

مدلی جدید به منظور ارتقاء کیفیت ارائه خدمات پیشرفته ارتباطی با تمرکز بر سرویس ویدئوی درخواستی (VoD)

محمد مهدی آزادفر^۱، محمدشهرام معین^۲، سعیدجهانیان^۳ و میثم لواسانی^۴

^۱ گروه چندرسانه ای، پژوهشکده فناوری اطلاعات، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ^۳ و ^۴ شرکت شگرف
{azadfar,moin}@itrc.ac.ir ، {saeed,meisam}@shegarfc.com

چکیده - خدمات پیشرفته ارتباطی عنوان جدیدی است که برای ارائه انواع خدمات صوتی، تصویری و داده به صورت زنده و یا غیرزنده از طریق شبکه های ارتباطی با رعایت اصل اساسی کیفیت سرویس دهی مطرح شده است. هم اکنون بسیاری از شرکتهای ICT در سراسر جهان بر روی این خدمات سرمایه گذاری کرده و در حال سرویس دهی به کاربران می باشند. این سرویسها به کاربران این امکان را می دهد که از طریق شبکه مخابراتی به منابع وسیع چندرسانه ای مانند ویدئوی درخواستی، کلاسهای آموزشی و کتابخانه های دیجیتال دسترسی پیدا کنند، و نیز، امکان برقراری ارتباط با فروشگاهها و شرکتها جهت خرید و یا انجام کار ازره دور را داشته باشند. در این سیستم افراد از طریق یک دستگاه ویژه به نام STB به کارگزارهای مرکزی متصل شده و نتایج ارائه خدمات پیشرفته ارتباطی را بر روی نمایشگرهای متعارف مانند تلویزیون یا رایانه مشاهده می نمایند. در این مقاله به نقش اثرگذار کیفیت ارائه سرویس ها (QoS) در این خدمات پرداخته شده و با ارائه یک مدل پنج لایه ای جدید متشکل از مرکز اصلی شبکه، هاب اصلی، سرور لبه ای اصلی و سرور لبه ای، معماری مناسب جهت ارتقاء کیفیت خدمات پیشرفته ارتباطی به طور کلی و سرویس ویدئوی درخواستی به طور خاص معرفی شده است. از نتایج مدل پیشنهادی می توان به مواردی نظیر قابلیت اطمینان، کاهش پهنای باند مورد نیاز، تعادل بین هزینه و کیفیت، صرفه اقتصادی و افزایش بازدهی شبکه اشاره کرد.

کلید واژه - خدمات پیشرفته ارتباطی، کیفیت ارائه سرویس ها، سرویس ویدئوی درخواستی، مدل پنج لایه ای

۱- مقدمه

پخش کلیه برنامه های تلویزیونی به صورت زنده و یا آرشیو، پخش موسیقی های درخواستی و فیلم های مورد نظر کاربران، بازیهای تحت شبکه و همچنین برنامه های سرگرم کننده دیگر بر روی شبکه IP باشد.

در واقع می توان گفت که ACS نسل جدیدی از سرویس های چند رسانه ای است که عرضه آن بر روی شبکه IP امکان ارائه آن همراه با سرویس های اینترنت پرسرعت^۳ و صوت^۴ را به صورت سرویس های سه گانه^۵ برای کاربران با هزینه کم، کیفیت بالا و امکانات پیشرفته میسر می سازد. همچنین ایجاد ارتباط دوسویه بین کاربر و سرویس دهنده با ظرفیت بالا، باعث افزایش ارتباط محاوره ای کاربر با برنامه ها و همچنین امکان ارائه برنامه های متنوع دیگر شده است. همین امر یکی از وجوه تمایز این سرویس از سرویس های تلویزیون کابلی^۶، تلویزیون ماهواره ای^۷ و دیجیتالی^۸ بوده و از

امروزه بازار اصلی شرکت های مخابراتی توسط اپراتورهای کابلی و ارائه کنندگان خدمات اینترنتی^۱ مورد تهدید واقع شده و شرکتهای مخابراتی مجبور به توسعه فعالیت خود به سمت سرویسهای جدید می باشند. به همین دلیل اپراتورهای مخابراتی در جهت اتخاذ فناوری هایی فراتر از انتقال صوت و داده ها اقدام نموده و ناچار به ورود به حیطه ارائه برنامه های ویدئویی بر روی زیرساخت های ارتباطی خود شده اند. بدین ترتیب ارائه این سرویسها میتواند ایجاد کننده مدل تجاری جدیدی برای کسب بازارهای جدید و توسعه حیطه فعالیت آنها باشد.

