کنترل پذیرش درخواست بر مبنای روشهای اندازه‌گیری در شبکه‌های IP Diffserv

محمد حسین یغمائی مقدم[۱]، حسن ابراهیمی

چکیده

کنترل پذیرش درخواست، یکی از مهمترین وظایف شبکه‌هایی است که کیفیت سرویس را پشتیبانی می کنند. هدف اصلی کنترل پذیرش درخواست، اطمینان از تامین کیفیت سرویس اتصال های جاری بدون تاثیر منفی بر کیفیت سرویس جریانهای قبلی می باشد. بنابراین یک الگوریتم کنترل پذیرش درخواست باید از میزان منابع شبکه (مانند پهنای باند لینک و ظرفیت بافر) که هنوز آزاد هستند و مورد استفاده قرار نگرفته اند؛ آگاه باشد. اگر این منابع آزاد، بزرگتر یا مساوی میزان منابعی باشد که یک درخواست به شبکه ارائه می دهد؛ آنگاه این درخواست، مورد پذیرش قرار می‌گیرد. منابع شبکه هم باید به صورت موثری توسط الگوریتم‌های کنترل پذیرش درخواست، مورد استفاده قرار بگیرند و باید از رد کردن بیش از حد درخواست‌های جدید، خودداری نمود.

در این مقاله، روشی برای کنترل پذیرش درخواست بر مبنای اندازه‌گیری درشبکه های IP Diffserv ارائه شده‌است. روش ارائه شده، تنها رفتار توده‌ای جریانها را در نظر می‌گیرد و نیازی به نگهداری اطلاعات هر جریان به صورت جداگانه ندارد. روش پیشنهادی، توانایی تنظیم میزان بهره‌وری از پهنای باند شبکه را به اندازه‌ای که مدیر شبکه می‌خواهد با رعایت محدودیت‌های کیفیت سرویس رادارا می باشد. نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی نشان دهنده کارایی بالای آن می باشد.

کلمات کلیدی

کنترل پذیرش درخواست، کیفیت سرویس، پذیرش درخواست بر مبنای اندازه‌گیری

A New Approach for Measurement-Based Connection Admission Control in IPDiffServ Networks

M.H.Yaghmaee, H.Ebrahimi

Abstract

Connection Admission Control (CAC) is an important function in the computer network which is used to support Quality of Service (QoS). The function of CAC is to decide whether a new connection can be admitted on the network or a part of the network in such a way that the QoS of the new connection and the already established connections will remain within the requested limits. CAC must also ensure that network resources are used efficiently avoiding unnecessary rejections of candidate connections. Some CAC algorithms attempt to estimate or derive available resources in each hop between the source and the destination.

In this paper we present a new Measurement-Based Admission Control ((MBAC) scheme that uses measurements of aggregate bandwidth only, without keeping the state of any per flow information. The proposed scheme has the ability to adjust the link utilization to level that the network administrator wants, with support the QoS that network connections need.

Keywords

Connection Admission Control (CAC), QoS, Measurement Based Admission Control (MBAC), TLU, TPLR.

[۱] - عضو هیأت علمی دانشگاه، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه کامپیوتر.

۱-مقدمه

یکی از مهمترین مباحثی که اخیرا در زمینه الگوریتمهای کنترل پذیرش درخواست مطرح شده است؛ این می باشد که این الگوریتم ها سعی می کنند در حالی که محدودیتهای کیفیت سرویس را حفظ می‌کنند؛ حداکثر بهره‌وری را از پهنای باند کانال بدست آورند. برای رسیدن به این هدف، تاکنون تعداد زیادی الگوریتم کنترل پذیرش درخواست ارئه شده است. هر کدام از این الگوریتم‌ها، نقاط قوت و ضعفی دارند. نقطه مشترک همه این الگوریتم‌ها، مشخص کردن میزان پهنای باند آزاد موجود در شبکه می‌باشد. این کار معمولا از طریق اندازه‌گیری میزان بهره‌وری پهنای باند کانال انجام می‌پذیرد.

نخستین وظیفه کنترل پذیرش درخواست در شبکه هایی که از کیفیت سرویس پشتیبانی می کنند، کنترل میزان ترافیک ورودی به شبکه می باشد، به گونه‌ای که از ازدحام دوری شود. یک شبکه IP Diffserv، برای تضمین کیفیت سرویس، کنترل پذیرش درخواست را برای کنترل میزان ترافیک ورودی به شبکه، به کار می‌برد. کنترل پذیرش درخواست، شامل مجموعه اعمالی است که در فاز برپایی یک نمونه سرویس باید انجام شود، تا بررسی کند که آیا یک درخواست سرویس جدید می تواند مورد پذیرش قرار گیرد یا نه؟ یک درخواست سرویس جدید، در صورتی مورد پذیرش قرار می گیرد که کیفیت سرویس مورد درخواست آن، بدون اثر گذاشتن بر کیفیت سرویس نمونه های سرویس از قبل برپا شده، برآورده شود.

