

## مروری بر جریان سازی نظیر به نظیر ویدئو در اینترنت

مریم بازرگان<sup>۱</sup>، بهزاد سلیمانی نیسیانی<sup>۲</sup>، بهرنگ برکتین<sup>۳</sup>، ابراهیم بهروزیان نژاد<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، آموزش عالی جهاد دانشگاهی، خوزستان، ایران؛ bazargan\_290@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران؛ B.Soleimani@grad.kashanu.ac.ir

<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی، دانشکده کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، اصفهان، ایران؛ Behrang.Barekatin@gmail.com

<sup>۴</sup> عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه کامپیوتر، شوشتر، ایران؛ e.behrozian@iau-shoushtar.ac.ir

### چکیده

اینترنت رسانه‌ای است که باید قادر به پخش محتوای ویدیویی با کیفیت بالا با روش‌های انعطاف‌پذیر و کارآمد از طریق محیط شبکه‌ای پویا و ناهمگن باشد. انتقال برنامه‌های ویدیویی در اینترنت تحت قراردادهای جریان سازی نظیر به نظیر، نمونه‌ای برای طرح‌های مشارکتی کاربران در مقیاس بزرگ می‌باشد. سیستم جریان سازی نظیر به نظیر (Peer-to-Peer) به نسبت تکنولوژیهای چون ویدیو کنفرانس و وب کنفرانس تا حدی رضایت خاطر بیشتری برای کاربران به لحاظ ارائه خدمات برخط فراهم آورده است؛ اما همچنان مسائل متعددی چون تاخیر و تحرک از عمده مشکلات آن می‌باشد. در این مقاله سیستم جریان انتقال ویدیویی شبکه‌های نظیر به نظیر بر مبنای دو شیوه بر حسب تقاضا و جریان زنده تحت ساختارهای درختی، مشبک و ترکیبی و برخی قراردادهای مطرح در هر مجموعه با نقاط ضعف و قوت آنها به طور اجمالی بررسی شده و برخی مشکلات و راهکارهای آن به منظور بهبود این فناوری بیان شده است و در نهایت روند بهبود کیفیت این تکنولوژی نسبت به سایرین ارائه شده است.

### کلمات کلیدی:

جریان سازی ویدئو، شبکه نظیر به نظیر، ساختارهای درختی و مشبک، جریان زنده و بر حسب تقاضا

### ۱- مقدمه

به طور مرسوم یک راه حل مطلوب برای حمایت از رسانه‌های جریان بر روی اینترنت، تکنیک‌های جریان ویدیویی به صورت مشتری و خدمتگذار تحت شبکه‌های توزیع شده محتوایی<sup>۲</sup> همراه با قرارداد اینترنتی چندپخش می‌باشد. با این حال محدودیت‌های قابل توجه به لحاظ تعداد کاربران همزمان برای پهنای باند جریان ویدیویی فشرده و همچنین تعداد درخواست‌های کاربران در مقابل تنگنای پهنای باند سرور در معماری مشتری و خدمتگذار وجود دارد و در مقابل پروتکل‌های جریان ویدیویی نظیر به نظیر، موفقیت بزرگی در زمینه عملیاتیهای مشترک فایل ویدیویی محسوب می‌شوند که منافع بیشماری را برای کاربران در زمینه‌های تجاری و دانشگاهی و صنایع رقم می‌زند. شبکه‌های انتقال ویدیویی به سه ساختار مبتنی بر درخت و مشبک<sup>۳</sup> و ترکیبی طبقه بندی می‌شوند. دسته مشبک برای تحویل داده بر اساس انواع گرافهای توزیع شده درختی پیاده‌سازی می‌شوند و به لحاظ منابع محتوایی تثبیت و محوریت تحقیقات شبکه‌های نظیر به نظیر بر شیوه‌های مبتنی بر مشبک و ترکیبی متمرکز است. در جاهایی که سازمان‌دهی برای تحویل داده مبتنی بر درخت می‌باشد، گره‌ها بنا بر روابط والد-فرزندی تعریف شده و والدها مسئول انتقال بسته‌های اطلاعاتی می‌باشند که از فرزندان خود دریافت می‌کنند [۱].

اغلب ساختار نقش مهمی در تجربه دریافت خدمات کاربر بازی می‌کند، از این رو لازم است به طور کامل بهینه‌سازی شود. البته اگر

<sup>۱</sup> مریم بازرگان، اهواز، خیابان دانشسرا، کوچه بحرالعلوم پلاک ۱۷؛ شماره همراه: ۰۹۳۵۲۴۴۳۵۹۷؛ شماره تماس دانشگاه: ۰۶۱۱-۳۳۴۵۳۷۲

