بهبود کارایی شبکه‌های موردی با استفاده از الگوریتم تأییدیه تأخیری پویا در پروتکل SCTP

سید مصطفی طباییان[1]، مهدی‌آقا صرام[2]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه یزد، دانشکده برق و کامپیوتر

[2] عضو هیئت‌علمی دانشگاه یزد، دانشکده برق و کامپیوتر

سیدمصطفی طباییان، mostafatabaiyan@stu.yazd.ac.ir

چکیده

SCTP یک پروتکل قابل اطمینان لایه‌ی انتقال است که از ویژگی‌های برتر دو پروتکل TCPو UDP و همچنین از ویژگی‌های برتر دیگری مانند Multi-homing و انتقال داده‌ها از طریق چند جریان بهره می‌برد. پروتکل‌هایی همچون SCTP باقابلیت اطمینان کافی در انتقال داده به‌عنوان راه‌حلی برای افزایش گذردهی و همچنین کارایی شبکه موردی بی‌سیم مطرح گردیده است. تصادم بسته‌های پاسخ و داده در شبکه‌های بی-سیم موردی باعث کاهش کارایی و افزایش تأخیر ارسال بسته‌ها در یک کانال ارتباطی می‌گردند. در این مقاله یک الگوریتم بهبود یافته‌ی تأییدیه تأخیری پویا برای حل مشکل ذکر شده ارائه می‌نماییم. این الگوریتم به دلیل کاهش ارسال بسته‌های پاسخ برای یک مقصد یا منبع مشترک و کاهش برخرودها نقش بسزایی در افزایش کارایی شبکه ایفا می‌کنند. این الگوریتم در شبیه‌ساز NS-2 پیاده سازی شده ومقادیر گذردهی و تأخیر بسته‌های بدست آمده با پروتکل‌های دیگر مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد.

۱- مقدمه

شبکه‌های بی سیم موردی[1] شامل مجموعه‌ای از نودها می‌باشند که هرکدام می‌توانند خود میزبان یا مسیریاب باشند. نودها به طور مستقیم بدون هیچ نقطه دسترسی با همدیگر ارتباط دارند و سازمان دهی خاصی نداشته و می‌توان انها را در یک توپولوژی دلخواه قرار داد. مهمترین ویژگی این نوع شبکه‌ها توپولوژی متغیر و پویای آنها می‌باشد. ویژگی‌های دیگری نظیر امکان اتصال و استفاده آسان کاربران جدید از شبکه و هزینه کمتر نسبت به اتصالات کابلی توسط شبکه های بی سیم موردی ارائه شده است. علاوه بر این شبکه‌های موردی امکان دسترسی به هر پایگاه داده یا هر کاربردی که در شبکه قرار دارد را فراهم می‌نمایند.

یکی از پروتکل‌های لایه انتقال مورد استفاده در شبکه‌های موردی پروتکل TCP می‌باشد. TCP یک پروتکل اتصال گرا و قابل اطمینان در انتقال داده می‌باشد. بیشتر انواع TCP مزایای بسیاری را در شبکه های بی سیم ارائه می دهند. یکی از اساسی‌ترین مشکلات شبکه‌های بی‌سیم گم شدن بسته‌ها می‌باشد، که این امر به علت نرخ بالای گم شدن هایی است که به وسیله شرایط ضعیف پخش شدن بیت[2] ناشی می‌شوند. شبکه های بی سیم دارای ویژگی های خاصی مانند زمان تاخیر بالا، نرخ بالای گم شدن بسته ها و پهنای باند متغیر هستند که باعث ناسازگاری توانایی های بسیاری از مدل های پروتکل TCP می‌شوند. بخاطر وجود این محدودیت ها، شبکه با تولید یک جریان از ترافیک سنگین و نامنظم واکنش داده که باعث استفاده ناکارا از پهنای باند موجود می‌شود[1].

پروتکل SCTP یک پروتکل قابل اطمینان، پیام گرا برای انتقال داده‌ها می‌باشد که از چندین جریان در یک اتصال لایه انتقال (association) در SCTP، پشتیبانی می‌کند. همچنین این پروتکل امکان ارتباط از طریق چندین رابط شبکه برای یک سیستم یا میزبان را فراهم می‌نماید که ویژگی multi-home نامیده می‌شود. این مشخصات، پروتکل SCTP را برای کاربردهایی که نیاز به کارایی بالاتر و قابل اطمینان تر دارند، شایسته تر می‌نماید[2].

