



A New CAC Method for IEEE802.11 Access Point based on Session Initiation Protocol

Mohammad Dawood Frotan¹, Mohammad Shah Omid²

Abstract

Call admission control CAC in wireless networks has been receiving a great deal of attention during the last two decades due to the growing popularity of wireless communications. CAC method plays central role in QoS provisioning in terms of the signal quality, call blocking and dropping probabilities, packet delay, jitter, loss rate and bandwidth. Due to the limited capacity of the network, making more calls through the network which increases the transmission delay and packet delay and cause a decline in service quality. So, in this project considering the network capacity, Call Admission Control prevents the new Calls to Provide the appropriate service. It is difficult to detect the access point capacity, so we use a simple CAC method in this thesis, according to ACK Failure rate in Access Point. ACK Failure rate is equal to failed ACK in a unit time which indicates network congestion. In the proposed project the module is on OpenSip software and it receives the values of errors from access point and makes decision for SIP server whether to accept or reject the calls. The results show that the proposed method of call admission control provides appropriate quality to users.

Keywords: Call admission control, Packet delay, Jitter, Packet loss rate, IEEE 802.11.

¹ Computer Science Faculty, Kateb University, Kabul, Afghanistan, md.frotan@kateb.edu.af

² Computer Science Faculty, Kateb University, Kabul, Afghanistan, m.shah.omid@kateb.edu.af



ارائه روشی جهت کنترل پذیرش تماس برای نقطه دسترسی IEEE802.11 مبتنی بر پروتکل شروع جلسه

محمد داوود فروتن^۱، محمد شاه امید^۲

چکیده

در دو دهه گذشته، کنترل پذیرش تماس (CAC)^۱ در شبکه بی سیم، به علت محبوبیت، توجه زیادی را به خود جلب کرده و در ارتباطات بی سیم رشد بیشتری داشته است. شیوهی CAC نقش مرکزی در تأمین کیفیت سرویس از نظر کیفیت سیگنال، مسدود کردن و حذف تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته و پهنای باند ایفا می کند. با توجه به محدود بودن ظرفیت شبکه، برقراری تماس بیش از اندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته ها می شود و می تواند باعث افت کیفیت سرویس گردد؛ از این رو، در این مطالعه تلاش شده است با کنترل پذیرش تماس، با توجه به ظرفیت شبکه، از تماس تازه وارد جلوگیری شده و امکان برقراری تماس با کیفیت سرویس مناسب فراهم شود. با توجه به سخت بودن تشخیص ظرفیت نقطه دسترسی، در این مقاله روش ساده‌ی کنترل پذیرش تماس مبتنی بر اندازه‌گیری نرخ خطای تصدیق^۲ در نقطه دسترسی ارائه می شود. نرخ خطای تصدیق برابر با تعداد تصدیق‌های دریافت نشده در واحد زمان و نشانگر ازدحام شبکه است. در پروژه پیشنهادی، ماژولی برای نرم افزار OpenSip طراحی شده است که مقادیر خطاها را از نقطه دسترسی دریافت نموده و طبق آن به سرور پروتکل شروع جلسه (SIP)^۳ جهت تصمیم‌گیری برای رد یا پذیرش تماس کمک می کند. نتایج نشان می دهند که طبق روش پیشنهادی، کنترل پذیرش تماس کیفیت تماس مناسبی برای کاربران ارائه می کند.

واژگان کلیدی: کنترل پذیرش تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته‌ها، IEEE802.11.

^۱ پوهنیار کمپیوتر ساینس، دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان.

md.frotan@kateb.edu.af شماره تماس: ۰۷۲۸۲۳۱۸۰۱

^۲ پوهنیار، کمپیوتر ساینس، دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان.

m.shah.omid@kateb.edu.af شماره تماس: ۰۷۲۹۰۰۸۳۱۲

³ Call admission control

⁴ Acknowledgment

⁵ Session initiation protocol

شبکه‌های بی‌سیم بر پایه استاندارد IEEE802.11 روشی کاربردی و کم‌هزینه به‌وسیله خدمات تلفن سیار هستند. امتیازات شبکه بی‌سیم در مقایسه با شبکه محلی سیمی، که نقاط دسترسی را به یکدیگر متصل می‌کند، عبارت‌اند از سهولت گسترش و توسعه، پوشش بهتر و وسیع‌تر و قابلیت متحرک بودن کاربر. چنین شبکه بی‌سیمی ظرفیت ایجاد ستون فقرات بی‌سیم در مقیاس تجاری یا سازمانی برای حمایت کاربران صدا از طریق پروتکل اینترنت (VOIP)^۱ سیار دارند. هنگامی که چنین سناریوهایی در همه‌جا گسترش یابند، ظرفیت تحریک کاربران برای استفاده از تلفن‌های VOIP بی‌سیم را، به‌جای تلفن‌های ثابت، به وجود خواهند آورد [۱].

کنترل پذیرش تماس براساس معیار ارزیابی تعریف‌شده‌ای پذیرش یا رد تماس در شبکه را انجام می‌دهد که در واقع، شرایط بارگذاری شبکه را مدنظر قرار می‌دهد.

شیوهی CAC نقش مرکزی را در تأمین کیفیت سرویس از نظر کیفیت سیگنال، مسدود کردن و حذف تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته و پهنای باند ایفا می‌کند. با توجه به محدود بودن ظرفیت شبکه، برقراری تماس بیش از اندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها می‌شود و می‌تواند باعث افت کیفیت سرویس شود.