خدمات پیشرفته ارتباطی^۲ امکان ارائه برنامه های چندرسانه ای بر روی شبکه های با پهنای باند وسیع تحت IP برای کاربران را میسر می سازد. این برنامه ها می تواند شامل

³ High Speed Intrenet

⁴ Voice

⁵ Triple Play

⁶ Cable TV

⁷ Satellite TV

¹ ISP - Internet Service Provider

² Advanced Communication Services (ACS)

عوامل اصلی رویکرد کاربران به استفاده از این سرویس در مقابل سرویس های دیگر موجود می باشد [۱].

در این مقاله به صورت مشخص به تشریح نقش اثرگذار کیفیت ارائه سرویس ها (QoS) در این خدمات پرداخته شده و با ارائه یک مدل پنج لایه ای جدید متشکل از مرکز اصلی شبکه، هاب اصلی، سرور لایه ای اصلی و سرور لایه ای، معماری مناسب جهت ارتقاء کیفیت خدمات پیشرفته ارتباطی به طور کلی و سرویس ویدئوی درخواستی به طور خاص معرفی شده است.

ساختار ادامه مقاله به صورت زیر است. نخست به بررسی بهترین تجربه های موفق جهانی در این زمینه میپردازیم. پس از آن توضیحاتی راجع به کیفیت سرویس دهی و نیازمندیهای مربوط در جهت بهبود آن آورده میشود. در نهایت مدل پیشنهادی و نتیجه گیری ارائه میشود.

۲- بهترین تجربه های^۹ ارائه ACS در جهان

مهمترین هدف از مطالعه بهترین تجربه ها استفاده از اطلاعات و همچنین نتایج بدست آمده از تجربه هایی میباشد که توانسته اند به بهترین شکل از عهده پیاده سازی و اداره ACS برآیند. اطلاعات حاصل از بررسی بهترین تجربه ها می تواند نقشی تعیین کننده و مهم در شناسایی و انتخاب روشها، تکنولوژیها، سیاستها و دیگر امکانات لازم جهت پیاده سازی موفق در ایران داشته باشد. به طور کلی اهداف مورد نظر در مطالعه بهترین تجربه ها، جمع آوری اطلاعات و شناسایی چهارچوبهای مناسب جهت تعیین نوع بسته بندی^{۱۰} سرویس ها و انواع محتواهای مورد استقبال مشتریان، تکنولوژی های مورد استفاده مانند کدک^{۱۱}، جریان سازی^{۱۲}، مدیریت حقوق دیجیتال^{۱۳}، شبکه انتقال^{۱۴}، نحوه تعرفه گذاری بر سرویسها، استراتژی های موفق و ناموفق راه اندازی و توسعه، انواع سرویس های مورد توجه کاربران می باشد.

○ **شرکت BT^{۱۵}**: این شرکت یکی از مهمترین ارائه کنندگان سرویسهای مخابراتی در اروپا می باشد که با داشتن بیش از

۲۰ میلیون کاربر در سطح اروپا، آمریکای مرکزی و آسیا، در زمینه راه حل های ترکیبی مرتبط با سرویس های مبتنی بر پهنای باند وسیع، از شرکت های شاخص ارائه کننده ACS در سطح جهان می باشد. از مهمترین راه حل های ترکیبی ارائه شده توسط این شرکت، استفاده از سیستم دیجیتالی تلویزیونی مبتنی بر تجهیزات زمینی^{۱۶} می باشد که باعث افزایش قابلیت های انعطاف پذیری^{۱۷} و درخواستی بودن^{۱۸} شده و نتیجه آن استفاده از خصوصیات شبکه های ماهواره ای و از جمله افزایش کانالهای تلویزیونی مورد استفاده می باشد [۳].

○ **شرکت PCCW**: شرکت PCCW هنگ کنگ، از مهمترین شرکت های ارائه کننده ACS می باشد که علاوه بر اینکه به عنوان پیشرفته ترین ارائه کننده سرویس مبتنی بر DSL در جهان شناخته شده، به عنوان موفق ترین شرکت در جذب بیشترین تعداد مشترک سرویس پهنای باند وسیع نیز مطرح می باشد. شرکت PCCW در نظر دارد تا پایان سال ۲۰۰۶ تعداد کاربران خود را به ۷۵۰,۰۰۰ نفر برساند [۴].

○ **شرکت SBC**: این شرکت یکی از مهمترین شرکت های مخابراتی آمریکا است که با سرمایه گذاری بر روی شبکه Fiber/DSL توانسته است به عنوان یکی از پیشگامان اصلی این سرویس در دنیا مطرح گردد. شرکت SBC در نظر دارد با ایجاد قابلیت دسترسی به پهنای باند بالا برای مشترکان، امکان ارائه سرویس های سه گانه را برای آنان میسر سازد. در همین راستا این شرکت پروژه LightSpeed را با سرمایه گذاری بالغ بر ۴ میلیارد دلار برای ارائه سرویس به بیش از ۱۸,۰۰۰,۰۰۰ خانوار در سطح ۱۳ ایالت آمریکا بر روی شبکه فیبر و DSL در مسافتی بیش از ۶,۱۵۰ کیلومتر تعریف نموده است [۵].