یکی از مهمترین چالش‌هایی که در شبکه‌های امروزی، الگوریتم-های کنترل پذیرش درخواست، با آن روبرو شده‌اند؛ بدست‌آوردن حداکثر بهره‌وری از منابع شبکه، همزمان با حفظ محدودیت‌های کیفیت سرویس می‌باشد. تعداد زیادی از الگوریتم‌های کنترل پذیرش درخواست، برای رسیدن به این هدف، ایجاد شده‌اند[۱،۲،۳،۴]. مهمترین مشخصه همه این الگوریتم‌ها، تعیین میزان پهنای باند در دسترس می‌باشد.این کار معمولا از طریق اندازه‌گیری میزان بهره‌وری منابع شبکه انجام می‌پذیرد. مدلی که برای پیش‌بینی احتمال سربار به کار برده می‌شود؛ معمولا این کار را از طریق اندازه‌گیری میزان بهره-وری منابع شبکه و پارامترهای ترافیکی درخواست جدید، انجام می-دهد. آن دسته از الگوریتم‌های کنترل پذیرش درخواستی که از طریق اندازه گیری ترافیک شبکه، میزان پهنای باند در دسترس را پیش‌بینی کرده و یا تخمین می‌زنند؛ الگوریتم‌های کنترل پذیرش درخواست بر مبنای اندازه‌گیری (MBAC) نامیده می‌شوند. MBAC سعی می‌کند تا با انتقال وظیفهٔ مشخصه‌بندی کردن ترافیک از کاربر به شبکه، از مشکلات روشهای دیگر دوری کند. در این روش، شبکه تلاش می‌کند؛ بجای ملزم کردن کاربر به تعریف صریح مشخصه‌های ترافیکی خود، مشخصه‌های ترافیکی جریان‌هایی که از قبل وجود دارند را با اندازه‌گیری بلادرنگ دریابد. این روش چندین مزیت دارد. در[۵] مقایسه‌ای بین الگوریتم‌های مختلف MBAC صورت گرفته است. این مطالعه نشان داد که کارآیی الگوریتم‌های مختلف MBAC نزدیک به هم می‌باشد.

یکی از مهمترین مسائلی، که در زمینه قابل استفاده بودن یک الگوریتم کنترل پذیرش درخواست، وجود دارد؛ میزان اطلاعاتی است که آن الگوریتم در چهارچوب کیفیت سرویس خود نیاز دارد. نکته‌ای که باید به آن توجه شود؛ این است که میزان این اطلاعات باید محدود باشد. این محدودیت اطلاعات در شبکه‌های IP Diffserv[۶]، به خوبی رعایت شده است. این شبکه، نیازی ندارد تا به صورت اختصاصی، برای هر جریان توصیف کننده‌های ترافیکی را در نظر بگیرد و یا نیازمندی‌های کیفیت سرویس مانند میزان اتلاف یا تاخیر بسته ها را برای هر جریان به طور اختصاصی تامین کند. در مقابل شبکه این اجازه را به جریان‌های مختلف می‌دهد تا نوع کیفیت سرویس مورد نیاز خود را تعیین کنند. نوع کیفیت سرویس بوسیله Per Hop Behavior (PHB) تعریف می‌شود. بنابراین الگوریتم کنترل پذیرش درخواست، که در شبکه‌های IP Diffserv پیاده‌سازی شود؛ نیازی به دانستن پارامترهای ترافیکی هر جریان به صورت اختصاصی ندارد.

ادامه مقاله حاضر به صورت زیر می باشد. در بخش دوم ساختار روش پیشنهادی ارائه شده است. در بخش سوم سناریویی که برای شبیه‌سازی روش پیشنهادی به‌کار رفته، شرح داده شده است. بخش چهارم نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی را در مقایسه با یک الگوریتم مشابه نشان می دهد. در نهایت در بخش پنجم نتایج حاصل از این کار ارئه شده‌است.

۲- ساختار روش پیشنهادی

در این بخش روش پیشنهادی، که یک روش کنترل کننده پذیرش درخواست، بر پایه اندازه‌گیری می باشد؛ ارائه می شود. این روش بر پایه تنها یک پارامتر توصیف کننده ترافیک، استوار می باشد. پارامتر مورد نظر، نرخ حداکثر ارسال منبع ترافیک می باشد. با داشتن کاربردهای متنوعی در اینترنت، که ممکن است از سرویس‌های بلادرنگ استفاده کنند، همانطور که در [۷] شرح داده شده است، استفاده از توصیف‌کننده‌های ترافیکی پیچیده برای مشخصه بندی کردن دقیق منبع ترافیک، در کنترل پذیرش درخواست، نه لازم و نه امکان پذیر است. بنابراین ما فرض کرده ایم که تنها توصیف کننده ترافیکی در دسترس برای کنترل پذیرش درخواست حداکثر نرخ ارسال منبع می باشد.

نظارت بر این توصیف‌کننده ترافیکی آسان بوده و حتی اگر در دسترس نباشد، برای منابعی که بوسیله فیلتر سطل نشانه با پارامترهای (ρ,c) مشخص می شوند، می تواند از طریق رابطه زیر تخمین زده شود [۷]:

$$P = \rho + \frac{C}{S} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، ρ بیانگر نرخ تولید نشانه در سطل می باشد. C معادل با ظرفیت سطل یا همان بافر می باشد. S هم پارامتری است که حداکثر طول مدت زمانی را تعیین می کند که یک منبع می تواند با نرخ حداکثر، داده ها را ارسال کند. این پارامتر را معمولا کاربر یا مدیر شبکه تعیین می کند.

روشی که در اینجا پیشنهاد شده است از روش مالتی پلکس کردن آماری بدون بافر استفاده کرده است. بدون بافر بودن مالتی پلکسینگ، این اطمینان را به ما می دهد که ترافیک ها حداقل تاخیر را تحمل می‌کنند.

در [۸] اثبات شده است، زمانی که اثر مالتی پلکس کردن آماری مهم باشد؛ توزیع نرخ بیت ایستا می تواند به صورت دقیق بوسیله توزیع گوسین تخمین زده شود. در [۹] پیشنهاد شده است که حتی تعداد نسبتا کمی از جریانهای ترافیکی، برای مشخصه بندی کردن گوسین پروسه ورودی، معمولا کافی می باشد. در این حالت پهنای باند موثر منابع مالتی پلکس شده، از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C \approx m + d\sigma \quad , \quad d = \sqrt{-2\ln(\varepsilon) - \ln(2\pi)} \qquad (۲)$$

در رابطه بالا m نرخ بیت میانگین تودهٔ جریانها می باشد. σ انحراف معیار m بوده و ε هم حد بالای احتمال اتلاف مجاز می باشد.

۲-۱- منطق کنترل پذیرش درخواست

فرض بر این شده است که برای تودهٔ ترافیک بلادرنگ، حداقل پهنای باندی به اندازهٔ C_{total} به صورت لبه به لبه فراهم شده است.

