec hibrid care detectează automat conținutul vocal sau muzical al materialului, algoritmul selectat depinzând de conținutul audio predominant.

WM Technologies 9 permite furnizorilor de materiale audio în Internet să ofere cinci debite de biți diferite (*multi-bit-rate streams*) într-un singur fișier ASF (*Advanced Streaming Format*) atât pentru descărcare la cerere cât și pentru transmisie în timp real. La conectarea dintre WM Services și WM Player se determină automat lărgimea de bandă disponibilă, iar serverul alege și transmite fluxul audio corespunzător. Dacă în timpul transmisiei lărgimea benzii disponibile se modifică, serverul detectează automat această modificare și comută pe un flux cu un debit de biți mai mic sau mai mare. [JRC03]

MP3 reprezintă cel mai cunoscut și utilizat format de compresie audio folosit pentru descărcarea sau transmiterea în timp real a fișierelor audio. MP3 este un sistem proprietar, patentat de Institutul Fraunhofer și bazat pe standardul ISO/IEC MPEG Layer III, dar pe care nu-l respectă întotdeauna, în special în cazul debitelor reduse. Există mai multe versiuni comerciale de MP3, dintre care cele mai cunoscute sunt AudioActive de la Telos Systems, Opticom și Xing Technologies. Codorul MP3 Live!, alături de Xing Streamworks MP3 sau AudioActive folosesc formatul ASF de la Microsoft pentru transmiterea audio în timp real. Audio Active Production Studio, un codor software sofisticat, citește fișiere audio liniare standard .wav sau CD-uri audio și le comprimă în format .mp3, .asf, .swa. AudioActive folosește extensiile MPEG2.5 pentru compresii de calitate la

debite foarte reduse, până la un raport de compresie de 192:1 (99,5%) și suportă serverul Microsoft Netshow.

RealNetworks Helix Producer 9 este o platformă universală de furnizare a mediilor digitale care suportă Real Media, Windows Media, Quick Time și MPEG-4. Sistemul Real Audio 8, care include și tehnologia SONY ATRAC 3 (utilizată în minidiscuri), permite utilizarea unor debite de biți între 12 și 352kbps, putând fi utilizat simultan atât pentru o transmisie ISDN la 64kbit/s, cât și cu un modem de 14,4kbit/s. Deși cu aceeași denumire, Real Audio 8 folosește diferite codecuri în funcție de debit. De exemplu, pentru debite mari se folosește algoritmul SONY ATRAC 3, iar pentru debite de 64kbps și mai reduse se folosește un codec propriu [Ran02]. Un fișier audio poate conține până la 6 fluxuri paralele, permițând sistemului să se adapteze în mod flexibil la modificările condițiilor de propagare prin Internet. Real Audio 8 impune noi standarde de calitate pentru fișiere audio având dimensiuni pe jumătate cât fișierele MP3 standard.

Ogg Vorbis este un format general de compresie audio, ne-proprietar, cu debite fixe și variabile între 16 și 128kbps/canal și rate de eșantionare între 8kHz și 48kHz. Aceste caracteristici plasează Vorbis în aceeași clasă de calitate cu MPEG-4 (AAC – *Advanced Audio Coding*), dar cu performanțe superioare față de MPEG-1/2 audio Layer 3, MPEG-4 (Twin VQ), WMA și PAC (*Perceptual Audio Coding*). Algoritmul se află încă în dezvoltare, dar deși cu fiecare nouă variantă calitatea sunetului se îmbunătățește, fișierele sunt compatibile și pot fi redate cu versiuni anterioare de playere.