<sup>۲</sup> Content Distributed Network

<sup>۳</sup> Mesh

بسامد توزیع کاربران تغییر نکنند، تأثیر کمی بر سربار سیستم دارد، از این جهت که بسته از یک گره به گره دیگر را بتوان بدون نیاز به پیام‌های اضافی ارسال نمود. از این رو در محیط‌هایی که گره‌ها به لحاظ زمانبندی ورود و خروج متغیر هستند، گره‌هایی که در لحظه‌های آخر به گروه پیوسته و یا آن را ترک می‌کنند باعث بهم ریختن ساختار درختی شده و موجب بازسازی درخت و کاهش کارایی شبکه می‌شوند. این درخت به لحاظ حساسیت نسبت به تأخیر نیاز به نگهداری خاصی دارد. همپوشانی<sup>۴</sup> مشبک، برخلاف همپوشانی درختی به یک توپولوژی ایستا محدود نمی‌شود، بلکه در اصل مبتنی بر گراف توزیع شده‌ای است که ارتباطات هر گره شامل زیر مجموعه‌ای از نظیرها<sup>۵</sup> به منظور تبادل تکه داده<sup>۶</sup> می‌باشد. حال برای تبادل تکه‌ای اطلاعات نیاز است نظیرهای شناخته شده اطلاعاتی درباره یکدیگر داشته باشند. این نوع از ارتباط شامل سرباری از نقشه‌های بافر تبادل داده میان گره‌ها می‌باشد. سیستم‌های همپوشانی مبتنی بر مشبک انعطاف پذیری خوبی نسبت به شکست گره‌ها ارائه می‌دهند [۱].

به طور کلی سیستم‌های جریان ویدیویی نظیر به نظیر به دو دسته طبقه بندی می‌شوند: ۱- جریان ویدیویی زنده، ۲- جریان ویدیویی برحسب تقاضا. سیستم‌های جریان نظیر به نظیر به دلیل مقیاس پذیری بالا، هزینه کم و پایداری بالا در شرایطی که کاملاً نرخ ورود و خروج نظیرها متغیر است، به لحاظ کیفیت عملیاتی<sup>۷</sup> و هم کیفیت ارائه سرویس<sup>۸</sup> دریافت کننده، موفق تر عمل می‌کند [۱]. در ادامه مقاله به بررسی شبکه‌های نظیر به نظیر و دسته بندی مربوط به آن پرداخته شده است و در قسمت سوم انواع روش‌های انتقال و روش‌های ارسال فایل‌های ویدیویی تحت شبکه‌های نظیر به نظیر بیان شده است که خود به دو دسته ویدیو برحسب تقاضا و جریان زنده تقسیم می‌شود و در نهایت نتیجه‌گیری بر بهبود کیفیت جریان سازی ویدیویی نظیر به نظیر بیان شده است.

## ۲- شبکه‌های نظیر به نظیر

جریان سازی نظیر به نظیر یکی از نوین‌ترین تکنولوژیهای مبادله اطلاعات در آینده نزدیک خواهد بود. تحقیقات VNI نشان داده است بخش بزرگی از ترافیک در حال رشد در اینترنت به جریان ویدیویی اختصاص دارد. همچنین VNI Cisco پیش بینی کرده است مجموع کل انواع ترافیک ویدیو تقریباً ۸۶ درصد ترافیک مصرفی در سال ۲۰۱۶ خواهد بود [۲]. در پی این استقبال عظیم چندین طرح در چارچوب کاربرد لایه چندپخش و یا جریان نظیر به نظیر پیشنهاد شد که به طور کلی به دو دسته مبتنی بر درخت و مبتنی بر مشبک تقسیم می‌شود [۳] و علاوه بر این، تلاش‌های اخیر برای بهبود این دو دسته منجر به معرفی دسته سوم پوشش ترکیبی گردید [۴]، [۵].

## ۲-۱- همپوشانی درختی

در شیوه درختی میزبان‌های نهایی<sup>۹</sup> به دو دسته ساختار تک درختی و یا چند درختی تقسیم می‌شوند. ریشه درخت، یک منبع چند پخش داده می‌باشد و از منبع به سمت نظیرهای شرکت کننده در طول درخت مسیریابی، انتقال محتوا صورت می‌گیرد. هر گره داخلی اطلاعات را از والد خود دریافت می‌کند و سپس به گره‌هایی که فرزندش می‌باشند پیام روبه جلو<sup>۱۰</sup> ارسال می‌کند، که به این تأیید ارسال محتوا در همپوشانی درختی، روش مبتنی بر هل دادن<sup>۱۱</sup> می‌گویند.

سیستم‌های چند پخش نهایی<sup>۱۲</sup> (ESM) [۶] یکی از نخستین ساختارهای تک درختی است که امکان پیاده سازی توابع چندپخش در آن بدون شبکه‌های دارای زیر ساختار فراهم می‌شود و از روتر برای چند پخش استفاده نمی‌کند و توپولوژی مجزایی به عنوان گراف

<sup>۴</sup> Overlay  
<sup>۵</sup> peer  
<sup>۶</sup> Data chunk  
<sup>۷</sup> Quality of experience  
<sup>۸</sup> Quality of service  
<sup>۹</sup> end hosts  
<sup>۱۰</sup> Forward  
<sup>۱۱</sup> push  
<sup>۱۲</sup> End system multicast

مجازی کامل تعریف نموده و سپس بر اساس ساختار یک درخت پوشا از این گراف مجازی کامل، هر نظیر به دیگر نظیرها از این طریق اطلاعات می‌فرستد.