○ **شرکت Fast Web**: شرکت FastWeb یکی از شرکتهای فعال در زمینه ارائه ACS می باشد که با وجود این که ۱۱٪ پهنای باند وسیع کشور ایتالیا را در اختیار دارد و در رتبه سوم ارائه کنندگان سرویس در این کشور است، توانسته با داشتن بالاترین میزان درآمد سالانه به ازای هر کاربر^{۱۹} در میان سایر ارائه کنندگان ACS در جهان به عنوان یکی از موفق ترین سرویس دهندگان مطرح گردد. میانگین درآمد

¹⁶ DTT: Digital Terrestrial Television

¹⁷ Interactivity

¹⁸ On demand

¹⁹ Annual revenue per user (ARPU)

⁸ Digital TV

⁹ Best Practices

¹⁰ Bundling

¹¹ Codec

¹² Streaming Server

¹³ Digital Rights Management

¹⁴ Transport Network

¹⁵ British Telecom

به ازای هر کاربر در این شرکت در سال ۲۰۰۵ با داشتن ۱۶۱,۰۰۰ کاربر، به ۹۸ دلار رسیده است. [۶].

۳- کیفیت ارائه سرویس ها^{۲۰}

خدمات و کاربردهای جدید قابل ارائه از طریق شبکه اینترنت مانند کنفرانس ویدئویی، تلفن اینترنتی و غیره اگر چه امکان برقراری ارتباط با قابلیت عملکرد متقابل میان کاربران رادافزایش داده اند، اما نسبت به کاربردهای گذشته به پهنای باند بیشتری نیاز دارند. کاربردهای متداول اینترنت از قبیل Web، FTP و Telnet نمی توانند گم شدن بسته ها را تحمل کنند، ولی حساسیت کمتری نسبت به تاخیر بسته ها دارند. در مقابل، بسیاری از کاربردهای بلادرنگ گم شدن بسته ها را تحمل کرده و در عین حال حساسیت بسیار زیادی به تاخیر بسته ها دارند.

با توجه به مطالب فوق بدون کنترل پهنای باند، کیفیت کاربردهای بلادرنگ بستگی به پهنای باند قابل دسترس دارد. هرچه پهنای باند کمتر و یا ناپایدار باشد، کیفیت سرویس این نوع کاربردها به مخاطره می افتد. بنابراین مفاهیم جدیدی برای تضمین کیفیت سرویس کاربردهای بلادرنگ در اینترنت مورد نیاز است. کیفیت سرویس میتواند به عنوان مجموعه ای از پارامترهایی از قبیل پهنای باند، میزان مصرف میانگیر، سطح اولویت و مصرف CPU، که کیفیت یک جریان خاص داده را تعریف می کند، تبیین گردد [۷].

می توان به معرفی برنامه های چند رسانه ای با پهنای باند زیاد برای شبکه هایی که از طراحی و توپولوژی مناسبی به لحاظ رعایت اصول طراحی سلسله مراتبی، در لایه های هسته، توزیع و دسترسی^{۲۱} برخوردار باشند پرداخت، به ویژه اگر قسمت هسته آن بر مبنای فناوری Gigabit Ethernet باشد و تعداد کاربرانی که به لایه دسترسی آن متصل شده اند بیش از حدی نباشد که بتوان به آنها به طور کامل سرویس ها را ارائه داد. حتی در این سناریو نیز بین فناوری هایی مانند Gigabit Ethernet و Fast Ethernet تفاوت سرعت وجود دارد که این مورد به بافر کردن و تعیین اولویت برای داده ها نیاز دارد. [۸].

دلایل استفاده از کیفیت ارائه سرویس ها را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- کمبود پهنای باند به دلیل وجود مشترکین زیاد
- مفقود شدن مداوم بسته های اطلاعاتی به دلیل ازدحام^{۲۲} بیش از حد شبکه و
- تاخیر در رسیدن بسته های ارسالی از طرف سرویس دهنده به سرویس گیرنده. [۹].