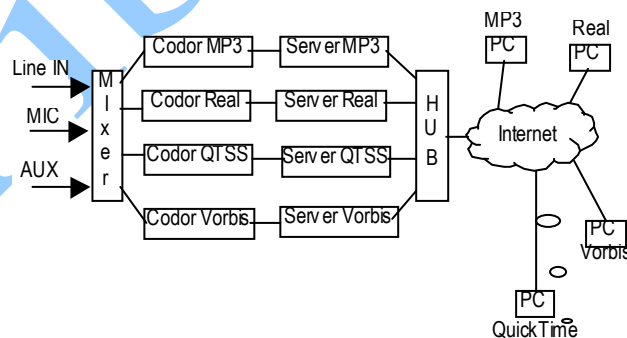


Fig.4 Crearea fluxurilor multiformat prin codoare separate

Sistemele de codare audio în Internet prezentate mai sus necesită câte o placă de sunet și un server pentru fiecare tip de flux produs. În cazul în care un post de radio ar dori să-și codeze materialele în mai multe formate

diferite pentru a permite unui număr cât mai mare de ascultători să-l recepționeze, se obține o așa numită “fermă de fluxuri” (*streaming farm*), cu o schemă bloc ca în fig. 4.

O soluție integrată, codor – server, de obținere a fluxurilor multiformat o reprezintă MediaBox AS2600 de la iTUNER. Acesta permite codarea și distribuția fluxurilor audio în format MP3, Real, QuickTime și Vorbis, toate aceste operații fiind realizate hard într-un singur dispozitiv (fig. 5), administrat de la distanță prin intermediul unui program de navigare pe Internet obișnuit (Internet Explorer sau Netscape). MediaBox poate coda cu debite de biți cuprinse între 5 și 256kbps, este dotat cu o interfață de rețea de 100Mbps, putând susține fluxuri de date până la 80Mbps (evident, dacă și legătura cu furnizorul de servicii de Internet permite acest lucru). În condițiile de mai sus, MediaBox poate deservi simultan până la 6.400 de utilizatori cu fluxuri de 16kbps, 1.828 utilizatori cu fluxuri de 56kbps sau 800 de utilizatori cu fluxuri de 128kbps.

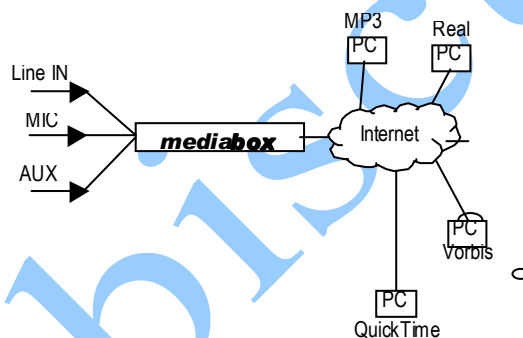


Fig.5 Crearea fluxurilor multiformat cu MediaBox

4 Evaluarea calității audio

Codecurile audio pentru Internet produc fișiere cu calități audio foarte diferite datorită diverselor debite de biți folosite și conținutului semnalului audio. În general, cu cât nivelul de compresie este mai mare cu atât scade calitatea subiectivă a sunetului. Calitatea audio nu depinde numai de debitul de biți folosit ci și de conținutul semnalului audio și algoritmul de codare folosit.

Calitatea sunetului în sistemele analogice se caracterizează prin raportul semnal/zgomot (S/N) și lărgimea de bandă, iar distorsiunile ce pot apărea sunt în general de ordin armonic. Artefactele (distorsiunile) tipice

pentru codecurile audio digitale folosite în Internet sunt nearmonice [PT02] și sunt în general mai ușor sesizabile, mai neplăcute și mai deranjante pentru ascultător.

Metoda cea mai fiabilă de evaluare a calitatății unui semnal audio în condiții controlate și repetabile o reprezintă testele subiective de ascultare, în care un grup de ascultători calificați evaluează o suită de fragmente audio. Recomandarea ITU-R BS.1116-1 [ITU94] se folosește pentru evaluarea codecurilor audio digitale de calitate, care prezintă mici modificări ale semnalului. În Internet însă, trebuie acceptate codec-uri cu o calitate medie și chiar redusă a sunetului și de aceea trebuie făcute compromisuri la calitatea sunetului. De aceea, metoda de testare definită în recomandarea BS.1116-1 este în general prea sensibilă și nu este potrivită pentru a evalua calități audio reduse, conducând la gruparea rezultatelor în partea de jos a scalei.