شبکه‌های ۸۰۲/۱۱ در حال توسعه هستند. فناوری تلفن همراه هوشمند نیز پیشرفت زیادی داشته است و بیشتر تلفن‌های همراه هوشمند به Wi-Fi مجهز هستند؛ در نتیجه، کاربرد VoIP روی ۸۰۲/۱۱ بسیار فراگیر شده است. با در نظر گرفتن روند رشد سریع تلفن‌های همراه و خدمات VoIP، تقاضای فوق‌العاده‌ای برای فناوری‌های بی‌سیم به پشتیبانی VoIP، به‌ویژه در فناوری‌های Wi-Fi، وجود دارد [۲ و ۳].

به‌طور خلاصه، CAC سازوکار مورد استفاده در شبکه‌ها برای مدیریت کیفیت خدمات است [۴]. با محدود کردن تعداد ارتباطات هم‌زمان در سیستمی، کیفیت سرویس بالا و رضایت‌مندی از اتصالات پذیرفته‌شده حاصل می‌شود. برای هر درخواست اتصال، CAC تصمیم رد یا پذیرش کاربر را می‌گیرد. این تصمیم براساس تعداد اتصالات کنونی و مقدار منابع اختصاص داده‌شده به آن‌ها صورت می‌گیرد [۵].

۲. کارهای مشابه

در نسل اول و دوم سیستم‌های بی‌سیم، CAC در محیط سرویس توسعه داده شد و در نسل سوم و فوآر از آن، در سیستم‌های بی‌سیم و خدمات چندرسانه‌ای- از جمله صدا، ویدئو و داده‌ها- با شکل‌های مختلف کیفیت سرویس^۲ ارائه شدند؛ از این رو، CAC با ایده‌های پیچیده‌تری برای کنار آمدن با این تغییرات توسعه یافت. در این قسمت برخی کارهای انجام‌شده در کنترل پذیرش تماس ارائه می‌شوند.

¹ Voice Over Internet Protocol

² Quality of Service





یکی از روش‌ها براساس بررسی مقدار SIR^۱ است که می‌تواند توسط تماس جدید به دست آید. این روش برای رسیدن به کمترین ارزش SIR برای کنترل کیفیت سیگنال قابل پذیرش است. براساس این روش، سیستم، تماس را تنها هنگامی می‌پذیرد که این مقدار بالاتر از کمینه ارزش SIR باشد. طرح‌های مختلف، از جمله دو طرح SIR بر پایه CAC، پیشنهاد شده‌اند. در هر دو طرح، ظرفیت باقی‌مانده (R_k) که در معادله ۱ معیار پذیرش تعریف شده، استفاده می‌شود.

$$R_k = \left| \frac{1}{SIR_{th}} - \frac{1}{SIR_k} \right| \quad (1)$$

که SIR_k اتصال بالارونده^۲ SIR در سلول K (نسبت تداخل سیگنال در سلول K) است، SIR_{th} نیز آستانه^۳ SIR است، که طراحی پارامتر ($SIR_{min} < SIR_{th}$) است. ظرفیت باقی‌مانده (R_k) به صورت دوره‌ای محاسبه شده است و هنگامی که کاربر جدیدی وارد سلول K می‌شود، ایستگاه پایه K، R_k را بررسی می‌کند و اگر بزرگ‌تر از صفر باشد به پذیرفتن تماس جدید اقدام می‌کند، در غیر این صورت تماس جدید رد می‌شود [۶].

مدل جدید دیگر تحلیلی و الگوریتمی کنترل پذیرش کارا برای طرز کار دسترسی تابع هماهنگ توزیع شده IEEE802.11 ارائه شده است. در این مدل هر دو حالت اشباع و غیراشباع شبکه تجزیه و تحلیل شده و اثرات نرخ تنظیم خطا و اندازه ارسال مجدد براساس مدل پیشرفته شبکه زنجیری مارکوف گرفته شده است؛ بنابراین، منابع شبکه می‌توانند به گونه‌ای کارا استفاده شوند. با توجه به تفاوت گذردهی بین حالات اشباع و غیراشباع به عنوان پهنای باند باقی‌مانده موجود، الگوریتم کنترل پذیرشی برای استفاده کارای منابع شبکه طراحی شده است [۷].

طرح CAC ارائه شده، به جای استفاده از SIR برای معیاری برای پذیرش تماس، تخمین احتمال قطع برق ($\Pr(SIR < SIR_{min})$) را معیار پذیرش تماس به کار گرفته است. احتمال قطع برق هر کلاس براساس تعدادی از کاربران در هر کلاس تخمین زده می‌شود و توان به هر کاربر فعال اختصاص داده شده است. احتمال قطع برق با استفاده از عوامل کنترل توان ناقص، توزیع SIR را به گونه‌ای نرمال برآورد می‌کند. تنها در صورتی که احتمال قطع برق هر کلاس پایین‌تر از سطح موردنیاز مربوطه باشد، تماس جدید پذیرش می‌شود [۸].

حفظ کیفیت سیگنال برحسب SIR می‌تواند توسط کنترل بارگذاری شبکه تحقق یابد. باید توجه داشت که اگر تعداد کاربران زیاد شود، SIR کم خواهد بود. طرح‌های CAC بر پایه‌ی بارگذاری برای کنترل تعداد کاربران با استفاده از دو مقدار آستانه M_d و M_v به ترتیب برای کاربران صدا و داده به کار برده شده‌اند. M_d و M_v پارامترهای طراحی هستند که مقادیر نسبی اولویت‌بندی یکی از دو خدمات بر دیگری را تعیین می‌کنند [۹].