سیستم Peercast [۷] یکی دیگر از نمونه‌های سیستم جریان مبتنی بر درخت است که گره‌ها به صورت یک پوشش تک درختی سازمان یافته است. گره جدید با ارسال یک درخواست به گره منبع (ریشه) به سیستم می‌پیوندد و اگر منبع به لحاظ ظرفیت کافی باشد (به عنوان مثال درجه گراف تعیین کننده ظرفیت آن است) آن گره را به عنوان فرزند پذیرفته و خدمات لازم را فراهم می‌کند و اگر به لحاظ منبع کافی نباشد آن درخواست را به یکی از گره‌های فرزند خود تغییر مسیر می‌دهد. گره‌های فرزند این روند را ادامه می‌دهند تا والدین گره‌های جدید نیز پیدا شوند. سیستم تک درختی دیگر ZIGZAG [۸] می‌باشد که داده‌های ویدیویی در یک مسیر از پیش تعریف شده از یک گره به گره دیگر بدون نیاز به درخواست و البته با تأخیر کوتاهی ارسال می‌شوند. با این وجود مشکل عمده سیستم‌های تک درختی این است که معمولاً از وقفه در سرویس‌دهی و بازسازی مکرر درخت رنج می‌برد که به دلیل خروج گره‌ها رخ می‌دهد، به خصوص والد‌ها (نزدیک به منبع) که در سطوح بالاتر می‌باشند. علاوه بر این پهنای مورد استفاده گره‌ها در تک درختی به طور قابل توجهی ناعادلانه می‌باشد به دلیل اینکه گره‌های برگ در پوشش سیستم شرکت داده نشده و تنها داده را دریافت می‌کنند.

به منظور برطرف نمودن مشکلات تک درختی شیوه چنددرختی مانند Splitstream [9] و CoopNet [۱۰] پیشنهاد شده‌اند. میزبان پایانی به صورت جنگلی از درختان چندپخشی با ظرفیت‌های دانلود و آپلود و استراتژی‌های طراحی ساختار نظیرها در نظر گرفته می‌شوند. سیستم Splitstream [۹] بر مبنای شبکه همپوشانی pastry [۱۱] می‌باشد به این صورت که به هر گره یک شناسه اختصاص داده شده که شناسه به صورت پیشوند برای شناسایی کلیدشان محسوب می‌شود. چالش اصلی در این ساختار چند درختی همین دغدغه شناسه به منظور یافتن برگ مورد نظر برای ارسال و دریافت بسته جریان ویدیویی می‌باشد چرا که با خروج یا ورود ناهنگام بعضی گره‌ها، ساختار درخت به هم ریخته و موجب شکست در ارسال و دریافت این بسته می‌شود. البته پس از اندک زمانی ساختار درخت از نو بازسازی می‌شود.

## ۲-۲- همپوشانی مشبک

همپوشانی مشبک از ابتدا برای غلبه بر ضعف‌های همپوشانی درختی، معرفی شد. شبکه‌های مبتنی بر مشبک بدون تکیه بر یک ساختار ثابت و از پیش تعریف شده شکل می‌گیرد. هر گره یک لیست از همکاران و گره‌های والد را بر اساس محتوای قابل دسترسی انتخاب می‌کند. در این شیوه، ارائه داده بر اساس واکنشی آن به لحاظ انتخاب و دریافت داده‌ها از مجموعه‌ای متفاوت از والدین می‌باشد. اطلاعات اعضا همپوشانی را می‌توان با استفاده از یک مدیریت مرکزی (مانند گره باز نمونه گیری<sup>۱۳</sup> و یا یک پیام خبرچینی<sup>۱۴</sup>) میان نظیرها بدست آورد.

همپوشانی مشبک مبتنی بر واکنشی به صورت پویا و وفق پذیر با نظیرها عمل می‌کند، درست برخلاف همپوشانی درختی که مبتنی بر هل دادن است. چالش‌های اصلی ارتباط مشبک چگونگی انتخاب مجموعه مناسب از والدین و چگونگی همکاری والدین چندگانه به منظور انتقال داده می‌باشد. در مقایسه با سیستم‌های اشتراک گذاری فایل منبع محتوا، سیستم جریان نظیر به نظیر نمی‌تواند تمام داده‌ها را به تکه‌هایی تقسیم کند بلکه آنها را به صورت کامل در شبکه توزیع می‌کند. پروتکل‌های جریان نیاز به یک تأخیر بین زمان ایجاد جریان در منبع و مدت زمان پخش در گیرنده دارند و برای حصول ارتباط مشبک، جریان ویدیو که در این تأخیر تولید شده به چندین تکه تقسیم شده و بر روی شبکه توزیع می‌شود مانند پروتکل بیت تورنت<sup>۱۵</sup>. به منظور نظارت بر اطلاعات مفقود شده و همچنین واکنشی اطلاعات تکه‌ای گم شده از نظیرهای همسایه کمک گرفته می‌شود [۳].