---

[1] Ad-hoc networks

[2] bit poor conditions spread

Archive of SID
www.SID.ir

مشکل اساسی دیگر، شکست مسیر[۳] در شبکه‌های موردی به دلیل جابجایی نودهاست که موجب تحریک مکانیزم کنترل ازدحام TCP گشته و در نتیجه باعث کاهش شدید کارایی و افزایش بیش از حد تأخیر جریان TCP می‌گردد. ارسال پیام‌های تایید یکی از مصرف کنندگان دائمی پهنای‌باند کانال بی سیم بوده و طبعاً در صورت وقوع تصادم در کانال دو چندان می‌گردد. در این مبحث هدف اصلی ارائه یک الگوریتم موثر درشبکه‌های موردی با قابل اطمینان و کارایی بالای انتقال داده در قیاس با روش‌های پیشین می‌باشد. برای این منظور ما از پروتکل SCTP برای پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی تأییدیه انتخابی در شبکه‌ی موردی استفاده می‌نماییم[3,4]. الگوریتم ارائه شده شامل یک الگوریتم تأییدیه پویا[۴] بوده که پیاده‌سازی آن با استفاده از شبیه‌ساز NS-2 صورت گرفته و پارامترهای گذردهی و تأخیر ارسال بسته در قالب نمودارهای استاندارد ارائه می‌گردد.

در [5] Aljubari و همکاران مشخصه‌های ضعیف کانال بی‌سیم را به عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش کارایی پروتکل TCP را در شبکه‌های بی-سیم چندگامی بیان نموده‌اند. در این پژوهش پاسخ[۵] بسته‌های ارسالی به عنوان یکی از عوامل اصلی مصرف کننده کانال معرفی شده که می‌توانند گذردهی پروتکل TCP مانند بسته‌های داده‌ی اضافی در کانال کاهش دهند. همچنین عامل اصلی دیگر برخورد بسته‌های تأییدیه(پاسخ) وبسته‌های داده در مسیر یکسان در یک کانال می‌باشد. در [5] یک الگوریتم تأخیری وفق‌پذیر برای حل این مشکل ارائه شده که به صورت چشمگیری کارایی پروتکل TCP را افزایش می‌دهد. در [6] chen وهمکاران کاهش کارایی پروتکل TCP در شبکه‌های چندگامی بی‌سیم را براساس دوعامل پنجره ازدحام و کنترل ترافیک شبکه براساس استفاده نادرست از پهناباند یا کانال موجود در شبکه بیان و اقدام به ارائه راه حل‌هایی برای افزایش کارایی و گذردهی براساس مشکلات بیان شده نموده‌اند. از جمله ارائه روش تأییدیه انتخابی مجتمع که می‌تواند برای چندین بسته تنها یک بسته پاسخ(تأییدیه) ارسال نماید. همچنین در [7] براساس مشکل تصادم و ایجاد ازدحام و برخورد بسته‌های پاسخ در کانال الگوریتم تأییدیه تأخیری موجود در پروتکل TCP بهبود یافته و براساس شبیه-سازی‌های ارائه شده باعث افزایش کارایی در شبکه می‌گردد. در [8] Takemoto و همکاران از الگوریتم تأییدیه انتخابی برای حل مشکل تصادم بسته‌ها در مسیر استفاده نموده‌اند که این الگوریتم امکان ارسال چندین پاسخ برای یک بسته براسس بسته‌های موجود در کانال را فراهم می‌کند. در [8] تنها خروجی مفید[۶] براساس این الگوریتم مورد بررسی قرار گرفته و در شبیه‌ساز QualNet پیاده‌سازی شده است و نیازمند بررسی دقیق‌تر در زمینه‌ی گذردهی و تأخیر بسته‌ها می‌باشد.