¹ Signal Interference Ratio

² Uplink

³ Threshold

طرح CAC برای شبکه‌های چندرسانه‌ای تلفن همراه با استفاده از روش‌های محاسبات نرم، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، قابل استفاده است. شبکه عصبی مصنوعی در CAC، به منظور کاهش احتمال مسدود کردن یا حذف تماس با استفاده از مدل شبکه عصبی استفاده می‌شود که سلول عصبی مورد نیاز در آن فعال می‌شود و نتایج نهایی را تولید می‌کند. براساس نتیجه نهایی، برای پذیرش یا رد تماس، بر پایه پهنای باند قابل دسترس تصمیم گرفته می‌شود [۱۰].

مشکل کنترل پذیرش تماس و تخصیص نرخ با اجرای طرح مدیریت منابع رادیوی ارتباطی، به منظور بهبود عملکرد شبکه، در شبکه‌های بی‌سیم یکپارچه معرفی شده است؛ علاوه بر این، با توجه به نیازهای گوناگون کاربران از نظر قیمت و کیفیت خدمت، آن‌ها قادر به انتخاب شبکه براساس اولویت خود هستند. در سناریوی دو شبکه‌ی رقابتی بی‌سیم، یعنی سامانه ارتباطات سرتاسری تلفن همراه، شبکه‌های بی‌سیم محلی را داریم. کاربران، دو نوع از ترافیک زمان واقعی و غیرواقعی را با شرایط مختلف کیفیت خدمت تولید می‌کنند؛ بنابراین، می‌توان با استفاده از مدل ریاضی برای کنترل پذیرش تماس بر پایه تئوری، مشکل تخصیص نرخ را برطرف نمود. نتیجه مدل پیشنهادی با توجه به نرخ بسته‌ی ازدست‌رفته، زمان تأخیر بسته و احتمال مسدود شدن تماس - در زمانی که نرخ داده‌ها به هر تماس در نقطه حداکثر بازدهی تأمین‌کننده شبکه اختصاص داده شده - کارایی بهتر شبکه را تأمین می‌کند [۱۱].

۳. معرفی پروتکل SIP

پروتکل SIP پروتکل لایه کاربرد و بر پایه متن است که برای آغاز، تغییر و پایان دادن به جلسات توسط IETF استاندارد شده است. در این پروتکل، بخش کنترلی و داده از یکدیگر جدا شده‌اند؛ به گونه‌ای که در انتقال بی‌درنگ داده‌های جلسات چندرسانه‌ای، مانند صوت و ویدئو، SIP نقش هماهنگ‌کننده بین نقاط انتهایی، یافتن طرفین شرکت‌کننده در جلسه و برقراری توافق روی ویژگی‌های جلسه دارد. طراحی این پروتکل به گونه‌ای صورت گرفته است که تا اندازه زیادی از پروتکل لایه انتقال خود مستقل باشد. معماری این پروتکل متشکل از دو نوع نهاد منطقی تحت عنوان عامل کاربر و سرور است [۱۲ و ۱۳].

۴. علل استفاده از طرح‌های کنترل پذیرش تماس

کنترل پذیرش تماس برای تضمین پارامترهای کیفیت تماس - مانند کیفیت سیگنال، احتمال قطع ناگهانی تماس و پارامترهای سطح بسته - استفاده می‌شود. هنگامی که خدمات بسته جهت دار توسط شبکه‌های بی‌سیم ارائه شد، زمینه بیش از اندازه شدن سربار در شبکه را فراهم می‌کند و منجر به تأخیر بسته و نوسانات تأخیر غیرقابل قبول می‌شود. سطح گذردهی در شبکه یا از دست دادن کاربر نیز می‌تواند تا اندازه تحملی ناپذیری کاهش یابد؛ بنابراین، CAC باید برای محدود کردن سطح شبکه، به منظور تضمین پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته (تأخیر بسته، نوسانات تأخیر و گذردهی)، استفاده شود که در



این مورد، تعداد کاربران، منابع قابل دسترس یا برآورد از پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته به عنوان معیار پذیرش استفاده می‌شوند [۱۴].

۵. روش پیشنهادی

با توجه موانع فیزیکی، مانند دیوار و سقف و موانعی مانند تداخل سیگنال‌ها در شبکه بی‌سیم خطاهایی در ارتباط کاربران در اتصال به نقطه دسترسی رخ می‌دهد. نقطه دسترسی، برخی خطاها را در جریان انجام خدمات در مسیر مشخصی ثبت می‌کند؛ مانند پارامترهای زیر:

در این پروژه روش ساده‌ی CAC بر پایه نرخ خطای ACK برای تشخیص ازدحام در شبکه و جلوگیری از تماس اضافی استفاده شده است که به شرح آن می‌پردازیم.

۱-۱. پارامتر Dot11AckFailureCount

این پارامتر از ارتباط میان کاربر و نقطه دسترسی پیدا شده و زمانی افزایش می‌یابد که در زمان مورد انتظار، ACK دریافت نشود و خطا رخ دهد. در واقع زمانی که تعداد کاربران در سیستم زیاد شود، با توجه به موقعیت و تعداد کاربران، مقادیر این پارامتر زیاد شده و به نحوی نشانگر ازدحام در شبکه است. این شمارنده، رخداد ACK ناموفق را از مجموع تمام کاربران ثبت می‌کند؛ اگر مقدار آن در واحد زمان زیاد باشد به معنی وخیم بودن وضع در نقطه دسترسی است. اگر در موقعیتی هستیم که چندین نقطه دسترسی در یک کانال قرار دارد، تصادم سیگنال‌ها نیز اوضاع را بدتر کرده و باز به مقدار خطای ACK اضافه خواهد کرد [۱۵].