قرارداد استاندارد IP تنها یک نوع سرویس را که تحت عنوان Best-Effort شناخته می شود، ارائه می کند. در این سرویس، بسته ها در شبکه از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال پیدا می کنند، بدون اینکه هیچ تضمینی در مورد پهنای باند قابل دسترس و تاخیر آنها وجود داشته باشد. در مدل Best-Effort درخواستهای مصرف کنندگان بر اساس مدل ساده FIFO^{۲۳} سرویس داده می شود، یعنی هر کس زودتر برسد، زودتر سرویس می گیرد. در این مدل همه درخواست ها از اولویت یکسانی برخوردارند و امکان اینکه یک جریان خاصی از داده پهنای باند بیشتری را تقاضا کرده و از اولویت سرویس بالاتری برخوردار باشد، وجود ندارد. بنابراین QoS باید امکاناتی از قبیل ایجاد زمان پاسخگویی قابل پیش بینی^{۲۴}، مدیریت کاربردهای حساس به تاخیر^{۲۵}، مدیریت کاربردهای حساس به نوسان تأخیر^{۲۶}، کنترل مفقود شدن بسته های اطلاعاتی هنگام تراکم مداوم شبکه (باید توجه داشت که تراکم مداوم به معنای وجود کاربران مازاد می باشد)، اولویت بندی داده ها، تخصیص پهنای باند بر اساس هر کاربرد، جلوگیری از ایجاد تراکم و مدیریت تراکم در زمان وقوع آن را فراهم سازد [۱۰].

کیفیت سرویسهای ارائه شده در ACS نقش مهمی در موفقیت و یا شکست این پروژه ها دارد. در واقع تضمین کیفیت بالای سرویسهای صوتی و تصویری ارائه شده نقش مهمی در افزایش رضایت مشتری و وفاداری او به شرکت های ارائه دهنده سرویس دارد. تحقیقات گسترده ای در رابطه با مباحث QoS^{۲۷} در ACS انجام گرفته که مهمترین آنها استاندارد WT-126 می باشد که توسط DSL Forum ارائه شده است. مطابق نسخه اولیه این استاندارد مباحث مربوط QoS را در سه لایه زیر مورد می توان بررسی قرار داد:

²² Congestion

²³ First In First Out

²⁴ Predictable Response times

²⁵ delay sensitive applications

²⁶ Jitter

²⁷ Quality of experience

²⁰ Quality of Service

²¹ Acces

○ تکنیک های مبتنی بر پارامترهای سیگنال ویدئویی که شامل پارامترهایی مانند PSNR³⁶ می باشند. اگر چه روش آسانی برای محاسبه می باشد ولی نتایج آن با نتایج بدست آمده از روشهای ذهنی متفاوت است.

○ تکنیک های مبتنی بر پارامترهای اختلالات شبکه مانند اتلاف، تأخیر و نوسان تأخیر

معیارهای QOE در لایه سرویس بیشتر بر اساس اندازه های بدست آمده از نظریات بینندگان و استفاده از روشهایی مانند MOS و یا تقریب هایی که با استفاده از روشهای عینی بدست می آید می باشد [۱۲].

۴- نیازمندی های فنی به منظور ارائه ACS

در این قسمت به تشریح انواع نیازمندیهای فنی جهت ارائه ACS پرداخته می شود.

با توجه به اهمیت بالای قابلیت دسترسی سرویسهای ACS بر رضایت کاربران و موفقیت سرویسهای ارائه شده، کلیه تجهیزات اصلی برای ارائه ACS شامل جریان سازی^{۳۸} و ذخیره سازی^{۳۹} باید دارای افزونگیهای^{۴۰} لازم جهت از بین بردن نقاط منفرد شکست^{۴۱} باشند. توصیه می گردد قابلیت اطمینان برای ارائه سرویسهای ACS معادل ۹۹,۹۹۹ باشد.

درمبحث نیازهای فنی ACS دو بخش کدکننده ویدئو و شبکه انتقال به دلیل اینکه گلوگاههای اصلی می باشند، از اهمیت خاصی برخوردار هستند. اگر کدکننده ویدئویی که بارپردازشی بسیار سنگینی را بر عهده دارد، نتواند در زمان واقعی اطلاعات تصویری را کد کند، درگیرنده و سمت کاربر، کاهش کیفیت تصویر به صورتهای مختلف اعم از قطع سیگنال و یا کاهش SNR مشاهده می شود. این مورد برای شبکه انتقال نیز صادق است.

مشخص کردن یک کدک واحد برای استفاده در پروژه اهمیت بسیار زیادی دارد. درجدول ۱ کدکهای مورد استفاده در ACS آورده شده است. با توجه به کارایی بالای کدک H.264 درافزایش فشرده سازی و SNR، این کدک به عنوان کدک اصلی ACS انتخاب شده است.

³⁶ No Reference

³⁷ Perceived Signal To Noise Ratio

³⁸ Streaming System

³⁹ Storage

⁴⁰ Redundancy

⁴¹ Single Point of Failure

● **لایه سرویسهای ویدئویی:** لایه ای که برای کاربر نمایش داده شده و QoE در آنجا اندازه گیری می شود.

● **لایه کاربرد ویدئویی:** در این لایه پارامترهای مختلف مانند نوع کدک، میزان وضوح، سرعت انتقال داده ها و غیره تنظیم می گردد.