درروش پیشنهادی فرض بر این شده است، هر زمان که منبع می خواهد یک نمونه از سرویس را فراهم کند، درخواستش را از طریق پروتکل رزرو منابع به اطلاع نود ورودی می رساند. فرض مشابهی هم برای زمان خاتمه یافتن یک سرویس در نظر گرفته شده است. یعنی در هنگام خاتمه یافتن یک سرویس هم، منبع مورد نظر به نود مرزی خاتمه سرویس را اطلاع می دهد. البته در صورتی‌که منبعی، خاتمه یافتن یک سرویس را به اطلاع نود مرزی نرساند؛ انتخاب دیگری هم وجود دارد. این انتخاب استفاده از time out می باشد. یعنی اگر پس از طی شدن مدت زمان مشخصی، منبعی خاموش بود، نود مرزی، فرض می کند که سرویس مزبور خاتمه یافته است. در هر صورت، در هر لحظه، فرآیند MBAC تعداد منابع فعال را در هر نقطه ورودی می داند.

در ابتدا باید یک بازهٔ زمانی مناسبی را برای پنجرهٔ اندازه گیری محاسبه کرد. در داخل این پنجرهٔ زمانی، اندازه گیریهای لازم برای تخمین پهنای باند صورت می گیرد. پارامترهای اندازه گیری شده عبارتند از نرخ میانگین بار موجوداندازه گیری شده ($M_{measured}$) و واریانس آن($\sigma^2_{measured}$). با داشتن نرخ حداکثر درخواست جدید، (P_{new}) وبا استفاده از روشی که در ادامه می آید، مقدار نرخ میانگین درخواست جدید، تخمین زده می شود. این مقدار تخمین زده شده(Estimated Mean Rate (EMR نامیده شده است. با استفاده از پارامترهای اندازه گیری شده و مقدار EMR به دست آمده، از طریق رابطه زیر مقدار پهنای باند تخمینی یا C_{est} محاسبه می شود:

$$C_{est} = M_{measured} + EMR_{new} + a'_{PLR}\sqrt{\sigma^2_{measured}} \qquad (۳)$$

a'_{PLR} همانند a' در معادله (۲) محاسبه می شود.

۲-۲- محاسبه پنجره اندازه گیری

پنجرهٔ اندازه گیری یا W به عنوان بازهٔ زمانی که اندازه گیری‌های لازم از بار موجود، برای به دست آوردن پارامترهای لازم، در آن صورت می پذیرد، تعریف شده است. بر مبنای روشی که در [۱۰] ارائه شده است؛ در اینجا از رابطه زیر، برای محاسبه طول پنجره اندازه‌گیری استفاده شده است:

$$W = \max(DTS, W') \qquad (۴)$$

در این رابطه DTS (Dominant Time Scale) معادل با مدت زمانی می باشد که در طی آن بیشترین احتمال وقوع سرریز وجود دارد. در [۱۱] یک روش سیستماتیک برای به دست آوردن DTS با اندازه گیری بلادرنگ ارائه شده است. این روش فرض کرده است که پروسه ورودی در نقطه مالتی پلکسینگ، دارای توزیع گوسین می‌باشد. همانطور که در [۱۱] محاسبه شده است DTS تابعی از نرخ میانگین و واریانس بار موجود در کانال و متوسط طول صف خروجی می باشد.

W' چنانکه در [۱۲] آمده است به صورت زیر تعریف می شود:

$$W' = \frac{h_{avg}}{N_{active}} \qquad (۵)$$

که درآن N_{active} تعداد منابعی است که به صورت همزمان فعال هستند و h_{avg} میانگین طول فعالیتشان می باشد.

با توجه به این که در روش پیشنهادی فرض شده است؛ برپایی یک سرویس جدید و خاتمه آن به نود ورودی سیگنال دهی می شود؛ میانگین طول مدت زمان فعالیت منابع، به آسانی قابل به دست آمدن می باشد.

۲-۳- محاسبه EMR

در این بخش نحوهٔ بدست آوردن تخمینی از نرخ بیتی میانگین درخواستهای جدید، یعنی EMR، با استفاده نرخ بیتی حداکثر شرح داده می‌شود. برای این منظور نخست باید ضریبی که Ratio نامیده شده است؛ محاسبه شود. یک متغیر برای نگهداری مجموع Peak

Rate های درخواستهای از قبل پذیرفته شده، تعریف شده است. این متغیر Total-Peak-Rate نامیده شده است. همان طور که گفته شد؛ زمانی که یک درخواست جدید می رسد؛ این درخواست میزان نرخ بیتی حداکثر خود را به نود مرزی اعلام می کند. در صورتی که درخواست جدید پذیرفته شود؛ میزان Peak Rate این درخواست جدید، با متغیر Total-Peak-Rate به صورت زیر جمع می شود:

$$Total\text{-}Peak\text{-}Rate = Total\text{-}Peak\text{-}Rate + (Peak\ Rate\ of\ the\ new\ connection) \quad (۶)$$

زمانی هم که هر یک از درخواست‌های از قبل پذیرفته شده، خاتمه می یابد، با توجه به اعلام این اتفاق به نود مرزی، Peak Rate این سرویس از متغیر Total-Peak-Rate کاسته می شود:

$$Total\text{-}Peak\text{-}Rate = Total\text{-}Peak\text{-}Rate - (Peak\ Rate\ of\ the\ terminated\ connection) \quad (۷)$$