۲. . تصادم[۷] بسته‌ها در یک کانال بی‌سیم

احتمال تصادم بسته در شبکه‌های بی سیم با تعداد نودها متناسب است و به علت تصادم زیاد بسته‌ها، گذردهی شبکه به شدت کاهش می‌یابد[9]. در این حالت روش تشخیص تصادم بسته‌ها[۸] مؤثر عمل نمی‌کند. پس روش دیگری به نام اجتناب از تصادم بسته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش تشخیص تصادم، نود ارسال کننده منتظر یک اتفاق مانده و پس از وقوع آن اعلام تصادم می‌نماید ولی در روش اجتناب از تصادم، سرعت ارسال را به مقدار محدود شده‌ای کاهش می‌دهد. این روش همانند محدود کردن سرعت در بزرگراه‌ها در ساعت شلوغی می‌باشد که برای جلوگیری از تصادف در نظر گرفته شده است. ولی در روش دیگر منتظر وقوع تصادف بوده و سپس باید سرعت را به یکباره کاهش داد. استفاده دائمی ازروش اجتناب از تصادم باعث کاهش حداکثر پهنای باند قابل استفاده شده و پهنای باند را در حد کمتری نسبت به مقدار در دسترس نگه می‌دارد. نهایتاً این امر باعث کاهش کارایی شبکه و کانال ارتباطی می‌گردد و به همین دلیل استفاده از این روش فقط در شرایط خاصی توصیه می‌گردد.

در لایه‌ی انتقال کنترل تصادم بسته، گم شدن بسته‌ها و کنترل جریان‌ها بر عهده‌ی پروتکل‌های لایه‌ی انتقال مانند TCP و SCTP می‌باشد. این پروتکل‌ها دارای مکانیزم‌هایی مانند کنترل ازدحام و کنترل جریان بوده که وظیفه‌ی کنترل کیفیت وقابلیت اطمینان انتقال داده‌ها را برعهده دارند. نودها از پیام تأییدیه برای پاسخ بسته‌های ارسالی استفاده می‌نمایند و این بسته‌ها در جهت مخالف با یک کانال بی‌سیم مشترک انتقال می‌یابند، در نتیجه باعث افزایش تصادم در کانال می‌شوند.

۳. روش تایید با تأخیر پویا[۹] برای شبکه‌های موردی

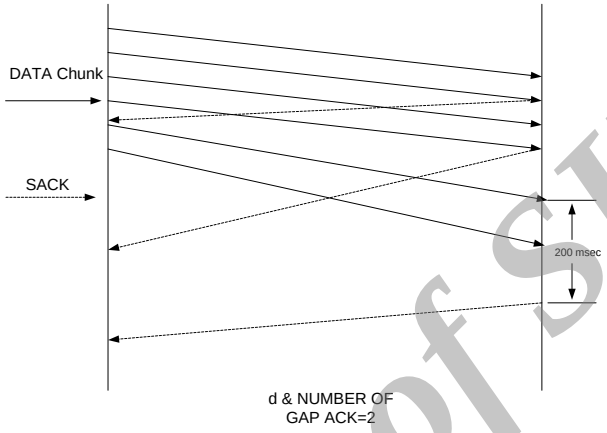
---

[۳] Route Failure
[۴] Dynamic ack
[۵] Ack
[۶] Goodput
[۷] Collision
[۸] Packet-Collision detection
[۹] Dynamic Delayed Acknowledgment

Archive of SID
www.SID.ir

این روش براساس پاسخ به وسیله تایید انتخابی[10] برای قطعه‌های داده عمل می‌کند. اگر بسته آماده‌ی ارسال بعدی، شامل چند شماره مرتب متوالی باشد، می‌توان یک پیام تأخیری تایید تجمعی[11] تولید و دریافت چند بسته را به یکباره تایید نمود. این پیام تایید، حداقل برای تعداد دو بسته تولید می‌گردد و نهایتاً موجب کاهش تعداد پیام تایید انتخابی (SACK) و کاهش تصادم می‌گردد.

در شکل ۳ نمونه‌ای از این روش براساس پاسخ برای دو بسته نشان داده شده است، که این حالت در پروتکل SCTP به وسیله‌ی متغیر DELAYED_SACK_TRIGGER تعریف شده، که این متغیر مانند شکل ۳ دارای مقدار اولیه ۲ می‌باشد.



شکل ۳- عملکرد تایید دارای تأخیر دینامیک

شکل ۳ مثالی از روش تایید با تأخیر پویا را برای ارسال تایید دو بسته نشان می‌دهد. زمانی که بسته‌ی دوم به شکل صحیح دریافت نگردد و ۲۰۰ میلی ثانیه (RTO اولیه بدست آمده) از دریافت یک بسته سپری شود، تنها یک بسته تایید انتخابی (SACK) برای تایید بسته اول ارسال می‌شود.