● **لایه انتقال:** در این لایه اختلالاتی مانند اتلاف، تأخیر و نوسان تأخیر بوجود آمده و باید از مکانیزمهای کیفیت ارائه سرویس ها برای کنترل آنها استفاده نمود [۱۱].

روش های اندازه گیری QoE برای ویدئو و صوت را می توان به دو روش زیر تقسیم نمود:

● **روشهای کیفی (ذهنی)^{۲۸}:** در این روشها از معیارهای کیفی مانند MOS²⁹ برای اندازه گیری کیفیت تصاویر استفاده می شود. نتایج بدست آمده از این روشها بالاترین دقت را در بین روشهای دیگر دارا می باشند چرا که معیار اصلی تأیید کیفیت تصاویر رضایت بینندگان می باشد. امروزه رهنمون هایی برای استاندارد کردن شرایط دیدن تصاویر، معیارهای انتخاب تصاویر برای آزمایش، چگونگی آنالیز امتیازات داده شده از طرف کاربران و غیره تهیه شده که ITU-T Rec 500 و همچنین مستند VQEG³⁰ از نمونه های اصلی آن میباشد. بالابودن پیچیدگی، هزینه و زمان مورد نیاز برای انجام تستهای ذهنی باعث انجام تلاشهایی در جهت مدلسازی معیارهای ارزیابی انسان از تصاویر ویدئویی شده که به الگوریتمهای PVQM³¹ معروف هستند.

● **روشهای کمی (عینی)^{۳۲}:** در این روش از معیارهای کمی مانند نتایج بدست آمده از تجهیزات تست الکترونیکی برای اندازه گیری کیفیت تصاویر ویدئویی استفاده می شود. این روشها اگرچه دقت روش ذهنی را ندارند اما به راحتی قابل انجام تکرارپذیر می باشند. تکنیکهای مورد استفاده در روشهای عینی رامی توان به سه گروه زیر تقسیم بندی نمود:

○ تکنیک های مبتنی بر ادراک ویدئوی انسانی^{۳۳} که شامل سه روش FR^{۳۴}، RR^{۳۵} و NR^{۳۶} می شود.

²⁸ Subjective

²⁹ Mean Opinion Score

³⁰ Video Quality Expert Group

³¹ Perceptual Video Quality Measurement

³² Objective

³³ Human video Perception

³⁴ Full Reference

³⁵ Reduced Reference

جدول ۱- استانداردهای مورد نظر برای کدک

استفاده	CODEC
کدک تصویر برای سرویس ویدئویی درخواستی	H.264/MPEG-4 AVC (Baseline Profile, Main Profile)*
کدک صوت برای سرویس ویدئویی درخواستی	MPEG Layer 2,3 Audio
کدک صوت پیشرفته برای سرویس ویدئویی درخواستی	MPEG-2 AAC
Optional	H.264/MPEG-4 AVC(High Profile)@L4
Optional	MPEG-4 HE-AAC
Optional	MPEG-1
Optional	MPEG-2
Optional	VC-1
Optional	MPEG-4 ASP

انواع محتواهای مورد نظر که باید از طرق مختلف در اختیار این شبکه جهت سرویس دهی به کاربران قرار گیرد به چهار دسته اصلی تقسیم می شود که عبارتند از :

- محتواهای درخواستی از قبیل فیلم، موسیقی، مطالب آموزشی
- محتویات تخصصی و آرشیو برنامه های تلویزیونی
- محتواهای آموزشی و تخصصی زنده
- محتواهای زنده زیارت از راه دور و سیاحت از راه دور

روشهای مختلف ارسال محتوی برای کاربر به شرح ذیل است :

- دریافت سیگنال تلویزیونی / ماهواره ای
 - دریافت محتوا از طریق شبکه بصورت Batch
 - دریافت محتوا بر روی رسانه های آنالوگ مانند VHS
 - دریافت محتوا بر روی رسانه های دیجیتال مانند VCD و DVD
- در جدول ۳ روش دریافت انواع محتوا و حجم ماهیانه ورود آنها به سیستم آورده شده است.