În acest scop, grupul EBU B/AIM a propus o nouă metodă de testare numită MUSHRA (*MULTI Stimulus test with Hidden Reference and Anchors*), adică metodă de testare cu stimuli multipli, referințe ascunse și ancore [SK00]. Această metodă a fost propusă pentru a furniza rezultate utile și repetabile privind calitatea audio a semnalelor de calitate medie. Parametrul evaluat este “calitatea audio de bază”.

Spre deosebire de recomandarea BS.1116-1, care folosește principiul de testare “dublu orb cu stimul triplu și referință ascunsă”, în cazul metodei MUSHRA se folosește un principiu modificat “dublu orb, stimul multiplu, referințe ascunse și ancore ascunse”. Deoarece metoda MUSHRA a fost creată pentru a evalua modificări medii și mari ale semnalului audio, semnalele de referință nu trebuie să fie de înaltă calitate, critice, iar distanța perceptuală dintre semnalele de referință și cele de test va fi relativ mare. Pe de altă parte, distanța perceptuală dintre semnalele testate aparținând diverselor sisteme de codare, va fi relativ mică. De aceea, dacă fiecare sistem este comparat numai cu referința, diferențele dintre două sisteme vor fi prea mici pentru a fi relevante. În consecință, MUSHRA nu folosește numai o referință de calitate, ci și o comparație directă între două sisteme diferite. Ascultătorul poate comuta după dorință între semnalul de referință și oricare din sistemele testate. Deoarece ascultătorul poate compara direct semnalele codate, poate detecta mai ușor diferențele dintre semnale și le poate nota corespunzător. Se obține astfel o partajare mai precisă a sistemelor testate. De remarcat că notele date de ascultători sunt obținute atât prin compararea unui sistem de codare cu semnalul de referință, cât și cu celelalte semnale.

La desfășurarea testului se folosește un sistem de redare pe calculator. Într-o sesiune, ascultătorului i se prezintă o succesiune de fragmente audio,

formată din semnalul de referință și semnalele prelucrate de codoarele testate. De exemplu, dacă sunt testate patru sisteme audio, ascultătorul are la dispoziție opt semnale pentru a le nota (o referință “cunoscută” + patru semnale codate + o referință “ascunsă” + 2 ancore “ascunse”). Ancorele sunt variante filtrate (3,5kHz, 7kHz) ale semnalului de referință. Ascultătorii încep sesiunea cu o trecere în revistă a semnalelor și o estimare primară a calității, urmată de un proces de clasificare și în final de acordarea notelor. Scala gradată folosită de metoda MUSHRA este o scală continuă cu 5 trepte, conținând următoarele intervale de calitate, de sus în jos: Excelent, Bine, Satisfăcător, Slab, Rău.

Testele se concentrează numai asupra calității audio a sistemelor de compresie în condiții optime de transmisie. Nu se iau în considerare erorile de transmisie sau pierderile de pachete și se consideră un debit de biți constant. Pentru a putea face o comparație echitabilă a sistemelor audio de Internet Radio se va face abstracție de variația în timp a caracteristicilor rețelei.

Materialul folosit pentru teste va fi o selecție de fragmente de program obișnuite, neprocesate, care vor conține texte citite de voci feminine și masculine în diferite limbi europene, fără și cu fundal muzical, și diferite genuri de muzică. Nu se vor folosi compresoare sau limitatoare, iar înregistrările digitale vor fi liniare (.wav), fără a fi trecute printr-un algoritm oarecare de codare.