الگوریتم بهبود یافته به صورت زیر می‌باشد:

```
Case(Connection Status) of
    SCTP_COOKIE_ECHO:
        Last_Tsn = SctpDataChunk* -> Initial_Tsn
        ----
        break
    SCTP_STATE_STABLISHED:
        IF Last_Tsn <0 then
        Begin
                Last_Tsn = (SctpDataChunk *)->uiTsn
        End
        IF data packet Received then
        Begin
            number of packet not acked = TSN of Received packet - Last_Tsn
            if      number of packet not acked<2   then d=1
            else if number of packet not acked <4  then   d=2
            else if number of packet not acked<8   then   d=3
            else  if  number of packet not acked<16 then d=4
            else then  d=5
        End
```

[10] SACK
[11] cumulative ack

Archive of SID
www.SID.ir

```
DELAYED_SACK_TRIGGER = d
If not using Delayed SAcks then
Begin
    /*so generate sack immediately*/
    State of sack chunk needed = true
end
Else then  change Sack Chunk With New Size  generate sack
End
```

الگوریتم پیشنهادی فوق روش ارائه شده برای تایید انتخابی با تأخیر پویا در شبکه‌ی سیار موردی را بیان می‌کند. در این الگوریتم شماره اولیه ترتیبی انتقال (First Transfer Sequence number) ذخیره می‌شود(Last_Tsn) و در وضعیت پایدار ارتباط اگر بسته‌ای دریافت شود، تعداد بسته‌هایی که هنوز تایید نشده را با استفاده از اختلاف بین شماره ترتیبی اولیه ذخیره شده و شماره ترتیبی انتقال بسته‌ی دریافت شده بدست می‌آورد. با استفاده از این روش تعداد بسته‌هایی(d) که باید همراه با بسته SACK تأیید شوند، مشخص می‌گردد.

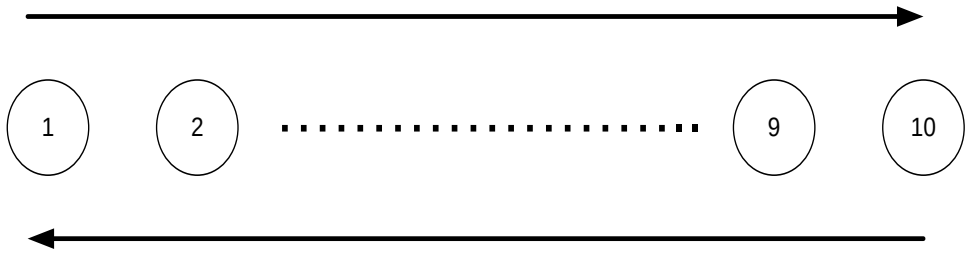
در سمت گیرنده زمان دریافت بسته قبلی ذخیره شده و با مقدار زمان رفت و برگشت بسته قبلی مقایسه می‌گردد و اگر این مقدار از مقدار آستانه مشخص شده بیشتر باشد و بسته‌ای که دریافت شده حاوی شماره‌ی ترتیبی انتقال تجمعی باشد، پس Last _Tsn به شماره تریب انتقال کنونی بروز رسانی می‌شود. بنابراین کاهش ارسال بسته تایید موجب کاهش احتمال تصادم بسته‌ها در یک کانال ارتباطی بی‌سیم می‌گردد.

۴. . شبیه سازی

برای بررسی میزان تأثیر گذاری دو الگوریتم ارائه شده، در این مقاله به ارزیابی پروتکل‌های TCP و SCTP و پروتکل ارائه شده، با استفاده از شبیه ساز NS-2 می‌پردازیم. شبیه‌سازی با استفاده از دو توپولوژی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. برای هر توپولوژی دو نمودار بیان کننده‌ی چگونگی گذردهی و تأخیر ترسیم شده است. همچنین مقادیر میانگین تأخیر و گذردهی جریان‌های هر پروتکل در شبیه‌سازی دوم توسط جدولی بیان شده است. سه پروتکل TCP، SCTP و Proposed SCTP(پروتکل ارتقاء یافته براساس الگوریتم پیشنهادی) مورد بررسی قرار گرفته است.

