Scientific-Research Quarterly Journal of Technical Science Khatam Al-Nabieen University
Volume 2, Issue 2, Spring 2024

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

Mohammad Dawood Frotan[1], Mohammad Shah Omid[2]

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

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

فصلنامه علمی - تحقیقی علوم فنی
پوهنتون خاتم‌النبیین(ص)
سال دوم ، شماره دوم، بهار ۱۴۰۳
صفحه ۱۳۵ – ۱۴۸

ارائۀ روشی جهت کنترل پذیرش تماس برای نقطۀ دسترسی IEEE802.11 مبتنی‌بر پروتکل شروع جلسه

محمدداوود فروتن[۱]، محمدشاه امید[۲]

چکیده

در دو دهۀ گذشته، کنترل پذیرش تماس (CAC)[۳] در شبکۀ بی‌سیم، به‌علت محبوبیت، توجه زیادی را به خود جلب کرده و در ارتباطات بی‌سیم رشد بیشتری داشته است. شیوه‌ی CAC نقش مرکزی در تأمین کیفیت سرویس ازنظر کیفیت سیگنال، مسدود کردن و حذف تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته و پهنای باند ایفا مسی‌کند. با توجه به محدود بودن ظرفیت شبکه، برقراری تماس بیش‌ازاندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها می‌شود و می‌تواند باعث افت کیفیت سرویس گردد؛ ازاین‌رو، در این مطالعه تلاش شده است با کنترل پذیرش تماس، با توجه به ظرفیت شبکه، از تماس تازه‌وارد جلوگیری شده و امکان برقراری تماس با کیفیت سرویس مناسب فراهم شود. با توجه به سخت بودن تشخیص ظرفیت نقطۀ دسترسی، در این مقاله روش ساده‌ی کنترل پذیرش تماس مبنی‌بر اندازه‌گیری نرخ خطای تصدیق[۴] در نقطۀ دسترسی ارائه می‌شود. نرخ خطای تصدیق برابر با تعداد تصدیق‌های دریافت‌نشده در واحد زمان و نشانگر ازدحام شبکه است. در پروژۀ پیشنهادی، ماژولی برای نرم‌افزار OpenSip طراحی شده است که مقادیر خطاها را از نقطۀ دسترسی دریافت نموده و طبق آن به سرور پروتکل شروع جلسه (SIP)[۵] جهت تصمیم‌گیری برای رد یا پذیرش تماس کمک می‌کند. نتایج نشان می‌دهند که طبق روش پیشنهادی، کنترل پذیرش تماس کیفیت تماس مناسبی برای کاربران ارائه می‌کند.

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 شمارۀ تماس: ۰۷۲۸۲۳۱۸۰۱
[۲] پوهنیار، کمپیوتر ساینس، دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان.
m.shah.omid@kateb.edu.af شمارۀ تماس: ۰۷۲۹۰۰۸۳۱۲

[3] Call admission control
[4] Acknowledgment
[5] Session initiation protocol

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

۱. مقدمه

شبکه‌های بی‌سیمِ بر پایهٔ استاندارد IEEE802.11 روشی کاربردی و کم‌هزینه به‌وسیلهٔ خدمات تلفن سیار هستند. امتیازات شبکهٔ بی‌سیم در مقایسه با شبکهٔ محلی سیمي، که نقاط دسترسي را به یکدیگر متصل می‌کند، عبارت‌اند از سهولت گسترش و توسعه، پوشش بهتر و وسیع‌تر و قابلیت متحرک بودن کاربر. چنین شبکهٔ بی‌سیمی ظرفیت ایجاد ستون فقرات بی‌سیم در مقیاس تجاری یا سازمانی برای حمایت کاربران صدا ازطریق پروتکل انترنت (VOIP)[1] 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 ازپیش‌تعریف‌شده‌ای 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 ازنظر 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 بیش‌ازاندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها می‌شود و می‌تواند باعث افت کیفیت سرویس شود.

شبکه‌های ۸۰۲/۱۱ درحال 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 [۲و۳].

به‌طور خلاصه، CAC سازوکار مورد استفاده در شبکه‌ها برای مدیریت کیفیت خدمات است [٤]. 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 [٥].