از مسائل قابل بررسی در این زمینه انتخاب شریک<sup>۱۶</sup> مناسب می‌باشد به این صورت که همپوشانی به صورت یک مجموعه تصادفی با اتصال گره‌های جدید در یک مجموعه شکل می‌گیرد و در این قسمت همسایه‌ها می‌توانند بر اساس چند استراتژی شکل بگیرند مثلاً به

<sup>۱۳</sup> Bootstrapping  
<sup>۱۴</sup> Gossiping  
<sup>۱۵</sup> BitTorrent  
<sup>۱۶</sup> Partner

صورت روش نوبت گردشی<sup>۱۷</sup> و توپولوژی توده‌ای<sup>۱۸</sup> شکل بگیرند [۱۲]. گره‌های همسایه به صورت دوره‌ای به مبادله نقشه بافر با یکدیگر پرداخته و به این صورت دانش محلی در مورد تکه‌های اطلاعاتی که آنها در اختیار دارند را حفظ می‌کنند. موضوع دیگر زمان بندی بسته می‌باشد. برای هر بلوک از داده‌ها یک گره تصمیم می‌گیرد که از کدام والدین واکنشی آن بلوک باید انجام شود. هر گره مجبور به ارسال یک تقاضا به والدین مناسب برای بلوک مورد درخواست می‌باشد. عملیات واکنشی هر بلوک می‌تواند موجب بهبود سیستم به لحاظ پویایی گره‌ها شود. هنگامی که نظیرها از تراکم شبکه رنج می‌برند و یا همپوشانی را ترک می‌کنند، هر گره می‌تواند بلافاصله پهنای باند مناسب از والدین در دسترس را بارگذاری کند. علاوه بر این ناپیوستگی در جریان می‌تواند در یک پوشش پویا رخ دهد به طور مثال هنگامی که اطلاعات والدین به هنگام سازی نشود یا والدین قبل از انتقال بسته‌های واکنشی شده همپوشانی را ترک کنند. البته گسستگی در انتقال داده‌ها می‌تواند در همپوشانی ایستا نیز رخ دهد و این رویداد می‌تواند پتانسیل پهنای باند به لحاظ بارگذاری که در اختیار والدین قرار می‌گیرد را کاهش دهد و یا موجب شود تعداد کمی از نظیرها موفق به پردازش بسته‌ها شوند [۱۳]. مزایای استفاده از مشبک را اینطور می‌توان تشریح نمود که:

- الف) ارائه محتوای مبتنی بر واکنشی: در واقع گره‌های والد بلوک داده ویدیویی را با یک درخواست از دیگر گره‌ها که به صورت پویا و کارآمد در محیط می‌باشند، دریافت می‌نمایند.
- ب) همپوشانی می‌تواند بدون متکی بودن بر یک ساختار ثابت تا زمانی که هر گره والدین خود را براساس محتوای در دسترس انتخاب کند، ادامه یابد.
- این روش از معایبی چون مدت زمان تأخیر و سربرار کنترلی بالا به دلیل انتخاب نظیر دلخواه بر اساس واکنشی تحویل داده، رنج می‌برد [۴].

## ۲-۳- شبکه همپوشانی ترکیبی

بهبودهایی که در روش‌های همپوشانی مبتنی بر درخت و مشبک صورت گرفت، روند تکامل یافته‌تری در زمینه تأخیر تحویل و کنترل سربرار، جدول (۱) تفاوت‌هایی میان ساختار چند درختی و تک درختی و مشبک را نشان می‌دهد [۱۴]. ایده اصلی همپوشانی ترکیبی به واقع بهبودی در ترکیب نقاط قوت و ضعف دو شیوه قبلی می‌باشد و سعی می‌شود با ترکیب واکنشی و هل دادن داده‌ها، باعث تأخیر و هزینه کمتر به لحاظ کنترل سربرار شود. البته تحویل داده مبتنی بر واکنشی که پویایی بیشتری برای نظیر به همراه دارد و در انتخاب نظیر مناسب با پهنای باند کارا مؤثر می‌باشد. از سیستم‌های ترکیبی می‌توان [14]mTreebone، HyPO [5] و coolstreaming [۴] را نام برد.

جدول (۱): ارائه مقایسه میان ساختارهای تک درختی و چند درختی و مشبک.

ویژگی‌ها/ساختار	مشبک	چنددرختی	تک درختی
استحکام در شرایط نرخ بالای ورود و خروج بالا	خوب	متوسط	ضعیف
ساخت و نگهداری	نگهداری آسان	هم ساخت و هم نگهداری مشکل	ساخت آسان اما نگهداری مشکل
گلوگاه	با توجه به استراتژی انتخاب نظیر	نظیرهای میانی تا حدی مشکل ساز می‌شوند	گره‌های نظیر داخلی
تأخیر راه اندازی <sup>۱۹</sup>	بالا	متوسط	ضعیف
سربرار	تحویل داده مبتنی بر واکنشی	بازسازی مجدد درخت	بازسازی مجدد درخت

<sup>۱۷</sup> Round robin  
<sup>۱۸</sup> Topological conglomeration  
<sup>۱۹</sup> Start-up delay

### ۳- انواع روش‌های انتقال در شبکه‌های نظیر به نظیر

زمانبندی قلب مسئله سیستم‌های انتقال ویدیویی مبتنی بر شبکه‌های نظیر به نظیر محسوب می‌شود. دو شیوه زمان بندی اصلی در جریان نظیر به نظیر عبارتند از: واکشی<sup>۲۰</sup> و هل دادن<sup>۲۱</sup>. شیوه واکشی مناسب عملیات با ساختار مشبک می‌باشد و هل دادن مناسب درخت و البته هر دو با منبع ویدئویی و تعدادی نظیر دریافت کننده درگیر می‌باشند. به طور اجمالی الگوریتم زمانبندی قاب<sup>۲۲</sup>های ویدیویی به این صورت تشریح می‌شود که قاب‌ها ابتدا از گره‌های همسایه که قاب درخواست داده بودند واکشی می‌شود، سپس به روز رسانی در آخرین قاب که توسط هریک از گره‌ها واکشی شده به طور عمده از طریق تعویض نقشه بافر حاصل می‌شود.