هنگامی که کاربران به نقطه دسترسی وصل می‌شوند، با توجه به محدودیت‌های شبکه بی‌سیم، افزایش از دست رفتن بسته‌ها، تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها رخ می‌دهد؛ در نهایت، کیفیت سرویس کاهش می‌یابد.

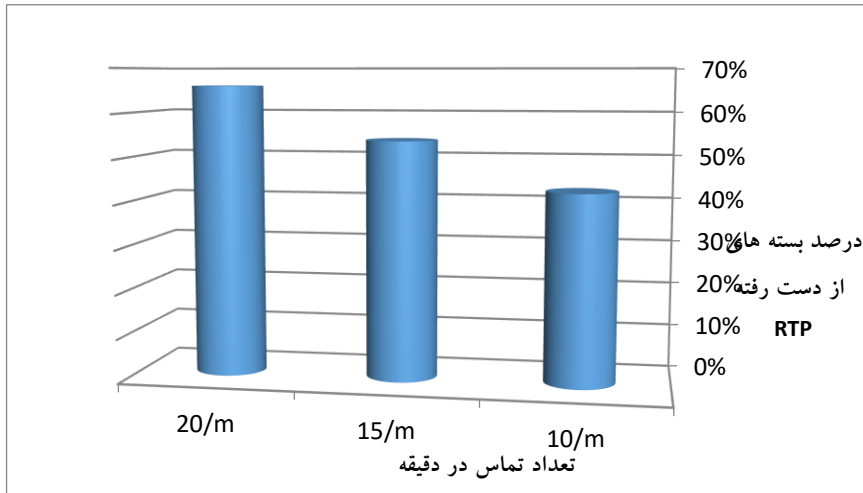
به گونه مشخصی از این پارامتر در ماژول مورد نظر استفاده شده است. سیستم بر پایه این پارامتر مدیریت، اوضاع در شبکه کنترل و زمینه افزایش کیفیت تماس مناسب فراهم خواهد شد. این روش در مباحث بعدی شرح داده می‌شود.

برای وضوح بیشتر، در آزمایشی صد تماس برقرار کردیم؛ ماژول را در حالت غیرفعال قرار دادیم و در هر تماس ۲۰۰ ثانیه مکالمه انجام شد. این آزمایش با سه نرخ ۱۰ تماس در دقیقه، ۱۵ تماس در دقیقه و ۲۰ تماس در دقیقه انجام شده است؛ همچنین، فاصله بین هر دو تماس ۶ ثانیه، ۴ ثانیه و ۳ ثانیه است. با توجه به آزمایش انجام شده در جریان تماسی معمولی، که زمان مکالمه آن ۲۰۰ ثانیه است، تقریباً ۱۰۰۰۰ بسته‌ی RTP^۱ از کاربر منبع به کاربر مقصد انتقال می‌یابد؛ اما این بسته‌ها در شرایطی که تماس‌های بیشتری برقرار شود، به دلیل ازدحام در شبکه، در مسیر راه گم شده و تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد. کاربران با ارسال بسته‌های RTP به

^۱ Real-Time Transport Protocol



یکدیگر ترافیک زیادی ایجاد می کنند و باعث ازدحام در شبکه می شوند. شکل ۱ نشانگر درصد گم شدن بسته ها است.



شکل ۱: بسته های از دست رفته با نرخ تماس متفاوت

۲-۱. شرح کامل ماژول

سازوکار CAC به صورت مجموعه ای از برنامه کلاینت و سرور کدنویسی شده است. روش کار پیشنهادی به این صورت است که با ارسال تقاضای تماس به سرور SIP، ماژول کلاینت میزان نرخ خطای ACK را از نسخه سرور نصب شده روی AP دریافت کرده و براساس آن تماس را قبول یا رد می کند. در ادامه، نحوه ارتباط میان سرور SIP و نقطه دسترسی و ارسال مقادیر پارامتر بررسی خواهد شد.

۱-۲-۱. تفاضل گیری از پارامتر نقطه دسترسی برای تعیین آستانه

در مباحث پیشین یادآور شدیم که ساز و کار CAC بر پایه ی نرخ خطای ACK، به عنوان پارامتر نقطه دسترسی، صورت می گیرد. مقادیر پارامتر نقطه دسترسی توسط سوکت ارتباطی برای تعیین آستانه برای ماژول ارسال شده و به گونه ای تفاضل گرفته شده است که مقدار فعلی خطای ACK از مقدار پیشین آن کسر شده و بر فاصله زمانی یک ثانیه تقسیم می شود. ماژول، طبق معادله ۲ از این مقادیر تفاضل می گیرد.

$$\text{AckFailureRatio} = \frac{\text{current value} - \text{previous value}}{\text{interval}} \quad (2)$$

لحظه تصمیم گیری در ماژول همان لحظه ای است که از نسبت تفاضل معادله ۲ به دست آمده است؛ اگر مقدار به دست آمده، کوچک تر یا مساوی مقدار آستانه مورد نظر باشد، تماس پذیرفته می شود وگرنه رد خواهد شد. اندازه آستانه طبق آزمایش ها طوری تعیین می شود که هم کیفیت خدمات در آن تأمین شود و هم تعداد بیشتری از کاربران از ظرفیت نقطه دسترسی استفاده کنند.