در هر یک از پنجره‌های زمانی، نرخ بیتی میانگین ارسال تودهٔ جریان‌های موجود در لینک، اندازه گیری می‌شود. بوسیله این مقدار که $M_{measured}$ نامیده شده است، و مقدار Total-Peak-Rate ، متغیر Ratio با استفاده از عبارت زیر محاسبه می شود:

$$Ratio = \frac{M_{measured}}{Total-Peak-Rate} \quad (۸)$$

با استفاده از رابطه بالا می توان نتیجه گرفت که Ratio همواره در بازهٔ زیر قرار دارد:

$$0 < Ratio \le 1$$

Ratio در صورتی ۱ می شود که تمامی جریانها با نرخ حداکثر انتقال خود شروع به ارسال داده کنند. میانگین استفادهٔ هر یک از درخواستهای از قبل پذیرفته شده از کانال $Ratio \times PeakRate$ می باشد. در اینجا فرض می شود که درخواست جدید هم به طور متوسط به همین نسبت پهنای باند را مورد استفاده قرار می دهد. بنابراین EMR درخواست جدید با استفاده از رابطه زیر محاسبه می-شود:

$$EMR_{new} = Ratio \times PR_{new} \quad (۹)$$

برای جلوگیری از تغییرات شدید Ratio، میانگین مقادیر بدست آمده از Ratio در N پنجرهٔ زمانی آخر بدست می آید. در اینجا از یک آرایه چرخشی با N عنصر، برای نگهداری مقادیر بدست آمده برای Ratio استفاده شده است. این آرایه دارای اندیسی به نام m می باشد. وظیفه این اندیس تعیین مکانی از آرایه می‌باشد که مقدار جدید Ratio باید در آن قرار گیرد. مقدار اولیه ای که برای متغیر m در نظر گرفته شده است،۱ می‌باشد. هر بار که در یک پنجرهٔ زمانی، مقدار جدیدی برای Ratio محاسبه می شود، بعد از قرار گرفتن Ratio در مکان m، یک واحد به مقدار m افزوده می شود. با این کار m به مکان بعدی که Ratio در دفعه بعد باید در آن قرار گیرد؛ اشاره می کند. در صورتی‌که مقدار m برابر با N+1 بشود، به جای N+1، مقدار ۱ در m قرار داده می شود. با این کار m دوباره از اول آرایه شروع به پر کردن عناصر آرایه می کند. مقدار Ratio با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$Ratio = \frac{1}{N} SoR \quad (۱۰)$$

عناصر این آرایه در ابتدا با صفر مقدار دهی شده است. علت تعریف و استفادهٔ از متغیر SoR کاهش پیچیدگی محاسباتی بدست آوردن مقدار جدید Ratio می باشد. در صورتی که از متغیر SoR(Sum of Ratio) استفاده نشود، هر بار که مقدار جدیدی برای Ratio محاسبه می شود، بعد از قرار دادن این مقدار جدید در آرایه، باید مجموع تمامی عناصر آرایه محاسبه شود وآنگاه میانگین آنها را بدست آورد. SoR ، در صورتی‌که اندیس آرایه m باشد، با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{aligned} &SoR = SoR - Array[m] + Ratio_{new} \\ &Array[m] = Ratio_{new} \\ &m = (m+1) \quad \text{mod} \quad N \end{aligned} \quad (۱۱)$$

با استفاده از متغیر SoR هر بار تنها با یک جمع و تفریق ساده می توان مجموع تمامی ضرائب Ratio را که در N پنجرهٔ زمانی آخر، بدست آمدند را حساب کرد.

۲-۴- معیار کنترل پذیرش درخواست

برای تعیین قابل پذیرش بودن یا نبودن یک درخواست جدید، از رابطه زیر استفاده شده است:

$$\begin{aligned} &If \quad (C_{est} \times RMF) \le C_{total} \quad Admit \\ &If \quad (C_{est} \times RMF) > C_{total} \quad \text{Re}\,ject \end{aligned} \quad (۱۲)$$

در رابطه (۱۲) C_{est} معادل با پهنای باند تخمین زده می باشد و C_{total} هم کل پهنای باند موجود لبه به لبه است. RMF ضریبی برای کنترل و مدیریت نحوهٔ پذیرش درخواستهای جدید می باشد. این ضریب می تواند نوع سیاست مدیر شبکه را برای تخصیص پهنای باند نشان دهد. با استفاده از این ضریب می‌توان یک سیاست محافظه کارانه یا برعکس یک سیاست باز را در تخصیص منابع سیستم در نظر گرفت.

۲-۵- نحوهٔ محاسبه RMF

برای محاسبه ضریب Resource Management Factor (RMF) ، مدیر شبکه باید مقداری را تحت عنوان Target Link Utilization (TLU) تعریف کند. TLU مقداری است که مدیر شبکه با توجه به سطح کیفیت سرویس درخواستی و اهمیت آن، آن را تنظیم می کند. به عنوان مثال در شبکه ای که کیفیت سرویس در درجه دوم اهمیت قرار دارد و مهم حداکثر استفاده از منابع شبکه می باشد؛ می توان TLU را مقدار نسبتا بالایی قرار داد. مثلا ۹۵٪ و در شبکه ای که کیفیت سرویس در درجه نخست اهمیت قرار دارد و میزان استفاده از منابع شبکه در درجه دوم اهمیت می باشد؛ می توان TLU را با مقدار کمتری، مثلا ۶۰ یا ۷۰ درصد تنظیم کرد.

ضریبی به نام Link Utilization Factor (LUF) تعریف می شودکه با استفاده از ضریب TLU از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\begin{aligned} &If \quad (LU < TLU) \quad LUF = 0 \\ &Else \quad LUF = 1 + LU - TLU \end{aligned} \qquad (۱۳)$$

LU همان مقدار Link Utilization می باشد ، که در آخرین پنجره زمانی اندازه گیری شده است.