۴.۱. شبیه‌سازی توپولوژی اول(توپولوژی زنجیری[۱۲]) :

در شبیه‌سازی اول از توپولوژی زنجیری شکل ۱ استفاده می شود[۱۰و۱۱]. در این توپولوژی از ۱۰ نود با محدوده‌ی ارسال ۲۵۰ متر، پروتکل 802.11b و AODV، همراه با نرخ ۱۱ مگابیت در ثانیه استفاده می‌شود. مدت شبیه‌سازی ۳۰۰ ثانیه و با استفاده از شبیه‌ساز NS-2.35 پیاده سازی می‌شود.

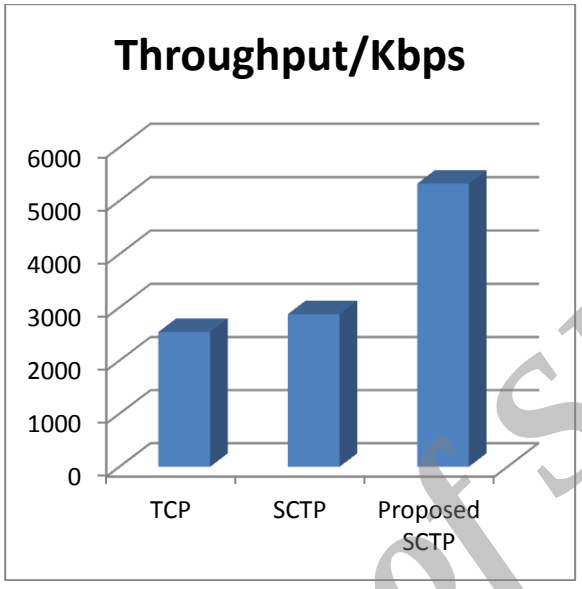


شکل ۱- توپولوژی زنجیری

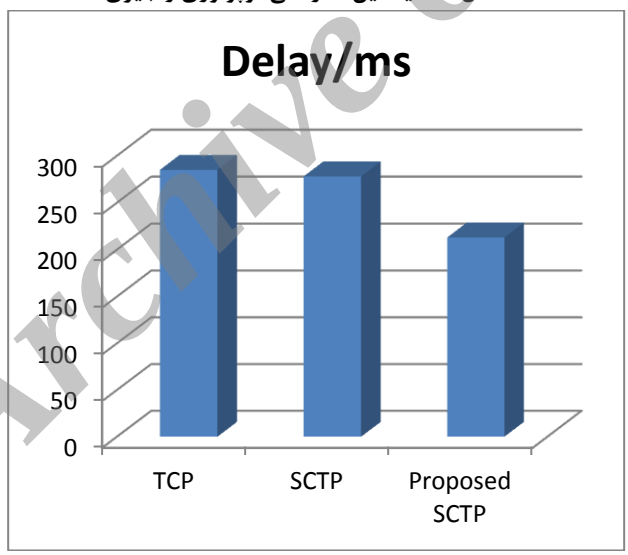
[۱۲] chain topolgy

Archive of SID
www.SID.ir

در این توپولوژی از دو جریان داده در جهت مخالف استفاده می‌گردد. مقدار میانگین گذردهی و گذردهی هر دوجریان برای سه پروتکل ذکر شده در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲- میانگین گذردهی توپولوژی زنجیری