جدول ۳- روش دریافت محتوا

نوع محتوا	حجم	نحوه ورود
محتویات درخواستی ویدئویی	حداکثر ۱۰۰ ساعت در ماه	بر روی DVD
محتویات درخواستی صوتی	حداکثر ۱۰۰ ساعت در ماه	دریافت فرمت های صوتی بر روی CD و DVD یا
محتوای برنامه های ویدئویی آموزشی و تخصصی زنده	۱۰ کانال	دریافت سیگنال ویدئویی
محتوای برنامه های صوتی آموزشی و تخصصی زنده	۱۰ کانال	دریافت سیگنال صوتی
محتوای آرشیو برنامه های ویدئویی صدا و سیما	۲۰۰ ساعت در ماه	دریافت سیگنال تلویزیونی / ماهواره ای و آرشیو آن توسط شرکت / دریافت محتوا از طریق شبکه بصورت Batch / از طریق DVD
محتوای آرشیو برنامه های صوتی صدا و سیما	۲۰۰ ساعت در ماه	دریافت سیگنال صوتی / دریافت محتوا از طریق شبکه به صورت Batch / از طریق CD و DVD
زیارت و سیاحت از راه دور	۱۰ کانال	Video trunking over IP

سیستم باید قابلیت های لازم برای عملیات ورود، کدبندی^{۴۲} و ذخیره سازی محتوا را بر اساس این جدول داشته باشد.

امنیت یکی از مقوله های مهم و اساسی برای تضمین موفقیت هر سرویس می باشد و ACS نیز از این امر مستثنی نیست. برای تضمین دسترسیهای کاربران مجاز به سرویسهای مشخص شده، همچنین جلوگیری از استفاده های غیر قانونی از اطلاعات و سرویسهای موجود بایستی یک مکانیزم امنیتی کامل که بتواند تمامی سطوح قابل دسترس توسط کاربران غیر مجاز اعم از جریان داده ها و

با توجه به دسترسی کاربران به خطوط ارتباطی با سرعت های متفاوت، ۳ نوع سرویس با کیفیت و نرخ شارژ مختلف به استفاده کنندگان ارائه میشود و سیستم بایستی امکان پشتیبانی از سرعت انتقال مندرج در جدول ۲ را داشته باشد.

جدول ۲- سرعت انتقال داده های مورد نظر

مورد استفاده	Bit Rate	حداکثر درصد استفاده کنندگان از این سرویس
برای سرویس نوع اول	2Mbps	۱۰۰٪ کاربران
برای سرویس نوع دوم	4Mbps	۱۵٪ کاربران
برای سرویس نوع سوم	8Mbps	۱۰٪ کاربران
برای سرویس نوع چهارم	15Mbps	۱۰٪ کاربران

این نکته قابل توجه است که بر اساس توصیه های استانداردهای مرتبط مانند ISMA و همچنین اطلاعات بدست آمده در تجربه های موفق حداقل پهنای باند مورد استفاده در خطوط دسترسی باید معادل 2 Mbits/Sec باشد. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده در گزارش تحقیق بازاریابی بر اینکه کیفیت محتواهای چندرسانه ای می تواند یکی از عوامل جذب کاربران در این زمینه باشد و با توجه به روند روز افزون استفاده از فناوریهای باکیفیت بالا پشتیبانی از سرعت های انتقال مورد نیاز برای استفاده از محتواها به شدت توصیه می شود. در شکل ۱ سرعت های انتقال لازم برای کدک های مختلف نشان داده شده است.

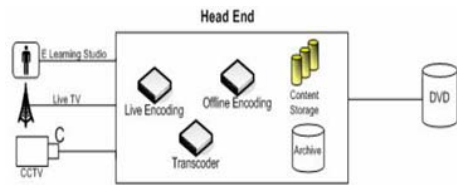
Media formats

Profile	Audio	Video	Audio and video
2	HE-AAC@L2 Stereo, 48 kHz	AVC Base@L2 1 Mbps	1.2 Mbps
3	ACC@L4 (HE-AAC) 5.1, 48 kHz	AVC Main@L3 3 Mbps	3.7 Mbps
4	AAC@L4 (HE-AAC) 5.1, 48 kHz	AVC High@L4 15 Mbps	15 Mbps

شکل ۱- سرعت های انتقال لازم برای کدک های مختلف

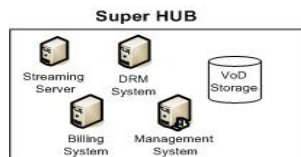
⁴² Encoding

• **مرکز اصلی شبکه^{۴۳}** : وظیفه این بخش جمع آوری و تأمین محتوای قابل ارائه به کاربران می باشد. این محتواها شامل برنامه های زنده، محتواهای درخواستی و همچنین آرشیو برنامه ها می باشد که پس از انجام عملیات کدگذاری Online، Offline و Transcoding بر روی آنها به مرکز اصلی شبکه فرستاده می شوند. در معماری پیشنهادی از یک مرکز اصلی شبکه برای کل شبکه استفاده می شود.



شکل ۳- معماری کلی مرکز اصلی

• **هاب اصلی^{۴۴}** : هاب های اصلی نقاط توزیع محتوا به کلیه مناطق مورد نظر برای ارائه سرویسهای ACS میباشد بطوریکه کل محتوای این مراکز نگهداری شده و در صورت نیاز محتواهای درخواستی به مراکز سرور لبه ای اصلی فرستاده می شود. همچنین کلیه تجهیزات مربوط به مدیریت حقوق دیجیتال و صورت حساب دهی، میان افزار و مدیریت در این مراکز نگهداری می شود. در شکل ۴ معماری کلی یک هاب اصلی نشان داده شده است.