۱-۲-۲. میانگین‌گیری پارامتر نقطه دسترسی

در جریان آزمایش متوجه شدیم گاهی پارامتر، نوسان دارد و این حالت روند تصمیم‌گیری را با مشکل مواجه می‌کند؛ بنابراین، لازم است ماژول را به قدری ملایم نمود. برای رفع این مشکل از نسبت پارامتر در طول زمان به گونه‌ای میانگین گرفته شد که تأثیرگذاری زمان گذشته بیشتر باشد؛ در نتیجه، نوسانات پارامتر بی‌اثر شده و تصمیم‌گیری براساس میانگین صورت می‌گیرد. در نهایت ماژول در شرایطی که کیفیت تماس نامطلوب باشد، تماس را رد کرده و در بقیه موارد، تماس را برقرار می‌کند. برای اینکه ماژول به صورت عادی کار کند از معادله ۳ به گونه‌ای میانگین گرفته شده است که $0.7/0.0$ از مقادیر کنونی و $0.7/0.0$ از مقادیر پیشین را استفاده کند؛ این کار نوسانات پارامتر را کنترل می‌کند. حالا روند تصمیم‌گیری با معادله ۳ انجام می‌شود.

$$\text{avg_failure_ratio} = (\text{alfa} * \text{failure_ratio}) + (1 - \text{alfa}) * \text{avg_failure_ratio} \quad (3)$$

avg_failure_ratio

۱-۲-۳. انتخاب مقدار تصادفی

پس از انجام مراحل گفته شده، علاوه بر میانگین‌گیری، عددی تصادفی نیز برای حل ایراد کار اضافه شده است. گاهی ممکن است زمینه برقراری تماس خوب باشد اما ماژول، به دلیل نوسانات مقادیر پارامتر، تصمیم اشتباه برای رد تماس بگیرد؛ این کار به تماس، که در سرحد آستانه قرار دارد، کمک می‌کند، عدالت را در پذیرش تماس رعایت اجرا و روند تصمیم‌گیری سیستم را آسان‌تر می‌کند. ممکن است با اضافه شدن عدد تصادفی، یک یا دو تماس در سیستم اضافه شود؛ اما در کیفیت تماس‌ها خدشه وارد نمی‌شود.

این مقدار به گونه‌ای انتخاب شده است که مقادیر معین شده بزرگ‌تر از آستانه را به ترتیب به صورت درصدی برای پذیرش تماس انتخاب می‌کند؛ برای نمونه، زمانی که مقدار آستانه را ۵۰ و عدد تصادفی را ۱۰ قرار می‌دهیم، ۹۰٪ احتمال پذیرش تماس با مقدار ۵۱، ۸۰٪ با مقدار ۵۲ و تا مقدار ۶۰ به ترتیب درصد پذیرش تماس کاهش می‌یابد. شکل ۲ شبکه‌کد اعداد تصادفی را نشان می‌دهد.

```
Random Number = 10 ;
if (avg_failure_ratio < Ack_failure_ratio + Random Number)
if (avg_failure_ratio - Ack_failure_ratio > Random Number)
(Request is rejected);
else
(Request is accepted);
if (avg_failure_ratio <= Ack_failure_ratio)
(Request is accepted);
else
(Request is rejected);
```

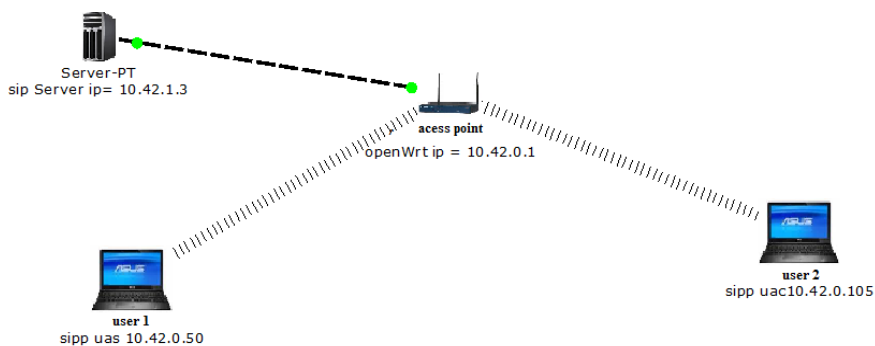
شکل ۲: شبکه‌کد اعداد تصادفی



با توجه به شکل ۲، مقدار اعداد تصادفی ۱۰ عدد در نظر گرفته شده است. اگر میانگین خطای ACK کوچکتر از AFR و عدد تصادفی باشد، تماس پذیرش شده و اگر نتیجه، پس از کسر میانگین از AFR، بزرگتر از مقدار عدد تصادفی شود، تماس رد می‌شود. در قسمت بعدی عدد تصادفی دخالت ندارد. اگر میانگین، کوچکتر و مساوی AFR باشد، تماس پذیرش می‌شود؛ وگرنه رد می‌شود.

۴-۲-۱. ساختار بستر آزمایش

به منظور پیاده‌سازی از یک دستگاه نقطه دسترسی و برای سرور و کاربرهای SIP از سه کامپیوتر استفاده شده است که یک کامپیوتر هسته سرور SIP و دو کامپیوتر، عامل‌های کاربر SIP هستند. شکل ۳ شمای کلی بستر آزمایش را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نمای کلی بستر آزمایش

۳-۳. سناریوی آزمایش

با استفاده از دو کامپیوتر توسط نرم‌افزار SIPp تماس برقرار شده است و تمام ترافیک همگن است. مکالمه صوتی، که ۲۰۰ میلی‌ثانیه است، در فایلی از نوع Pcap ذخیره شده و پس از روند برقراری تماس پخش می‌شود. پس از پایان مکالمه، یکی از کامپیوترها پیام bye می‌فرستد و با ارسال پیام 200 ok، طرف مقابل تماس را تمام می‌کند. این مراحل برای اجرای هر تماس صورت می‌گیرد.