برای دخالت دادن Packet Loss Rate در تنظیم RMF، فرض می شود که هر منبع در شبکه، دارای یک مقداری تحت عنوان Target Packet Loss Rate (TPLR) می‌باشد که حد بالای نرخ اتلاف بسته‌ها و میزان کیفیت سرویس درخواستی را مشخص می کند. اگر PLR میزان اتلاف بسته ها را در آخرین پنجره زمانی، نشان دهد، آنگاه Packet Loss Rate Factor (PLRF) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} &If \quad (PLR < TPLR) \quad PLRF = 0 \\ &Else \quad PLRF = 1 + PLR - TPLR \end{aligned} \qquad (۱۴)$$

RMF از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$RMF = e^{PLRF} \times e^{LUF} \qquad (۱۵)$$

با توجه به رابطه (۱۵)، زمانی که مقدار PLR از TPLR بیشتر شود؛ مقدار RMF به سرعت (با توجه به نمایی بودن آن) زیاد می شود و مانع از پذیرش درخواستهای جدید می شود. از طرفی دیگر زمانی که LU بیشتر از TLU می شود، باز هم مقدار RMF به سرعت زیاد شده و از پذیرش درخواستهای جدید ممانعت به عمل می‌آورد. نکته مهم رابطه (۱۵)، این می‌باشد که ضریب LUF قبل از اینکه نرخ اتلاف بسته در شبکه زیاد شود؛ عمل می‌کند. این قابلیت در این رابطه موجب ایجاد یک ضریب اطمینان، برای ممانعت از اتلاف بسته‌ها می شود. در صورتی که PLR از TPLR فراتر رود؛ ضریب PLRF به صورت نمایی زیاد می شود. زیاد شدن PLRF سبب دو برابر شدن سرعت زیاد شدن RMF می شود و در نتیجه احتمال پذیرش درخواستهای جدید بسیار ضعیف می شود.

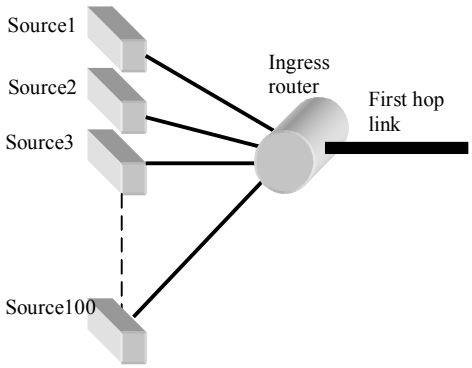
نکته‌ای که در مورد رابطه (۱۵) شایان توجه می باشد این است که، تمامی الگوریتم های کنترل پذیرش درخواست به دنبال حداکثر کردن میزان استفاده از منابع شبکه و حفظ محدودیت‌های کیفیت سرویس می باشند. با توجه به پارامترهای موجود در این رابطه، می‌توان با تنظیم دقیق آنها این دو هدف را تامین کرد.

۳- شبیه سازی

برای ارزیابی و سنجش کارآیی روش ارائه‌شده برای کنترل پذیرش درخواست، از نرم افزار شبیه‌ساز NS استفاده شده است[۱۳]. توپولوژی مورد استفاده برای پیاده سازی سناریوی مورد نظر، توپولوژی dumbbell بوده که در شکل (۱) نشان داده شده است.

تعداد صد منبع، در توپولوژی مورد نظر در نظر گرفته شده است که وظیفه تولید ترافیک، در شبکه را بر عهده دارند. تعداد پنج اسلات برای بافر خروجی در نظر گرفته شده است.

سناریوی مورد نظر برای دو ترافیک مختلف اجرا گردیده است. ترافیک اولی که به‌کار رفته است، ترافیک VoIP می‌باشد. برای مدل کردن این نوع ترافیک، از پارامترهایی که در [۱۴] ارائه شده؛ استفاده شده است.



شکل(۱): توپولوژی مورد استفاده درشبیه سازی

برای این منظور از مدل منبع Exponential ON/OFF، که زمانهای ON و OFF آن به صورت نمایی توزیع شده اند، استفاده شده است. میانگین طول مدت پریودهای ON و OFF به ترتیب برابر ۱/۰۰۴ و ۱/۵۸۷ ثانیه می‌باشد. حداکثر نرخ انتقال در زمان ON بودن منبع برابر با ۶۴kbps در نظر گرفته شده و حد بالای نرخ اتلاف بسته ها یعنی PLR در این حالت معادل یک درصد در نظر گرفته شده است. طول مدت برقراری ترافیک منبع، یک عدد تصادفی با توزیع نرمال و میانگین ۳۰۰s می‌باشد.

ترافیک نوع دومی که برای ارزیابی کارآیی الگوریتم پیشنهادی به کار رفته است، ترافیک ویدئو کنفرانس می باشد. برای مدل کردن این ترافیک از H.263 coded که در [۱۵] پیشنهاد شده است، استفاده

شد. H.263 به طور وسیعی برای مدل کردن ترافیک ویدئو کنفرانس مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱۶]. نرخ حداکثر ارسال این ترافیک برابر ۳۳۲/۸ kbps می باشد. نرخ میانگین ارسال این ترافیک هم kbps ۶۴ می باشد. میانگین طول مدت فعالیت منبع، یک متغیر تصادفی نرمال با میانگین ۱۸۰ ثانیه در نظر گرفته شد. حد بالای نرخ اتلاف این منبع هم ۰/۱ درصد تعیین شد. پروسه فعال شدن که برای منابع مولد هر دو ترافیک، در نظر گرفته شده است، یک پروسه پوآسون می باشد.

۴-نتایج حاصل از شبیه‌سازی

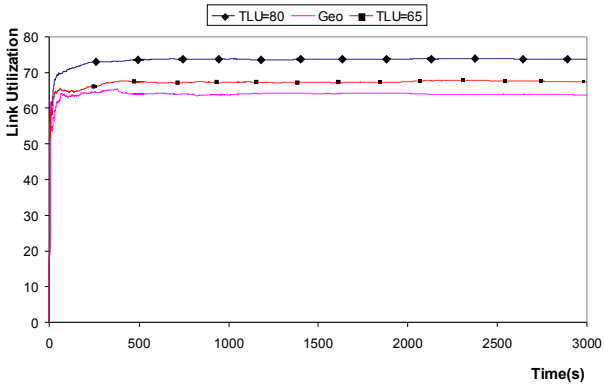
همانطور که گفته شد؛ الگوریتم پیشنهادی، برای دو ترافیک مختلف شبیه‌سازی شده‌است. نتایج حاصل از این شبیه‌سازی، با نتایج حاصل از شبیه‌سازی روشی که در [۱۷] ارائه شده؛ مقایسه شده است. برای نام-گذاری روش ارائه شده در [۱۷] از عنوان Geo استفاده شده است. در ادامه در بخش‌های ۴-۱ و ۴-۲ این نتایج آورده شده‌است.