زمان بندی در یک واکشی سیستم جریان مبتنی بر مشبک عبارت است از:

الف) انتخاب بافر ویدیویی بر حسب نقشه بافر

ب) انتخاب نظیر بر اساس نقشه بافر و ارسال درخواست قاب به همسایگان انتخاب شده.

ج) ارسال دوباره درخواست به همکاران خود برای قاب فوری به لحاظ پر کردن محل خالی بافر نزدیک به محل نمایش

از سوی دیگر رویکرد هل دادن در اغلب شبکه‌های مبتنی بر درخت اعمال می‌شود که در آن تمام گره‌های والد در سیستم به شکل ساختار درخت، فریم‌های ویدیویی را به سمت فرزندان هل داده، البته روش‌هایی نیز تاکنون ارائه شده که تا حدی قادر به کاهش این تأخیر بودند [۱۵].

زمان بندی در سیستم جریان مبتنی بر درخت شامل موارد زیر است:

الف) انتخاب قاب ویدیویی برای هل دادن به سمت گره‌های فرزند

ب) انتخاب گره‌های فرزند به منظور هل دادن قاب انتخاب شده بر اساس روابط درختی (روابط والد فرزندی)

مشکل عمده هل دادن در روش درختی مربوط به اوضاع متغییر نظیرها در شبکه به لحاظ ورود و خروج و تأخیرهای که در بازسازی درخت حاصل می‌شود، علاوه بر این هل دادن موجب افزونگی قاب در زمانی می‌شود که والدین در حال هل دادن قاب به همان گره فرزند می‌باشند. اخیراً محققان در حال بررسی امکانات در طراحی معماری ترکیبی با اتخاذ مزایای هر دو روش هل دادن و واکشی مناسب در یک محیط شبکه‌ای ناهمگن می‌باشد [۱۵]. ترکیبی با این مفهوم که طراحی یک مکانیسم واکشی/هل دادن که قادر به تأمین دو هدف عمده باشد:

الف) کمینه نمودن زمان ارسال از هنگام ساختن قاب‌های جدید در گره منبع و نمایش در گره مقصد که منجر به پایین آوردن تأخیر نقطه به نقطه می‌شود.

ب) با زمان بندی مبتنی بر واکشی /هل دادن موجب پایین آوردن نرخ از دست دهی قاب می‌شود که توانایی مؤثری در کاهش تعداد قاب‌های ورودی به منظور نمایش تا اتمام مهلت پخش دارد.

در یک سیستم توزیع شده هر گره به صورت غیر همزمان میان نظیرهاست، تنها شیوه همگام سازی نظیرها از طریق نقشه بافری<sup>۲۲</sup> است که به طور دوره ای تعویض می‌شود، زمان تأخیر شبکه و دور انداختن بسته فاکتورهای است که باعث کندشدن پروسه تعویض نقشه بافر می‌شود و از این رو افزایش مشکلات یک نود به لحاظ به دست آوردن اطلاعات کافی درباره همسایگان، باعث ایجاد چالش‌های طراحی یک مکانیزم برنامه زمانبندی واکشی/هل دادن به خصوص برای ساختارهای مش و هیبریدی شده است. چندین ارتباط ترکیبی بر اساس نقاط قوت و ضعف واکشی و هل دادن تا کنون پیشنهاد شده است [۱۶].

### ۴- جریان سازی انواع ویدیو تحت شبکه‌های نظیر به نظیر

جریان ویدیویی از منابع آن به سمت کاربران نهایی پخش می‌شود. همانطور که تحلیل شد محتوای ویدیویی به صورت فشرده و بسته

بندی شده در شبکه‌های سیمی یا بی سیم منتشر می‌شود و در بسته‌های دریافتی رمزگشایی شده و مرتب و ساخت یافته به جریان ویدیویی تبدیل می‌شوند. این ساختار مستقل از خصوصیات شبکه چون پهنای باند در دسترس، اندازه بسته‌ها و وسیله کاربر نهایی برای اتصال به شبکه و اما همچنان مستقر بر نوع جریان می‌باشد. همانطور که گذشت جریان ویدیویی نظیر به نظیر را می‌توان به دو دسته جریان ویدیویی زنده و جریان ویدیویی بر حسب تقاضا تقسیم بندی نمود. در جریان ویدیو برحسب تقاضا، کاربر می‌تواند جریان ویدیویی را در حین دانلود مشاهده کند. در واقع جریان ویدیویی برحسب تقاضا همان پخش های ویدیویی برخط مانند YouTube می‌باشد. در جریان ویدیویی زنده جریان ویدیویی فشرده و پکت بندی شده، در زمان واحد دانلود و مشاهده می‌شود، در واقع کاربران در خواست تماشای محتوایی را می‌دهند که در قالب تکه‌ای<sup>۲۴</sup> از ویدیو می‌باشد. مثال بارز همان محاوره‌های برخط oovoo یا Skype می‌باشد.