هدف آزمایش، بررسی وضعیت کیفیت تماس، ضمن مشخص نمودن کارایی و ظرفیت نقطه دسترسی است. در هر آزمایش ۱۰۰ تماس با نرخ‌های مختلف، به منظور بررسی کیفیت تماس، برقرار شده است تا به واسطه آن، مقدار مطلوب دریافت شود. مقدار مطلوب برای انجام تماسی همان است که درصد از دست دادن بسته‌ها، تأخیر و نوسانات تأخیر در آن قابل قبول باشد؛ در نهایت، درصد پذیرش تماس‌ها را بررسی می‌کنیم.



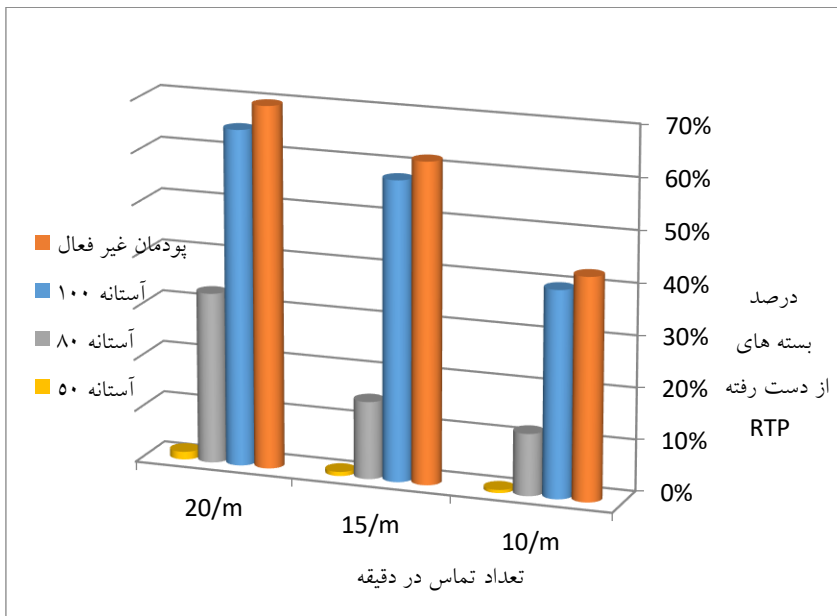
۱-۴. بررسی پارامترهای کیفیت تماس

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده، مواردی که در کیفیت تماس نقش دارند عبارت‌اند از بسته‌های ازدست‌رفته، تأخیر و نوسانات تأخیر که هرچه مقادیر آن‌ها بیشتر شود، کیفیت تماس‌ها پایین می‌آید و هرچه مقادیر آن‌ها کمتر باشد، کیفیت تماس بهتر می‌شود.

۱-۵. بسته‌های ازدست‌رفته

در آزمایش اول، ۱۰۰ تماس برقرار شد و ماژول در حالت فعال قرار داشت. با توجه به شکل ۴ چنین برداشت می‌شود که کیفیت همه تماس‌ها افت نموده و باحالت غیرفعال ماژول فرق چندانی ندارد؛ علت، مناسب نبودن ارزش آستانه و کیفیت تماس نامناسب است.

شکل ۳ مربوط به بسته‌های ازدست‌رفته است؛ مشاهده می‌شود که با نرخ‌های ۱۰ تماس در دقیقه، ۱۵ تماس در دقیقه و ۲۰ تماس در دقیقه و حالت غیرفعال ماژول تا ۷۰٪ بسته‌ها از دست رفته‌اند که علت آن تعداد تماس‌های بیشتر، ازدحام و بیشینه شدن ظرفیت نقطه دسترسی شده که باعث می‌شود نتواند خدمات لازم ارائه کند. در آستانه ۱۰۰ از ۴۲٪ تا ۶۳٪ و در آستانه ۸۰ از ۱۰٪ تا ۳۳٪ بسته‌ها از دست رفته‌اند. طبق آزمایش انجام‌شده، آستانه مطلوب، ۵۰ است که در هر سه نرخ، مقدار بسته‌های ازدست‌رفته، ۱٪ است.

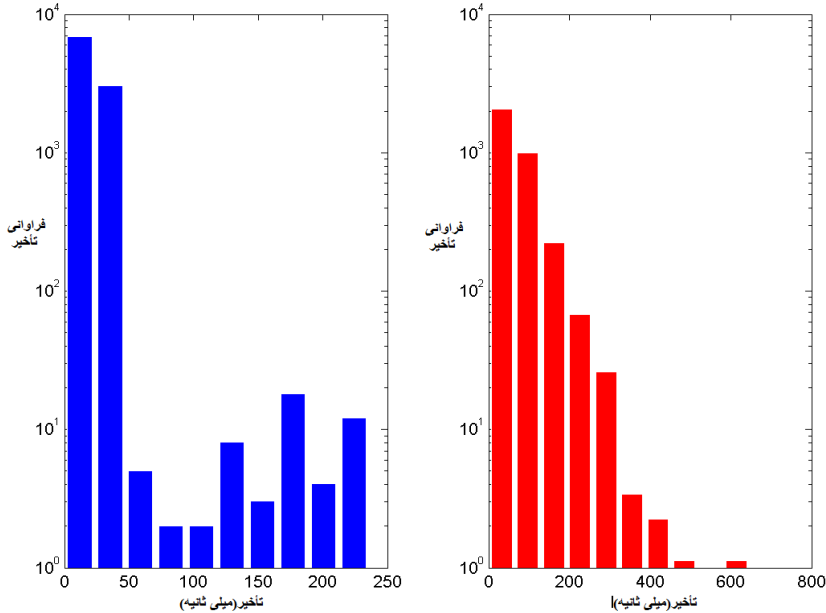


شکل ۴: درصد بسته‌های ازدست‌رفته



۱-۵-۱. تأخیر بسته‌ها

بر اساس آزمایش انجام‌شده، ۱۰۰ تماس با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه به‌خوبی قابل مشاهده است. در شکل ۵ در حالت غیرفعال ماژول، تأخیر بسته‌ها تا مرز ۶۰۰ میلی‌ثانیه هم وجود دارد؛ زیرا تماس‌های بیشتری در شبکه جریان داشته و ترافیک بیش از اندازه به وجود آورده است. در حالت فعال ماژول با آستانه ۵۰ از تأخیرهای بزرگ جلوگیری شده است و در سطح قابل قبولی است.