La studioul de Radio Timișoara se află în faza de pregătire un astfel de test subiectiv de ascultare. În cadrul lui se vor folosi aproximativ 20 de persoane, cu diferite grade de experiență în domeniul audio (tehnicieni, operatori, redactori, muzicieni etc.). Testul va avea drept scop familiarizarea participanților cu artefactele tipice codării audio cu dbr, analiza influenței limbii asupra diferitelor scheme de codare (trebuie precizat că Radio Timișoara are emisiuni în 8 limbi) și în final alegerea celui mai potrivit algoritm de codare pentru transmiterea live în Internet a emisiunilor.

5 Concluzii

“Streaming media”, o tehnologie relativ nouă, care permite utilizatorului de Internet să aibe acces la prezentări multimedia în timp real a avut, în cei aproximativ 10 ani de la introducerea sa, o dezvoltare spectaculoasă, devenind o soluție comercială viabilă. Această tehnologie va schimba nu numai modul de utilizare a Internetului, ci chiar difuzarea media în general. Se poate spune chiar că “streaming media reprezintă cea mai mare

descoperire de la apariția televiziunii”, producând schimbări fundamentale în modul de producere, distribuție și consum al media. [Koz02]

Transmiterea sunetului prin Internet va deveni o latură importantă a radiodifuziunii. Din punct de vedere al utilizatorului, tipul codecului audio folosit este irelevant, atât timp cât performanțele tehnice sunt comparabile. Furnizorii de servicii decid singuri ce schemă de codare vor folosi. Pentru alegerea unui codec audio se pot folosi următoarele criterii:

- costul
- calitatea audio intrinsecă
- fiabilitatea serverului
- puterea de calcul necesară (în timp real)
- complexitatea manipulării
- calitatea serviciului, rezistența la erori
- scalabilitate
- răspândirea pe piață

Pentru a face față acestei noi ere a radiodifuziunii, posturile de radio experimentează noi forme de programe interactive, care să permită implicarea ascultătorului atât cât vrea el. Aceasta înseamnă mai mult decât transmiterea prin Internet a programelor normale transmise deja prin eter.

În Anexă, este prezentată o scurtă analiză a câtorva posturi de radio românești prezente cu fluxuri audio în Internet și câteva caracteristici tehnice: codor, player, viteză medie flux, frecvență de eșantionare și număr de canale. Sunt deasemenea prezentate și adresele de Internet la care pot fi ascultate fluxurile audio ale acestor posturi. Din acest tabel se pot trage câteva concluzii:

- viteza medie a fluxului recepționat variază în funcție de gradul de încărcare a rețelei sau a serverului, ea modificându-se în timpul recepției, odată cu ea variind și calitatea sunetului
- numai 4 posturi oferă transmisii stereo (2 canale)
- 6 din cele 14 sunt posturi publice (5 ale Societății Române de Radiodifuziune și 1 – BBC)
- dintre schemele de codare analizate mai sus sunt folosite doar 3: Real Media – 6 (43%), mp3 – 6 (43%) și WindowsMediaAudio – 2 (14%).

Pentru că este încă la început de drum, ascultătorul de radio prin Internet trebuie să fie optimist, să se înarmeze cu un calculator bun, o legătură bună de Internet (de preferat prin cablu) și indulgență față de fluctuațiile calitative ale legăturii. Satisfacțiile pot fi însă foarte mari pentru cei care doresc să asculte o anumită informație, un anumit gen de muzică, o anumită limbă etc., într-un cuvânt un format personalizat de radio.