#### ۴-۱- ویدیو بر حسب تقاضا

ساختار مشتری/خدمتگزار، معمولاً شبکه بزرگ و گرانی است چرا که پهنای باند مورد نیاز در سمت خدمتگزار با تعداد کاربران افزایش می‌یابد. به منظور حل این مشکل شبکه نظیر به نظیر با شیوه بر حسب تقاضا به عنوان جایگزین پیشنهاد شد.

سرویس ویدیو بر حسب تقاضا به همه کاربران اجازه تماشای ویدیو را در هر نقطه و در هر زمان می‌دهد. سیستم های برحسب تقاضا می‌تواند به سه دسته طبقه بندی شود: الف) سیستم بر حسب تقاضا انتقال رو به جلو بافر تحت شبکه‌های نظیر به نظیر<sup>۲۵</sup>، ب) سیستم بر حسب تقاضا انتقال روبه جلو ذخیره‌ای تحت شبکه‌های نظیر به نظیر<sup>۲۶</sup> و ج) سیستم انتقال روبه جلو ترکیبی تحت شبکه‌های نظیر به نظیر<sup>۲۷</sup>.

الف) سیستم بر حسب تقاضا انتقال رو به جلو بافر تحت شبکه‌های نظیر به نظیر: معماری این دسته به این صورت است که هر نظیر، بافرهایی را که اخیراً محتواهای آن را دریافت نموده، رو به جلو به فرزندان انتقال می‌دهد و نظیرها در ساختار درختی سازمان دهی شده است. بعلاوه با تنظیم اولویت لیست نظیرها می‌توان تمایزی برای انتقال بافر و در نتیجه اجرای فایل ویدیویی میان کاربران قائل شد [۱۷].

ب) سیستم بر حسب تقاضا انتقال روبه جلو ذخیره تحت شبکه‌های نظیر به نظیر: بلوک‌های ویدیویی پیش از ذخیره سازی نظیرها منتشر می‌شوند و هنگامی که یک نظیر بخواهد به تماشای یک ویدیو بپردازد، ابتدا آن را میان دیگر همسایگان نظیر جستجو نموده و سپس درخواست آن محتوا را ارائه می‌دهد.

ج) سیستم انتقال روبه جلو ترکیبی تحت شبکه‌های نظیر به نظیر: ظرفیت کل بارگذاری در سیستم‌های انتقال رو به جلو محدود بوده، به منظور بهبود توان<sup>۲۸</sup> انتقال رو به جلو معمولاً دو رویکرد قبلی را ادغام می‌نمایند. در رویکرد ترکیبی از الگوریتم‌های توزیع شده برای حل این مسئله بهره می‌برند [۱۷].

#### ۴-۲- جریان ویدیو زنده

جریان ویدیو زنده در مقایسه با جریان ویدیو برحسب تقاضا چالش‌های متفاوتی را ایجاد می‌کند. برای مثال سرویس جریان زنده می‌تواند پهنای باند کافی را برای محتوای جریان در هر زمان و مکانی فراهم آورد، به فضای حافظه بزرگ از پیش ذخیره شده یا مجموعه‌ای بزرگ از محتوای در دسترس نیاز نداشته و به محض دریافت درخواست محتوای رسانه از هر کاربر، باید قادر به دریافت جریان داده به صورت پیوسته و با محتواهای تایید شده و ساخت یافته باشد. در جریان زنده هر نظیر می‌تواند چند نقش: منابع و گره‌های میانی و مقصد را در لحظه به عهده بگیرد. اگر نظیرها تمام یا بخشی از محتوا رسانه را با دیگر نظیرها به اشتراک بگذارند نقش منبع دارند و اگر به عنوان اعلان دهنده درخواست و دریافت کننده باشد و هدف دریافت محتوا باشد، نقش مقصد دارند و اگر محتوای خود را دریافت و ارسال کنند، گره میانی در نظر گرفته می‌شوند. برای فراهم نمودن توزیع محتوای رسانه‌ای قوی و کارآمد که سرویس جریان زنده ارائه می‌دهد، می‌توان

<sup>۲۴</sup> Chunk

<sup>۲۵</sup> Buffer forwarding P2P VoD System

<sup>۲۶</sup> Storage-forwarding P2P VoD systems

<sup>۲۷</sup> Hybrid forwarding P2P VoD systems

<sup>۲۸</sup> Throughput

ساختارهای مبتنی بر درخت و مشبک را نام برد. در ساختار مشبک که محتوای جریان به صورت تکه‌ای از اطلاعات بدست آمده، از همسایه‌های نظیر به صورت واگشی، تهیه شده و طی عملیاتهای انجمنی تکه‌های داده بین نظیرها، انتقال می‌یابند. پروتکل chain saw [۱۸] مثال بارز آن است استراتژیهای قسمت بندی و تکه‌داده‌های تصادفی را به کار می‌گیرد و یا coolstreaming /DoNet [۱۸] که شامل الگوریتم‌های زمان بندی تکه‌داده‌ها می‌باشد و تحت شبکه‌های نظیر به نظیر ساخت یافته و غیر ساخت یافته و مبتنی بر واگشی/هل دادن محتوا عمل می‌کند. به منظور بهبود ساختار مشبک، چندین ایده نظیر عدم تجانس شبکه، مشارکتی/غیر مشارکتی بودن نظیرها، شبکه و کاربران پویا و همچنین امنیت مطرح می‌باشد. مسائل ذیل از مسائل عمده در طراحی سیستم جریان زنده تحت شبکه‌های نظیر به نظیر به شمار می‌رود:

الف) پهنای باند نقطه به نقطه به عنوان یک مشکل اساسی به لحاظ تأخیر مطرح است. در سیستم مشتری / خدمتگذار، ما می‌توانیم تعداد زیادی کاربر در محیط محلی را بوسیله خدمتگذارهای بیشتری حمایت کنیم اما در ارائه یک سرویس مقیاس پذیر عمومی، هرچند اضافه نمودن خدمتگذار کار آسانی است اما کافی نیست. پهنای باند نقطه به نقطه می‌تواند محدودیت توزیع جغرافیایی را برای کاربران به وجود بیاورد؛ بنابراین CDN<sup>۲۹</sup> به عنوان یک راه حل پیشنهاد شد که آن هم به دلیل گران قیمت بودن و عدم سهولت گسترش پذیری، مقرون به صرفه نمی‌باشد. شبکه‌های نظیر به نظیر به دلیل انتخاب مسیر هوشمند تا حدی این مسئله را حل نموده‌اند.

ب) پهنای باند به عنوان یک محدودیت فیزیکی: برای سیستم‌های جریان رسانه‌های نظیر به نظیر حداقل باید متوسط پهنای آپلود فایل بزرگتر از نرخ جریان باشد.

ج) مسائل مربوط به ISP و اثرات ترافیک: در حال حاضر بخش بزرگی از پهنای باند موجود در لبه‌های شبکه و لینک گلوگاهی توسط عملیات‌های شبکه نظیر به نظیر مانند بیت تورنت اشغال شده و بسیاری از شرکت‌های ISP این نوع ترافیک را محدود می‌کنند. برای عملیات‌های اشتراک فایل، این محدودیت ممکن است تنها موجب کم شدن سرعت دانلود شود اما برای رسانه‌های جریان می‌تواند مخرب محسوب شود، سایر ساز و کارهای فیلتر کردن نیز ممکن است موجب مشکلاتی برای سیستم‌های جریان سازی شبکه‌های نظیر به نظیر شود.

مسئله دیگر مقیاس پذیری است که معمولاً در سه مورد زیر تعریف می‌شود:

- ۱- مقیاس پذیری زمانی که اشاره به احتمال کاهش زمان رمزگذاری ویدیویی مستقیم از جریان بیت‌های فشرده دارد مانند تعداد فریم‌ها در یک ثانیه از زمان ویدیو.
  - ۲- مقیاس پذیری فاصله‌ای که اشاره به احتمال کاهش وضوح فاصله از ویدیو رمزگذاری شده مستقیم از جریان بیت‌های فشرده دارد مانند تعداد پیکسل در ناحیه فاصله در یک فریم ویدیو.
  - ۳- مقیاس پذیری کیفی که اشاره به صحت درستی احتمال کاهش کیفی ویدیو کد شده و آنچه استخراج و کد شده از پیکسل‌های کیفی خشن<sup>۳۰</sup> می‌باشد [۱].
- جریان سازی ویدیویی تحت شبکه‌های نظیر به نظیر توانسته نسبت به تکنولوژیهای وب کنفرانس و کنفرانس ویدیویی روند بهبود آمیزی را طبق جدول (۲) نشان دهد.

جدول (۲): مقایسه انواع روش‌های بخش جریان ویدئویی در اینترنت

ویژگی‌ها	جریان ویدیویی	وب کنفرانس	کنفرانس ویدیویی
تعداد شرکت کنندگان	کم تا زیاد	کم تا زیاد	کم

کم تا متوسط	خوب	خوب	دسترس پذیری و توزیع
کم	متوسط	بالا	توزیع سفارشی
ندارد	ندارد	دارد	پروتکل های انتقال چندگانه
دو روش	یک روش	یک روش	جهت <sup>۳۱</sup>
بالا	پایین	پایین	هزینه به ازای هر اتصال
بالا	پایین	پایین	پهنای باند هر اتصال
بالا	پایین	پایین	کل پهنای باند مورد استفاده
بالا	کم تا متوسط	بالا	کیفیت و بدبو
اختصاصی	اختصاصی یا عمومی	اختصاصی یا عمومی	انواع شبکه
پشتیبانی نمی کند	پشتیبانی می کند	پشتیبانی می کند	مشتریان اینترنتی
پشتیبانی نمی کند	پشتیبانی می کند	پشتیبانی می کند	مشتریان متحرک
بالا	متوسط	بالا	قابلیت اطمینان
متوسط بالا	کم تا متوسط	کم تا متوسط	نیروی انسانی مورد نیاز