۴-۱- نتایج حاصل به ازای ترافیک ویدئو کنفرانس

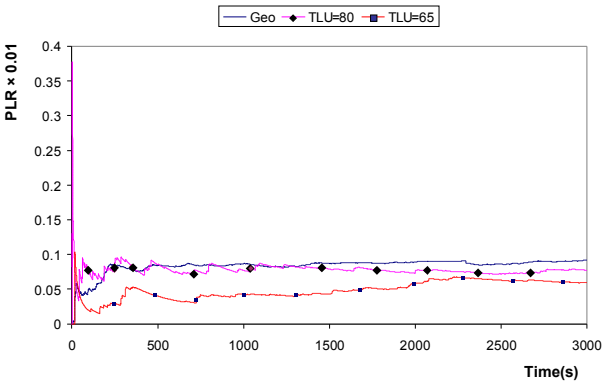
نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی برای ترافیک ویدئو کنفرانس، به ازای دو مقدار متفاوت۸۰ و۶۵ برای پارامتر TLU در ادامه آورده شده است.

شکل (۲) میزان بهره‌وری از کانال را برای Geo و حالت‌های TLU= ۶۵ و TLU=۸۰ نشان می‌دهد. همانطور که از شکل پیداست در اینجا بیشترین میزان بهره‌وری برای حالت TLU= ۸۰ و سپس TLU=۶۵ به دست آمده‌است. در حالت TLU= ۶۵ میزان بهره‌وری تقریبا برابر با ۶۵٪ شده است. ولی در حالت TLU= ۸۰ به علت محدودیتی که در میزان اتلاف بسته ها وجود دارد؛ میزان بهره‌وری از کانال، به ۸۰٪ نرسیده است.

در شکل (۳) میزان اتلاف بسته‌ها در هر سه حالت نشان داده شده است. در اینجا کمترین میزان اتلاف بسته ها به ترتیب برای حالت‌های TLU=۶۵ ، TLU= ۸۰ وGeo به دست آمد. اتلاف بسته‌ها در الگوریتم پیشنهادی به این خاطر کمتر می باشد که این الگوریتم قبل از زیاد شدن میزان اتلاف بسته‌ها، از پذیرش درخواست‌های جدید خودداری میکند. ولی Geo با زیاد شدن این پارامتر واکنش نشان می-دهد.

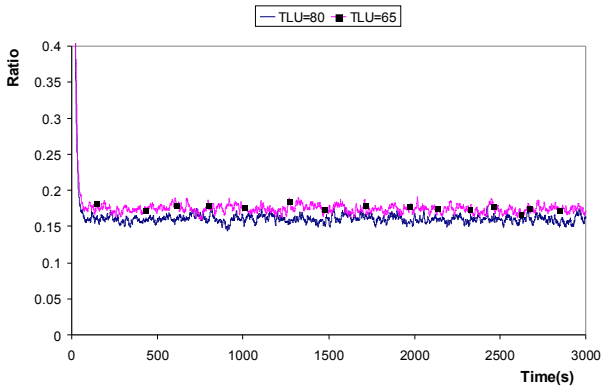


شکل(۲): مقایسه میزان بهره‌وری از کانال



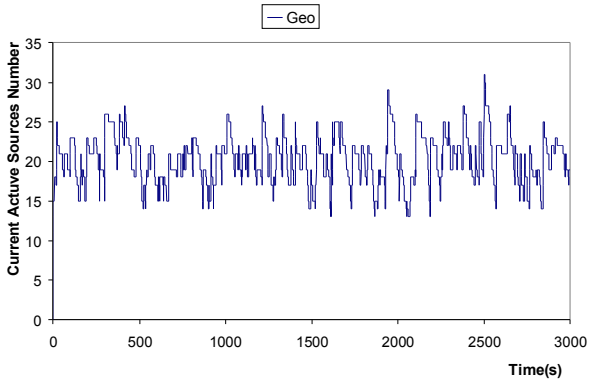
شکل(۳): میزان اتلاف بسته‌های به‌دست‌آمده

تغییرات ضریب Ratio در شکل(۴) نمایش داده‌شده‌است. همانطور که از شکل پیداست؛ این ضریب در دراز مدت دارای مقدار تقریبا ثابتی می‌باشد.