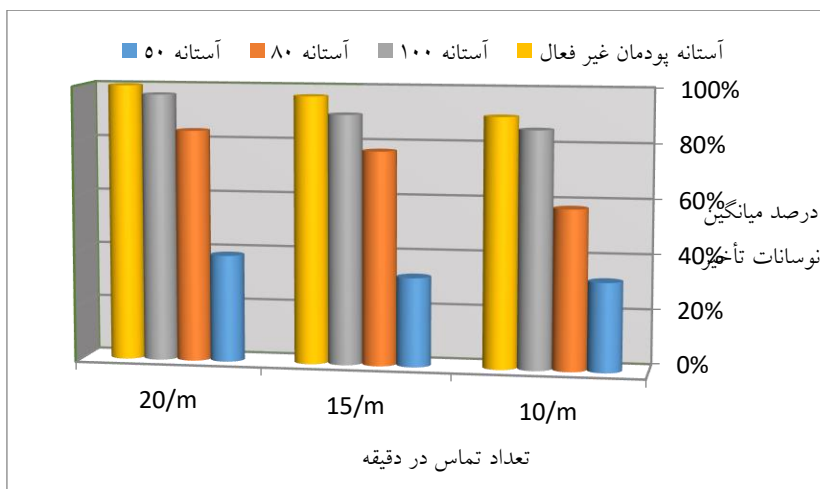


شکل ۵: مقایسه تأخیر بسته‌ها با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه در حالت فعال و غیرفعال ماژول

۱-۵-۲. نوسانات تأخیر

در واقع، نوسانات تأخیر، خطایی زمانی است. این خطا به‌وسیله تأخیرهای بسته‌های RTP به وجود آمده و با توجه به تفاوت‌های تأخیر در حالت فعال و غیرفعال ماژول، در نوسانات تأخیر نیز این تفاوت‌ها مشاهده می‌شود. هرچه تعداد تماس بیشتری پذیرش شده باشد و ترافیک در نقطه دسترسی افزایش یابد، به همان میزان تأخیر و نوسانات تأخیر نیز افزایش می‌یابد. سطح نوسانات تأخیر در آزمایش‌ها با تأخیر بسته‌ها هم‌خوانی دارد؛ یعنی هر قسمت که تأخیر بیشتری داشته باشد، نوسانات تأخیر هم افزایش خواهد یافت. در شکل ۶ درصد میانگین نوسانات تأخیر تمام آزمایش‌ها نمایش داده شده است.





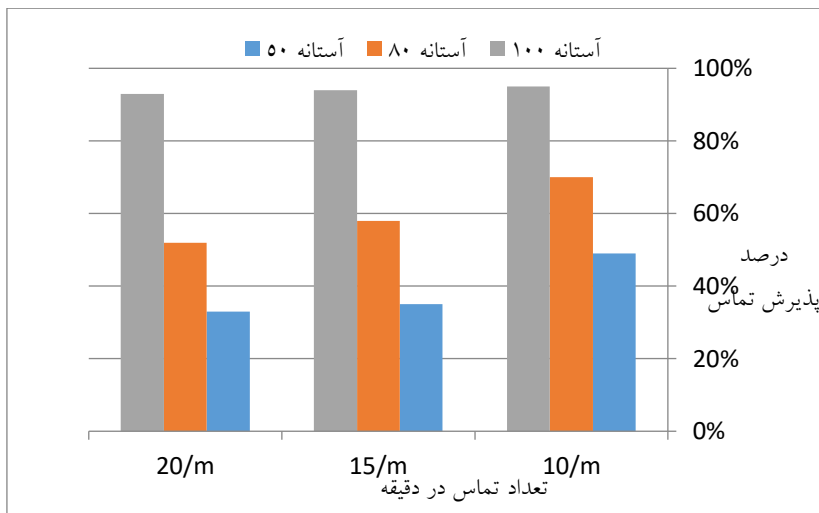
شکل ۶: نوسانات تأخیر چهار آزمایش با نرخ متفاوت

همان گونه که در شکل ۶ مشاهده می شود، نوسانات تأخیر در آستانه ۵۰ با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه، ۳۷٪ است و با حالت غیرفعال ماژول، ۶۳٪ تفاوت دارد. در نرخ ۱۵ تماس در دقیقه، ۶۷٪ و در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه، ۶۲٪ تفاوت نیز مشاهده می شود؛ بنابراین ماژول بهتر عمل نموده، کارایی آن از لحاظ نوسانات تأخیر نیز به اثبات رسیده است و زمینه کیفیت تماس بهتر را فراهم نموده است.