Bibliografie

- [EBU99] **EBU Webcasting Project Group** - *Practical Webcasting*, BPN022, June 30th 1999
- [ITU94] **ITU-R Recommendation BS.1116** - *Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound system*, ITU, Geneva, 1994
- [JRC03] **J. Ribas-Corbera** - *Windows Media 9 Series*, EBU Technical Revue, January 2003
- [Koz02] **F. Kozamernik** - *Media over the Internet – an overview of delivery technologies*, EBU Technical Review, October 2002
- [PT02] **K.V. Pfaff, C. Toma** - *Specific Artifacts for Perceptual Audio Coders*, Proceedings of “Etc. 2002”, Timisoara, September 19-20, 2002, vol. II, 126-131
- [Ran02] **D. Ranada** - *Facing the Codec Challenge*, Sound&Vision, July 2002, 98-100
- [RR02] **B. Rose, L. Rosin** - *Internet 9: The Media and Entertainment World of Online Consumers*, www.edisonresearch.com
- [SFS97] **G. Stoll, U. Felderhoff, G. Spikofski** - *Internet Radio and Excellent Audio Quality: Dreamboat or Reality?*, IBC'97, Amsterdam, 12-16 September 1997
- [SK00] **G. Stoll, F. Kozamernik** - *EBU Listenings Tests On Internet Audio Codecs*, EBU Technical Revue - June 2000
- [Sto99] **G. Stoll** - *Streaming-Audio@Internet: Perspectives for the Broadcasters*, Proceedings of the AES 17-th International Conference on High Quality Audio Coding, Florence, September 2-5, 1999, 19-33
- [Thi98] **T. Thimet** - *The Internet as a Broadcast Medium*, Bericht 20. Tonmeistertagung, Karlsruhe 1998, 1137-1160

Nr. Crt.	Denumire post	Codec	Player	Viteză medie flux	Frecvență de eșantionare	Nr. Canale	Adresa flux
1.	Radio România International	Real Audio 5.0	Real Player G2	16kbit/s	16kHz	1	http://rri.ro/rams/audio1.ram http://rri.ro/rams/audio2.ram http://rri.ro/rams/audio3.ram
2.	Radio Iași	Real Media	Real Player	16kbit/s		1	http://live.radioiasi.ro:8080/ramgen/encoder/live.rm
3.	Radio Cluj	Real Media	Real Player	11kbit/s 16kbit/s		1	http://broadcast.customers.rdscluj.ro/radiocluj.ram
4.	Radio Tg. Mureș		Real Player Winamp	8kbit/s	8kHz	2	http://www.radiomures.ro/live.ram http://www.radiomures.ro/live.m3u pnm://radioms-live.targumures.rdsnet.ro:8000/live
5.	Radio Contact	mp3	Winamp	24kbit/s	22kHz		http://listen-live.radiocontact.ro:8800 http://listen-live.dn.ines.ro:8800
6.	Radio21	mp3	Winamp	128kbit/s 64kbit/s 24kbit/s	44kHz 44kHz 22kHz	2 1 1	http://radio21.rdsnet.ro:8000-RDS128 http://radio21.rdsnet.ro:8200-RDS64 http://radio21.rdsnet.ro:8400-RDS24
7.	Radio Romantic	Real Audio 8	Real Player	44kbit/s		2	http://encoder1.rdsnet/romantic/romantic.ram
8.	Radio Reșița	WMAudio9	WM Player	8kbit/s	8kHz	1	mms://193.231.251.157:3242/
9.	Radio ProFM	WMAudio V2	WM Player	16kbit/s	22kHz	1	http://192.231.169.5/ProFM
10.	Radio Hit Iași	mp3	Winamp	16kbit/s	22kHz		http://audio.radiohit.ro:8060
11.	Radio Sud Craiova	mp3	Winamp	24kbit/s 64kbit/s	22kHz	2	http://radiosud.rdscv.ro:8000 http://radiosud.rdscv.ro:9000
12.	Vocea Evangheliei Sibiu	Real Media	Real Player	11, 16, 20kbit/s		1	http://www.rvesb.ro/live_ro.ram
13.	BBC	Real Media	Real Player	16kbit/s		1	http://www.bbc.co.uk/romanian/rom.ram
14.	Radio DeltaRFI	mp3	Winamp	32kbit/s	22kHz	1	http://deltarfi.ro/img_c/Media580.mp3

ANEXA. Posturi de radio românești cu transmisie în Internet, caracteristici tehnice și adrese