شکل ۴- معماری کلی هاب اصلی

• **سرور لبه ای اصلی^{۴۵}** : این نقاط با داشتن منابع جهت ذخیره ۳۰٪ کل محتواها و همچنین داشتن کارگزارهای جویبارسازی به ۷۰٪ درخواستهای کاربران مناطق تحت پوشش خود پاسخ داده و از ارسال آنها به لایه بالاتر جلوگیری می نمایند. این مراکز در واقع نقاط رابط بین مراکز لبه موجود در منطقه خود و هاب اصلی می باشند. در طرح پیشنهادی برای هر یک از استانها بسته به میزان توزیع کاربران ACS در آنها، یک یا چند هاب اصلی استفاده میشود. شکل ۵ معماری کلی یک سرور لبه ای اصلی را نشان می دهد.



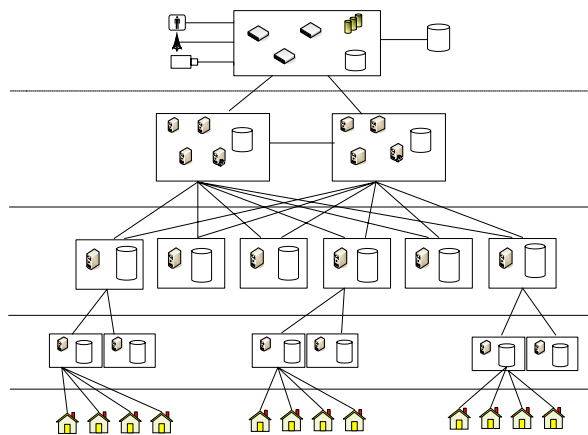
شکل ۵- معماری کلی سرور لبه ای اصلی

اطلاعات مهم، استفاده از سرویسهای ارائه شده، تغییر داده ها و غیره را به طور کامل پوشش دهد مورد استفاده قرار گیرد.

امنیت ACS از سه نظر امنیت در سطح انتقال ، امنیت در سطح سرویس و امنیت در سطح محتوا قابل اهمیت می باشد.

۵- مدل پیشنهادی

به منظور افزایش قابلیت سیستم و تأمین حداکثر امکان انعطاف پذیری و توسعه پذیری و همچنین امکان ارائه سرویسهای مورد نظر با کیفیت مطلوب، برای طرح پیشنهادی ارائه شده ۵ سطح کلی در نظر گرفته شده است. سطح اول که مرکز اصلی شبکه نام دارد محل جمع آوری کلیه محتواها بوده و عملیات کد بندی نیز در همین محل انجام میگردد. سطح دوم که هاب اصلی نام دارد محل اصلی نگهداری کلیه محتواها و همچنین سیستمهای اصلی مانند مدیریت حقوق دیجیتال و صورت حساب گذاری می باشد. در این طرح به منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم در برابر حوادث طبیعی و سایر مشکلات احتمالی دو مرکز یکی در تهران و دیگری در اصفهان در نظر گرفته شده است. لایه سوم سرور لبه ای اصلی نام دارد که به منظور کاهش هزینه های پروژه و همچنین افزایش کیفیت سرویس ارائه شده در هر یک از استانهای کشور بسته به تعداد کاربران از این مراکز استفاده می گردد. همچنین در صورت زیاد بودن کاربران سرویسهای ACS در هر یک از استانها و شهرهای اصلی از لایه چهارم که سرور لبه ای نام دارد استفاده می شود. لایه آخرین شامل کاربران نهایی میباشد. شکل ۲ معماری کلی طرح پیشنهادی برای اجرای پروژه ACS در ایران را نشان می دهد.



شکل ۲- مدل پنج لایه ای برای ارائه خدمات پیشرفته ارتباطی در ایران

⁴³ Head End

⁴⁴ Super HUB

⁴⁵ Super Edge

توجه به هزینه انجام آن چندان قابل ملاحظه نبوده و در نظر گرفتن مراکز سرور لبه ای اصلی به عنوان پشتیبان این مراکز از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است. ضمن اینکه با توجه به پایین بودن احتمال ایجاد خرابی در مراکز لبه ای، تأخیر ایجاد شده برای اتصال به سرور اصلی لبه ای به عنوان مراکز پشتیبان چندان قابل توجه نیست. این امر از دید ایجاد تعادل بین هزینه و کیفیت از مزیت‌های طرح به شمار می آید.