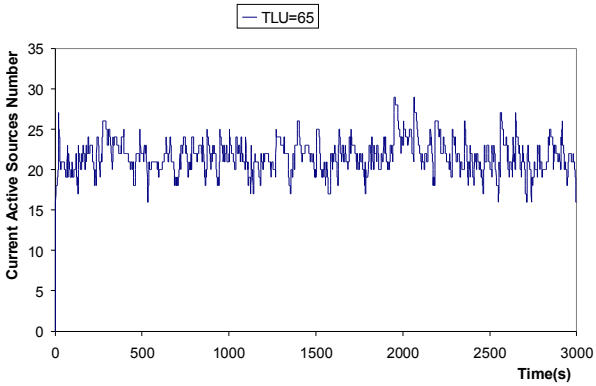


شکل(۴): تغییرات ضریب Ratio

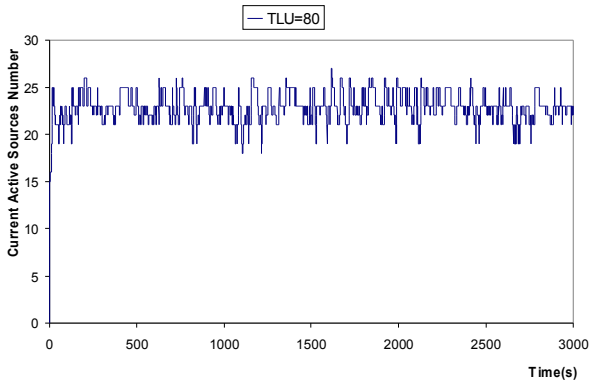
شکل‌های ۵ تا ۷، تعداد منابع فعال را در هر لحظه، نشان می‌دهند. تعداد منابع فعال، در هر دو حالت الگوریتم پیشنهادی، تقریبا از Geo بیشتر می‌باشد. این امر موجب به‌دست‌آمدن بهره‌وری بیشتر شده است. ولی نوسانات Geo بیشتر بوده که منجر به افزایش احتمال اتلاف بسته ها شده است.



شکل(۵): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای Geo



شکل(۶): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای TLU= ۶۵



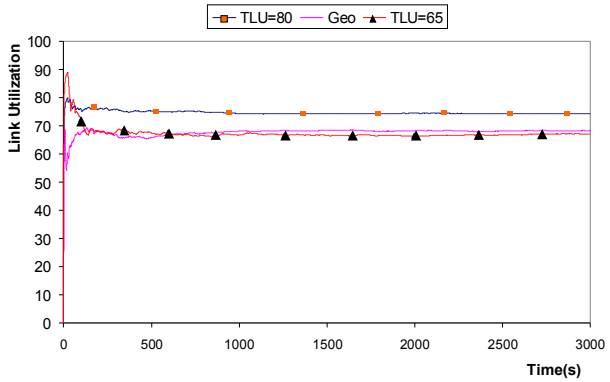
شکل(۷): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای TLU= ۸۰

۴-۲- نتایج حاصل به ازای ترافیکVoIP

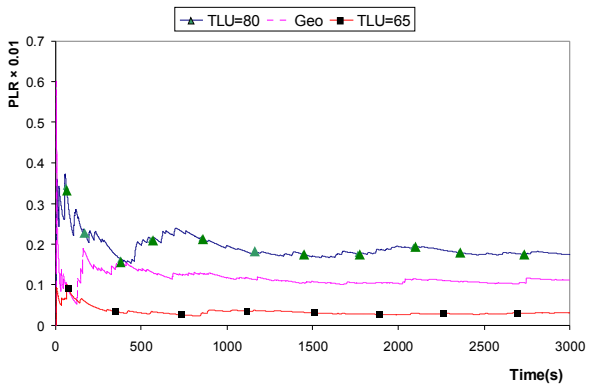
شکل‌های ۸ تا ۱۳ نتایج حاصل از شبیه‌سازی روش پیشنهادی و Geo را برای ترافیک VoIP نشان می‌دهند.

شکل (۸) میزان بهره‌وری از کانال را برای هر سه حالت نشان می-دهد. با توجه به شکل، مشخص است که حالت TLU= ۸۰ بیشترین میزان بهره‌وری از کانال را نتیجه داده است. این پارامتر برای Geo و حالت TLU= ۶۵ تقریبا یکسان می‌باشد.

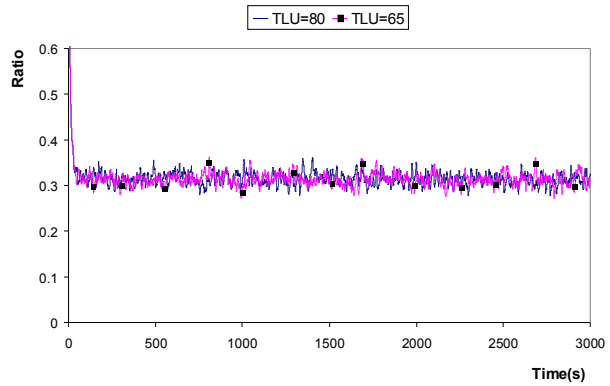
میزان اتلاف بسته‌ها برای سه حالت در شکل (۹) نشان داده شده است. TLU= ۸۰ بیشترین میزان اتلاف را داشته است. کمترین میزان اتلاف هم مربوط به TLU= ۶۵ می‌باشد. با توجه به اینکه Geo و TLU= ۶۵، میزان بهره‌وری تقریبا یکسانی داشته‌اند؛ کاهش قابل توجهی در میزان اتلاف بسته‌ها در TLU=۶۵، به وجود آمده است.



شکل(۸): مقایسه میزان بهره‌وری از کانال



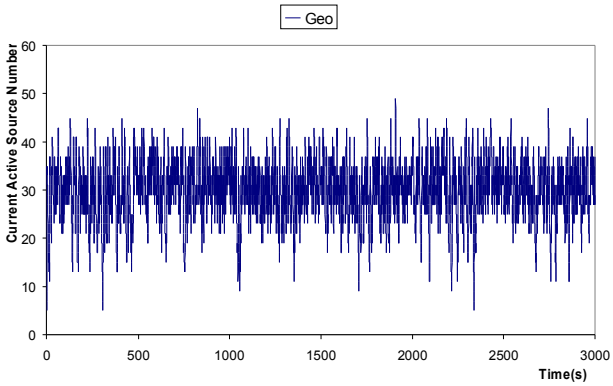
شکل(۹): میزان اتلاف بسته‌های به‌دست‌آمده



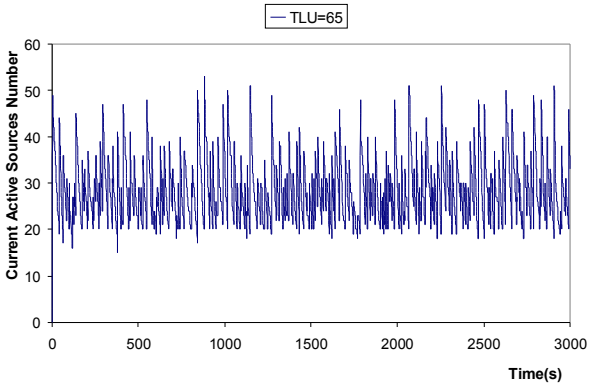
شکل(۱۰): تغییرات ضریب Ratio

شکل (۱۰) تغییرات ضریب Ratio را برای TLU= ۸۰ و TLU=۶۵ نشان می‌دهد. در این حالت هم، این ضریب در هر دو حالت، مقدار یکسانی را به خود می‌گیرد. ثابت ماندن این ضریب در حالات مختلف، نشان دهنده دقیق بودن این تخمین می‌باشد.