## ۵- نتیجه گیری

امروزه تمایل کاربران اینترنتی به فناوری انتقال فایل ویدیویی محسوس تر می باشد لذا مسئله خدمات جریان ویدیویی از عمده مسائلی است که هنوز جای تحقیق و بررسی بسیاری دارد. در این مقاله انواع شبکه های نظیر به نظیر به لحاظ ساختار درختی و مشبک بیان شد و جهت رفع چالش های این دو، ساختار ترکیبی در نظر گرفته شده است. مسئله بعدی روش های انتقال شبکه های نظیر به نظیر مبتنی بر واکنشی برای ساختار مشبک و هل دادن مناسب ساختار درختی در نظر گرفته شده و همچنین روش ترکیبی واکنشی/هل دادن مطلوب ساختار ترکیبی تشخیص داده شد. مسئله بعدی ناهمگونی نظیرها از این جهت که منابع مختلفی نظیر پهنای باند لازم برای دانلود و بارگذاری و پخش های تکه ای مختلف از یک کلیپ ویدیویی و غیره می باشد و به نوعی برخلاف برنامه های کاربردی به اشتراک گذاری فایل که پهنای باند ناکافی موجب کاهش سرعت دانلود می شود، مورد تحلیل واقع شد. در نهایت چالش های برنامه های جریان ویدیویی به لحاظ ارسال فایل ویدیویی به دو صورت بر حسب تقاضا و جریان زنده بیان شد. برای دست یافتن به خدمات بهتر در زمینه سرویس جریان ویدیویی، گره ها باید به بهترین وجه ممکن با یکدیگر همکاری نموده و جهت بهبود کیفیت ارائه سرویس راهکارهایی که در روند همکاری بهتر نظیرها با یکدیگر می باشد، در نظر گرفته شود. همچنان روند تحقیق در زمینه ارائه سرویس جریان ویدیویی در بستر شبکه های نظیر به نظیر به ویژه تحت ساختار ترکیبی تحت شیوه انتقال واکنشی/هل دادن ادامه دارد.

## ۶- مراجع

- [1] N. Ramzan, H. Park, and E. Izquierdo, "Video streaming over P2P networks: Challenges and



- opportunities," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 27, pp. 401-411, 2012.
- [2] I. Cisco, "Cisco visual networking index: Forecast and methodology, 2011--2016," *CISCO White paper*, pp. 2011-2016, 2012.
- [3] B. Biskupski, M. Schiely, P. Felber, and R. Meier, "Tree-based analysis of mesh overlays for peer-to-peer streaming," in *Distributed Applications and Interoperable Systems*, 2008, pp. 126-139.
- [4] B. Li, S. Xie, Y. Qu, G. Y. Keung, C. Lin, J. Liu, *et al.*, "Inside the new coolstreaming: Principles, measurements and performance implications," in *INFOCOM 2008. The 27th Conference on Computer Communications. IEEE*, 2008.
- [5] H. Byun and M. Lee, "HyPO: a peer-to-peer based hybrid overlay structure," in *Advanced Communication Technology, 2009. ICACT 2009. 11th International Conference on*, 2009, pp. 840-844.
- [6] S. G. R. Y. Chu, and H. Zhang, "A Case for End System Multicast," *ACM SIGMETRICS* pp., pp. 1-12, june 2000.
- [7] J. Zhang, L. Liu, L. Ramaswamy, and C. Pu, "PeerCast: Churn-resilient end system multicast on heterogeneous overlay networks," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 31, pp. 821-850, 2008.
- [8] D. A. Tran, K. A. Hua, and T. Do, "Zigzag: An efficient peer-to-peer scheme for media streaming," in *INFOCOM 2003. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications. IEEE Societies*, 2003, pp. 1283-1292.
- [9] P. D. M. Castro, A. K. Singh, and A. Nandi, "SplitStream: High-bandwidth Multicast in a Cooperative Environment," *ACM SOSP* pp. pp. 298-313, Oct 2003.
- [10] H. J. W. V. N. Padmanabhan, P. A. Chou, and K. Sripanidkulchai, "Distributing Streaming Media Content Using cooperative Networking," *ACM NOSSDAV 2002*, pp. pp. 177-186, May. 2002.
- [11] A. R. a. P. Druschel, "Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large scale peer to peer systems," in *Proc. Middleware 2001*, pp. pp. 329-250, Nov. 2001.
- [12] L. Chuntao, Z. Huyin, and S. Lijun, "Research and design on peer selection strategy of P2P streaming," in *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2009. WiCom'09. 5th International Conference on*, 2009, pp. 1-4.
- [13] V. Fodor and G. Dan, "Resilience in live peer-to-peer streaming [Peer-to-Peer Multimedia Streaming]," *Communications Magazine, IEEE*, vol. 45, pp. 116-123, 2007.
- [14] F. Wang, Y. Xiong, and J. Liu, "mtreebone: A hybrid tree/mesh overlay for application-layer live video multicast," in *Distributed Computing Systems, 2007. ICDCS'07. 27th International Conference on*, 2007, pp. 49-49.
- [15] N. Magharei, R. Rejaie, and Y. Guo, "Mesh or multiple-tree: A comparative study of live p2p streaming approaches," in *INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE*, 2007, pp. 1424-1432.
- [16] C. Y. Keong, P. K. Hoong, and C.-Y. Ting, "Efficient hybrid push-pull based P2P media streaming system," in *Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 2011 IEEE 17th International Conference on*, 2011, pp. 735-740.
- [17] R. G. ME and B. Nithya, "Analysis of Streaming Services and Security Issues in Peer-to-Peer Network," *IJCSNS*, vol. 13, p. 86, 2013.
- [18] X. Zhang, J. Liu, B. Li, and T.-S. P. Yum, "CoolStreaming/DONet: a data-driven overlay network for peer-to-peer live media streaming," in *INFOCOM 2005. 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE*, 2005, pp. 2102-2111.