• **تفکیک ترافیک ورودی به Firewall:** از مزایای این طرح استفاده از روش دوم معرفی شده برای جایگذاری Firewall در شبکه می باشد که همانطور که در بخش قبل توضیح داده شد با تفکیک ترافیک سرویس دهنده جویبارسازی و جلوگیری از ورود ترافیک خروجی سرویس دهنده به Firewall باعث افزایش بازدهی شبکه و کاهش هزینه ها می شود.

منابع

- [1] Y. Chawathe. "Scattercast: An Architecture for Internet Broadcast Distribution as an Infrastructure Service." Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley, December 2000.
- [2] Shenker, C. Partridge and R. Guerin. "Specification of Guaranteed Quality of Service", RFC 2212, September 1997S.
- [3] Bruke, A., CEO BT Entertainment, Building the business case for IPTV: an incumbents view, IPTV world forum-London, 7, 2006.
- [4] PCCW limited, final results announcement for the year ended December 31, 2005
- [5] Moulding, J., The heavy weight challenger, Cable & satellite: the European IPTV, 2005, pp 26-27.
- [6] Agostinelli, P., chief marketing officer, how to make IPTV successfully, IPTV world forum- London, 7, 2006.
- [7] "Information technology – Very-low bitrate audio-visual coding – Part 6: Delivery Multimedia Integration Framework (DMIF)," 1999.
- [8] T. Ahmed, G. Buridant, A. Mehaoua, "Encapsulation and Marking of MPEG-4 Video over IP Differentiated Service," Proceeding of Sixth IEEE ISCC 01. Hammamet Tunisia, July 2001
- [9] Toufik Ahmed, Guillaume Buridant, and Ahmed Mehaoua, "Delivering of MPEG-4 Multimedia Content over Next Generation Internet," Proceeding of 4th IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia Networks and Services, October 2001
- [10] "Information technology – Coding of audio-visual objects: Audio," International Standard, 1999
- [11] DSL Forum – Working Text WT-126–Triple-Play Services Quality of Experience (QoE) Requirements and Mechanisms, February 21, 2006
- [12] Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss. "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, December 1998.
- [13] "Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 1: Systems," International Standard, 1999.

- **سرور لبه ای^{۴۶}:** این مراکز مشابه مراکز سرور لبه ای اصلی میباشند با این تفاوت که نسبت به آنها، توانایی پاسخگویی به درخواستهای کمتری را دارند. این نقاط رابط بین کاربر نهایی و شبکه ACS بوده و با نگهداری محتوای مورد علاقه، پاسخگوی درخواستهای کاربران تحت پوشش خود هستند. در صورتیکه محتوای درخواستی کاربر در این مرکز وجود نداشته باشد، درخواست کاربر به سمت سرور لبه ای اصلی فرستاده میشود و در صورت موجود نبودن محتوای درخواستی در آنجا، درخواست کاربر به هاب اصلی فرستاده می شود. در طرح ارائه شده بسته به توزیع کاربران در هر منطقه از یک یا چند لبه استفاده می شود.
- **نقاط دسترسی کاربران^{۴۷}:** این نقاط، محل دسترسی کاربران نهایی به شبکه می باشند که بایستی برای دریافت سرویس به یکی از لابه های لبه و یا سرور لبه ای اصلی متصل گردند.

۶- نتیجه گیری

- با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد مدل پیشنهادی به منظور ارائه خدمات پیشرفته ارتباطی و افزایش کیفیت ارائه سرویس ها با تمرکز بر ویدئوی درخواستی، مزایای مدل پیشنهادی به شرح زیر می باشد:
- **قرار دادن پشتیبان برای مرکز اصلی شبکه:** قرار دادن یک مرکز پشتیبان برای مرکز اصلی شبکه در یک موقعیت جغرافیایی متفاوت باعث افزایش قابلیت اطمینان کل سیستم گشته و در دسترس بودن سیستم را در مواقع حوادث طبیعی و عوامل غیر منتظره دیگر تضمین می نماید.
- **استفاده از معماری سه لایه ای برای CDN^{۴۸}:** با توجه به حجم بالای ترافیک در کل شبکه قرار دادن سه لایه مرکز اصلی شبکه، هاب اصلی، سرور لبه ای اصلی و سرور لبه ای در تهران، مراکز استانها و داخل شهرستانها برای توزیع ترافیک باعث کاهش پهنای باند مورد نیاز پروژه می گردد.
- **در نظر گرفتن مراکز سرور لبه ای اصلی به عنوان پشتیبان مراکز لبه ای:** اگرچه قرار دادن پشتیبان در مراکز لبه ای باعث افزایش قابلیت اطمینان و دسترسی به سرویس میشود اما بررسی انجام گرفته نشان می دهد که این افزایش با

⁴⁶ Edge

⁴⁷ Home

⁴⁸ Content Distribution Network