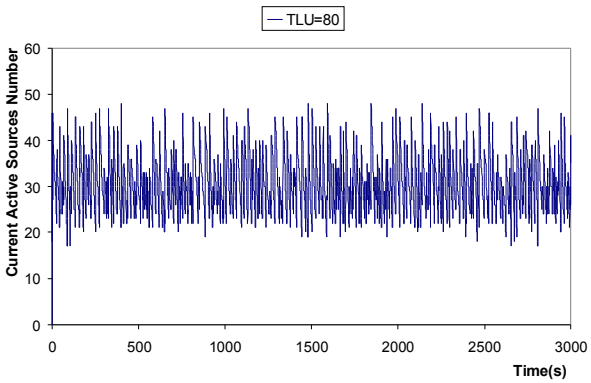
شکلهای ۱۱ تا ۱۳ ، تعداد لحظه‌ای منابع فعال را نشان می‌دهند. در این حالت هم، به طور متوسط TLU= ۸۰ بیشترین منابع فعال را دارد و Geo بیشترین تغییرات تعداد منابع فعال را دارا می باشد.



شکل(۱۱): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای Geo



شکل(۱۲): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای TLU= ۶۵



شکل(۱۳): تعداد لحظه‌ای منابع فعال برای TLU= ۸۰

۵- نتیجه گیری

در مقاله حاضر، الگوریتم جدیدی برای کنترل پذیرش درخواست در شبکه‌های IP Diffserv، بر مبنای روشهای اندازه‌گیری ارائه شده است. الگوریتم ارائه شده، این توانایی را دارد که میزان بهره‌وری از پهنای باند کانال را، تا آنجا که محدودیت‌های کیفیت سرویس اجازه می‌دهد؛ مطابق با خواست مدیر شبکه تنظیم کند. میزان اتلاف بسته‌ها که از اجرای این الگوریتم ناشی می‌شود؛ نسبت به الگوریتم‌های مشابه، با بهره‌وری یکسان از پهنای باند، خیلی کاهش می‌یابد. علت این اتفاق به این خاطر می‌باشد که الگوریتم‌های دیگر نسبت به زیاد شدن نرخ اتلاف بسته‌ها واکنش نشان می‌دهند. ولی این الگوریتم می‌تواند با پیش‌بینی احتمال زیاد شدن سرریز از پذیرش درخواستهای جدید خودداری کند.

مراجع

[1] Jamin S., Danzig P. B., Shenker S. J., Zhang L. A, "Measurement-Based Admission Control Algorithm for Integrated Service Packet Networks". IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 5, no. 1, February 1997.
[2] Grossglausser M., Tse D. N. C., "A Framework For Robust Measurement Based Admission Control". IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 7, no. 3, June 1999.
[3] Gibbens R. J., Kelly F., "Measurement-Based Connection Admission Control". 15th International Teletraffic Congress, June 1997.
[4] Gibbens, R. J., Kelly, F. P., Key, P. B., "A Decision-Theoretic Approach to Call Admission Control in ATM Networks". IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 13, no. 6, August 1995.
[5] Breslau, L., Jamin, S., Shenker, S., "Comments on the Performance of Measurement-Based Admission Control Algorithms". In Proceedings of INFOCOM 2000, vol. 3.
[6] Differential Services (DiffServ) Workgroup. http://www.ietf.org/html.charters/diffservcharter. Html
[7] S. Floyd "Comments on Measurement-based Admission Control for Controlled-Load Services", July 1996, Lawrence Berkeley Laboratory Technical Report.
[8] R. Guerin, H. Ahmadi, and M. Naghshieh., "Equivalent Capacity and its Application to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, September 1991.
[9] D. Eun and N. Shroff., "A Measurement-Analytic Approach for QoS Estimation in a Network Based on the Dominant Time Scale", IEEE/ACM Transactions on Networking, April 2003.
[10] S. Belenki., "An Enforced Inter-Admission Delay Performance-Driven Connection Admission Control Algorithm", ACM SIGCOMM 2000.
[11] D. Eun and N. Shroff., "A Measurement-Analytic Approach for QoS Estimation in a Network Based on the Dominant Time Scale", IEEE/ACM Transactions on Networking, April 2003.
[12] M. Grossglauser and D. Tse., "A Framework for Robust Measurement-Based Admission Control", IEEE/ACM Transactions on Networking, June 1999.
[13] K. Fall and K. Varadhan., "The ns manual", (www.isi.edu/nsnam/ns/ns_doc.pdf).
[14] C. Chuah, L. Subramarian, and R. Katz., "Furies: A Scalable Framework for Traffic Policing and Admission Control", May 2001, U.C Berkeley Technical Report No. UCB/CSD-01-1144.
[15] http://www-tkn.ee.tu-berlin.de/research/trace/trace.html
[16] M. Diaz, D. Garduno, T. Gayraud and S. Owezarski., "Multimedia Multicast Protocols Based on Multimedia Models", MMM 2001.
[17] Stylianos Georgoulas,Panos Trimintzios, George Pavlou and Kin-Hon Ho., "Measurement-based Admission Control for Real-time Traffic in IP Differentiated Services Networks",ICT2005.