۲. کارهای مشابه

در نسل اول و دوم سیستم‌های بی‌سیم، CAC در محیط سرویس توسعه داده شد و در نسل سوم و فراتر از آن، در سیستم‌های بی‌سیم و خدمات چندرسانه‌ای- ازجمله صدا، ویدئو و داده‌ها- با شکل‌های مختلف کیفیت سرویس[2] ارائه شدند؛ ازاین‌رو، 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

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

یکی از روش‌ها براساس بررسی مقدار SIR[1] 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، ازجمله دو طرح SIR بر پایهٔ CAC، پیشنهاد شده‌اند. در هر دو طرح، ظرفیت باقی‌مانده (R_K) که در معادلهٔ ۱ معیار پذیرش تعریف شده، استفاده می‌شود.

$$R_k = \left\lfloor \frac{1}{SIR_{th}} - \frac{1}{SIR_k} \right\rfloor \quad (۱)$$

که SIR_k اتصال بالارونده[2] SIR در سلول K (نسبت تداخل سیگنال در سلول K) است، SIR_{th} نیز آستانهٔ[3] SIR است، که طراحی پارامتر ($SIR_{min} < SIR_{th}$) است. ظرفیت باقی‌مانده (R_k) به‌صورت دوره‌ای محاسبه شده است و هنگامی که کاربر جدیدی وارد سلول K می‌شود، ایستگاه پایهٔ 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 توزیع‌شدهٔ IEEE802.11 ارائه شده است. در این مدل هر دو حالت اشباع و غیراشباع شبکه تجزیه‌وتحلیل شده و اثرات نرخ تنظیم خطا و اندازهٔ ارسال مجدد براساس مدل پیشرفتهٔ شبکهٔ زنجیری مارکوف گرفته شده است؛ بنابراین، منابع شبکه می‌توانند به‌گونه‌ای کارا استفاده شوند. با توجه به تفاوت گذردهی بین حالات اشباع و غیراشباع به‌عنوان پهنای باند باقی‌ماندهٔ موجود، الگوریتم کنترل پذیرشی برای استفادهٔ کارای منابع شبکه طراحی شده است [۷].

طرح CAC ارائه‌شده، به‌جای 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 به‌گونه‌ای نرمال برآورد می‌کند. تنها درصورتی 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 پایهٔ ی بارگذاری برای کنترل تعداد کاربران با استفاده از دو مقدار آستانهٔ M_v و M_d به‌ترتیب برای کاربران صدا و داده به‌کار برده شده‌اند. M_v و M_d 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

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

طرح CAC برای شبکه‌های چندرسانه‌ای تلفن همراه با استفاده از روش‌های محاسبات نرم، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، قابل استفاده است. شبکهٔ عصبی مصنوعی در CAC، به‌منظور کاهش احتمال مسدود کردن یا حذف تماس با استفاده از مدل شبکهٔ عصبی استفاده می‌شود که سلول عصبی موردنیاز در آن فعال می‌شود و نتایج نهایی را تولید می‌کند. براساس نتیجهٔ نهایی، برای پذیرش یا رد تماس، بر پایهٔ پهنای باند قابل‌دسترس تصمیم گرفته می‌شود [۱۰].

مشکل کنترل پذیرش تماس و تخصیص نرخ با اجرای طرح مدیریت منابع رادیوی ارتباطی، به‌منظور بهبود عملکرد شبکه، در شبکه‌های بی‌سیم یکپارچه معرفی شده است؛ علاوه‌بر این، با توجه به نیازهای گوناگون کاربران ازنظر قیمت و کیفیت خدمت، آن‌ها قادر به انتخاب شبکه براساس اولویت خود هستند. در سناریوی دو شبکه‌ی رقابتی بی‌سیم، یعنی سامانهٔ 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 پایهٔ تئوری، مشکل تخصیص نرخ را برطرف نمود. نتیجهٔ 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 نقطهٔ حداکثر بازدهی تأمین‌کنندهٔ شبکه اختصاص داده‌شده- کارایی بهتر شبکه را تأمین می‌کند [۱۱].