۱-۵-۳. بررسی درصد پذیرش تماس

در قدم نخست یادآور می شویم که ارزش آستانه، همان مقداری است که از نسبت پارامتر نقطه دسترسی به وجود می آید. انتخاب ارزش آستانه با انجام چندین آزمایش برای رسیدن به آستانه مطلوب انجام شده است و درصد پذیرش به آستانه وابسته است. از آنجایی که تصمیم گیری در پذیرش یا رد تماس از نسبت پارامتر نقطه دسترسی گرفته می شود، پذیرش تماس وابستگی مستقیمی با پارامتر دارد. شکل ۷، درصد پذیرش تماس ها با آستانه ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ را نشان می دهد که در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه به ترتیب ۴۹٪، ۷۰٪ و ۹۵٪ پذیرش شده است. با این حساب، رد تماس ها به ترتیب ۵۱٪، ۳۰٪ و ۵٪ اتفاق افتاده است.





شکل ۷: درصد پذیرش تماس‌ها با سه آستانه متفاوت

۶. شرح آستانه مطلوب

با آزمایش‌های انجام‌شده به این نتیجه می‌رسیم که آستانه ۵۰ جواب مطلوب را می‌دهد. روش کار به‌گونه‌ای است که پیش از پذیرش اولین تماس، مقدار آستانه، صفر است. پس از پذیرش اولین تماس، مقدار آستانه بالا می‌رود و پس از پذیرش ۱۸ تماس، پهنای باند نقطه دسترسی کاملاً استفاده می‌شود؛ درعین حال، مقدار آستانه از اندازه تعیین‌شده فراتر می‌رود و تماس‌های بعدی را رد می‌کند. این حالت تا پایان ترتیبی تماس‌های پذیرش‌شده ادامه دارد؛ سپس دوباره تماس جدید را پذیرش نموده و همین چرخه ادامه دارد.

۷. نتیجه‌گیری

نرخ خطای ACK به‌عنوان پارامتر نقطه دسترسی در CAC پیشنهادی کارایی خوبی در مدیریت تماس‌ها داشته است. از نتایج آزمایش‌ها متوجه شدیم که در حالت فعال، ماژول با آستانه مطلوب تا زمان به اشباع رسیدن پهنای باند نقطه دسترسی، تماس‌ها را پذیرش می‌کند و پس از آن تماس‌ها را رد می‌کند؛ درعین حال، پارامترهای سطح بسته-مانند تأخیر، نرخ از دست دادن بسته‌ها و نوسانات تأخیر- قابل قبول هستند. در حالت بدون ماژول، پارامترهای سطح بسته افزایش یافتند و باعث کاهش بیش‌ازاندازه کیفیت تماس شدند؛ اگرچه در این حالت تعداد کمتری از تماس‌ها پذیرش می‌شوند، اما شرایط مناسبی ایجاد شده و کیفیت سرویس نیز تضمین می‌گردد. با استفاده از روش پیشنهادی، زمینه کنترل پذیرش تماس فراهم شده است؛ بنابراین، کیفیت تماس‌ها خوب خواهد بود.



- [1] Eng. Nassar Enad. GH. Muhanna, "Computer Wireless Networking and Communication" International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 2, Issue 8, August 2013.
- [2] Irshad A. Qaimkhani and Ekram Hossain, "Efficient Silence Suppression and Call Admission Control through Contention-Free Medium Access for VoIP in WiFi Networks" IEEE Communications Magazine, Vol. 46, Issue 1, pp. 90-99, 2008.
- [3] J. POURGHASEM, S.kARIMI and S.A.EDALATPANAH, "A survey of Voice Over Internet (Voip) Technology" IJCMSA, vol. 6, no. 3-4, pp. 53-62, 2012.
- [4] Rao R M, Comaniciu C, Lakshman T V, Poor H V, "Call Admission Control in Wireless Multimedia Networks" IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 21, Issue5, pp. 51-58, 2004.
- [5] Niyato D, Hossain E, "Call admission control for QoS provisioning in 4G wireless networks: issues and approaches", Special Issue of IEEE Network on 4G Network Technologies for Mobile Telecommunications; Vol. 19, Issue 5, pp. 5-11, 2005.
- [6] Z. Liu, M. El Zarki, "SIR-based Call Admission Control for DS-CDMA Cellular Systems", IEEE JSAC, Vol.12, pp. 638-44, May 1994.
- [7] LidongLinl, Haohuan Fu and Weijia Jia, "An efficient admission control for IEEE 802.11 networks based on throughput analyses of (un)saturated channel", International Journal of Communication Systems, Vol. 21, pp. 755-771, 2008.
- [8] T. Shu and Z. Niu, "Call Admission Control using Differentiated Outage Probabilities in Multimedia DS-CDMA Networks with Imperfect Power Control", International Conference on Communication, pp. 336-41, Oct 2002.
- [9] J. Wu, "Performance Analysis of QoS-Based Voice/Data CDMA Systems", Wireless Pers. Communication, pp. 223-36. 2000.
- [10] Sanjeev kumar, krishankumar, "A Comparative Study of Call Admission Control in Mobile Multimedia Networks using Soft Computing", International Journal of Computer, Vol. 107, December 2014.
- [11] Hyun M. Shin, Chae Y. Lee, "Optimal Rate Allocation and QoS-Sensitive Admission Control in Wireless Integrated Networks", Wireless Network, Vol. 17, pp. 231-246, 2011.
- [12] Flavio E.Goncalves, Building Telephony Systems with OpenSIPS 1.6. 2010: BIRMINGHAM – MUMBAI.
- [13] H. Schulzrinne and E. Schooler, SIP: Session Initiation Protocol., 1997.
- [14] Ahmed M.H, "Call Admission Control in Wireless Networks", IEEE Communications Surveys, Vol. 7, Issue 1, pp. 49-68, 2005.
- [15] C. Huang, R. Yates, "Call Admission in Power Controlled CDMA Systems", IEEE 46th, Vol.3, pp. 1665-69, 1996.