شکل ۳- میانگین تأخیر توپولوژی زنجیری

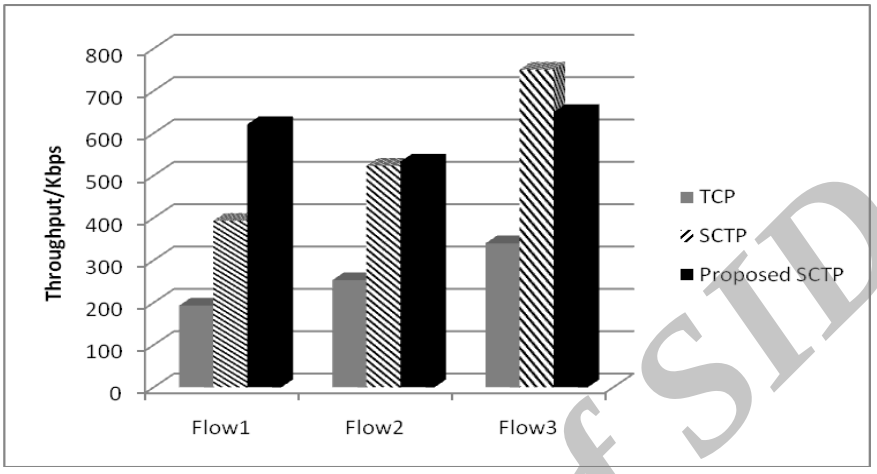
با توجه به نمودار شکل‌های ۲ و ۳ گذردهی پروتکل SCTP نسبت به پروتکل TCP بالاتر بوده و روش پیشنهادی (proposed SCTP) گذردهی بیشتری نسبت به دو پروتکل دیگر ارائه می‌دهد و میانگین تأخیر بسته‌ها در شبکه کاهش می‌یابد. در روش پیشنهادی به دلیل استفاده از روش تأیید با تأخیر پویا پاسخ چند بسته را به صورت یک پاسخ مجتمع ارسال می‌نماید، در نتیجه بجای اینکه چندین بسته از کانال مشترک به صورت همزمان استفاده نموده و باعث افزایش ازدحام و تصادم در شبکه گردند تنها یک بسته از تمام امکانات موجود کانال می‌تواند استفاده نماید پس مقدار بسته‌های ارسال شده در پاسخ بسیار کمتر بوده و با توجه به ترافیک کمتر تأخیر بسته‌ها نیز کاهش می‌یابد.

۴.۲. شبیه‌سازی توپولوژی چهارم:

در این توپولوژی از محیطی با نرخ داده ۱۱ مگابیت،ترافیک عبوری ftp، مساحت ۵۰۰*۱۵۰۰ مترمربع، پروتکل مسیریابی AODV، دارای ۵۰ نود

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده می‌نماید که سه نود به یک نود در سمت دیگر شبکه، جریان داده را ارسال می‌نمایند در این شبیه‌سازی برای ارسال از سه جریان داده تک جریانی استفاده می‌شود. نودها با سرعت متوسط ۵ متر برثانیه در حال حرکت می باشند. در شکل ۴ نمودار مقایسه‌ای برای سه جریان در سه پروتکل نمایش داده شده است که اثر ارسال برای یک مقصد محاسبه و نشان شده است.



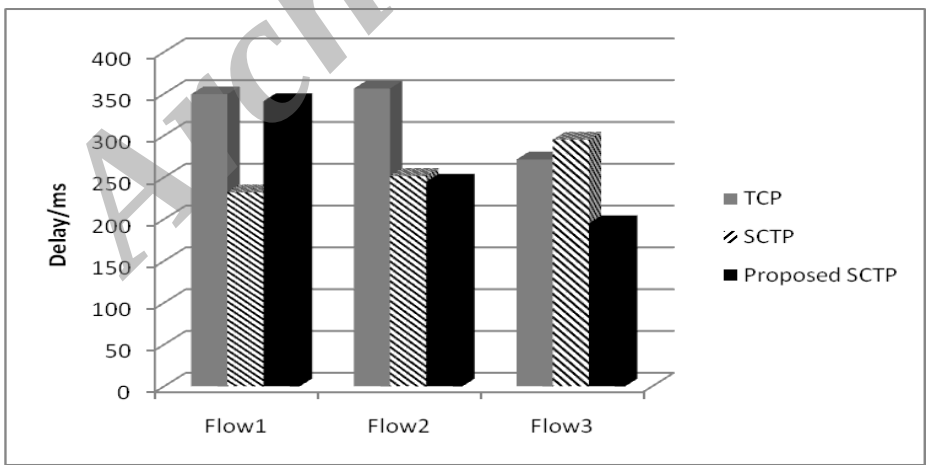
شکل ۴- نمودار میانگین گذردهی درتوپولوژی دوم

در جدول ۱ نیز میانگین گذردهی و تأخیر برای این توپولوژی محاسبه و بیان شده است.

همچنین در شکل ۵ تأخیر بسته‌ها در شبکه برای هر جریان و هر سه پروتکل محاسبه و براساس نمودار رسم شده است.

جدول ۱ میانگین گذردهی و تأخیر بسته ها برای همه جریان ها در پروتکل های متفاوت در توپولوژی چهارم

پروتکل	TCP	SCTP	Proposed SCTP
میانگین گذردهی [Kbps]	۲۶۲	۵۵۵	۶۰۱
میانگین تأخیر بسته‌ها(میلی ثانیه)	۲۳۹	۲۱۹	۲۰۷



شکل ۵- نمودار میانگین تأخیر بسته‌ها در توپولوژی چهارم

در این توپولوژی سه جریان از سه نود مجزا به یک نود ارسال می‌شوند که در TCP هرکدام از این جریان‌ها می‌توانند برهم تأثیر گذاشته و باعث تغییر گذردهی در شبکه می‌شوند. روش ارائه شده درهنگام ارسال چندین تأییدیه همرمان برای بسته‌های متفاوت تنها یک بسته پاسخ برای مقصد ارسال نموده و باعث کاهش تعداد بسته‌های پاسخ شده و در کاهش تصادم و ترافیک شبکه موثر عمل می‌کند.

Archive of SID
www.SID.ir

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نمودارها و جداول بدست آمده در این فصل می‌توان نتیجه گرفت که روش ارائه شده نسبت به دو پروتکل SCTP و TCP بهتر عمل نموده و نه تنها در افزایش گذردهی بلکه در کاهش تأخیر ارسال بسته‌ها نیز موثر است. الگوریتم ارائه شده از روش تأیید انتخابی پویا برای کاهش ترافیک ارسالی و تصادم بسته‌ها در شبکه استفاده می‌کند. این الگوریتم از ارسال بسته‌های پاسخ متعدد در شبکه جلوگیری نموده و احتمال تصادم بسته‌ها(بسته‌ها پاسخ با یکدیگر و بسته‌های پاسخ و داده در جهت مخالف) را کاهش می‌دهد. در دو توپولوژی ذکر شده، این الگوریتم به درستی عمل نموده و در افزایش گذردهی و کاهش تأخیر موثر عمل می‌کند. پس روش ارائه شده می‌تواند تا ده درصد در افزایش کارایی موثر عمل نماید.

مراجع:

[1]. Doo-Won Seo, Hyuncheol Kim," Design of SCTP-SCF",IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.8 No.4, April 2008

[2]. Aydin, Shen,"Performance Evaluation of Concurrent Multipath Transfer Using SCTP Multihoming in Multihop Wireless Networks", 8th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, pp. 234 - 241, July 2009

[3]. R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. Schwarzbauer, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L. Zhang, and V. Paxson, "Stream Control Transmission Protocol", RFC4960 , Oct. 2007

[4]. Jinyang Shi,Yuehui Jin,Hui Huang, Dajiang Zhang," Experimental performance studies of SCTP in wireless access networks",International Conference on Communication Technology Proceedings,pp 392-395, vol 1, april 2003

[5]. Al-Jubari, A. M., & Othman, M. 2010,"A new delayed ACK strategy for TCP in multi-hop wireless networks", International Symposium in Information Technology (ITSim), (Vol. 2, pp. 946-951).

[6]. chen .B, I.marsic, R.Miller, 2008," Issues and Improvements in TCP Performance over Multihop Wireless Networks",Sarnoff Symposium, 2008 IEEE

[7]. Li, M., Lukyanenko, A., Tarkoma, S., & Yla-Jaaski, A. 2013. The Delayed ACK evolution in MPTCP. In Global Communications Conference (GLOBECOM), (pp. 2282-2288). IEEE.

[8]. Takemoto, Y., Funasaka, J., Teshima, S., Ohta, T., and Kakuda, Y. 2009, " SCTP performance improvement for reliable End-to-end communication in ad hoc networks", International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, (pp. 1-6).

[9]. N. Sengottaiyan, R. Somasundaram, S. Arumugam,2010. "A Modified Approach for Measuring TCP Performance in Wireless Adhoc Network", International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing (ARTCom),pp 267 - 270, 16-17 .

[10]. Scheuermann, B., Lochert, C., and Mauve, M. (2008), "Implicit hop-by-hop congestion control in wireless multihop networks" Ad Hoc Networks, 6(2), 260-286

[11]. Suvarna, B., Krishna Kishore, K. V., Parimala, G., and Prathap Kumar, R. 2014, " Performance estimation of DSR, DSDV and AODV in TCP, UDP and SCTP" International Conference on Optimization, Reliabilty, and Information Technology (ICROIT), (pp. 195-198). IEEE.

Archive of SID

www.SID.ir