۳. معرفی پروتکل SIP

پروتکل SIP پروتکل لایهٔ کاربرد و بر پایهٔ متن است که براي آغاز، تغییر و پایان دادن به جلسات توسط IETF استاندارد شده است. در این پروتکل، بخش کنترلی و داده از یکدیگر جدا شده‌اند؛ به‌گونه‌ای که در انتقال بی‌درنگ داده‌های جلسات چندرسانه‌ای، مانند صوت و ویدئو، SIP نقش هماهنگ‌کنندهٔ بین نقاط انتهایی، یافتن طرفین شرکت‌کننده در جلسه و برقراري توافق روي ویژگی‌های جلسه دارد. طراحی این پروتکل به‌گونه‌ای صورت گرفته است که تا اندازهٔ زیادي از پروتکل لایهٔ انتقال خود مستقل باشد. معماري این پروتکل متشکل از دو نوع نهاد منطقی تحت‌عنوان عامل کاربر و سرور است [۱۲و۱۳].

٤. 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 بستهٔ جهت‌دار توسط شبکه‌های بی‌سیم ارائه شد، زمینهٔ بیش‌ازاندازه 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 اندازهٔ تحملی‌ناپذیری کاهش یابد؛ بنابراین، CAC باید برای محدود کردن سطح شبکه، به‌منظور تضمین پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته (تأخیر بسته، نوسانات تأخیر و گذردهی)، استفاده شود که در

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

این مورد، تعداد کاربران، منابع قابل‌دسترس یا برآورد از پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته به‌عنوان معیار پذیرش استفاده می‌شوند [۱۴].

۵. روش پیشنهادی

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

در این پروژه روش ساده‌ی CAC بر پایهٔ 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 نقطهٔ 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 به‌نحوی 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 به‌معنی وخیم بودن وضع در نقطهٔ دسترسی است. اگر در موقعیتی هستیم که چندین نقطهٔ 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 نقطهٔ دسترسی وصل می‌شوند، با توجه به محدودیت‌های شبکهٔ بی‌سیم، افزایش از دست رفتن بسته‌ها، تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها رخ می‌دهد؛ در نهایت، کیفیت سرویس کاهش می‌یابد.

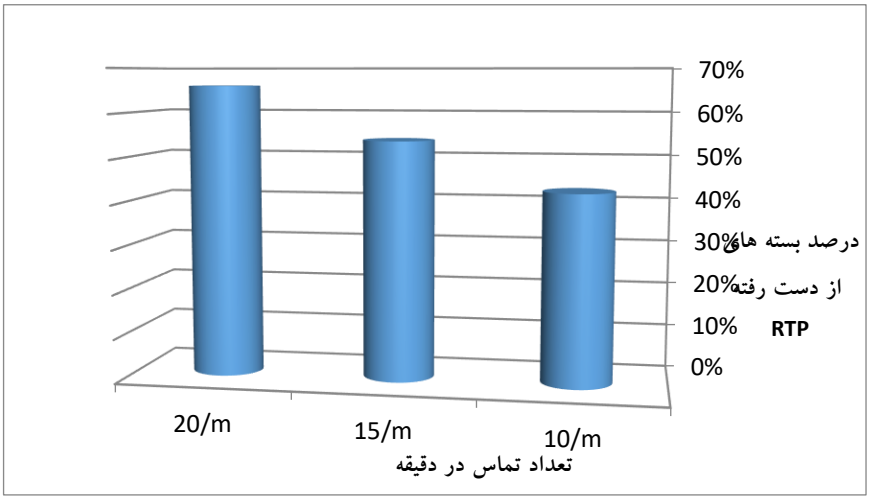
به‌گونهٔ مشخصی از این پارامتر در ماژول مورد نظر استفاده شده است. سیستم بر پایهٔ این پارامتر مدیریت، اوضاع در شبکه کنترل و زمینهٔ افزایش کیفیت تماس مناسب فراهم خواهد شد. این روش در مباحث بعدی شرح داده می‌شود.

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، فاصلهٔ بین هر دو تماس ٦ ثانیه، ٤ ثانیه و ۳ ثانیه است. با توجه به آزمایش انجام‌شده در جریان تماسی معمولی، که زمان مکالمهٔ آن ۲۰۰ ثانیه است، تقریباً ۱۰۰۰۰ بسته‌ی RTP[1] از کاربر منبع به کاربر مقصد انتقال می‌یابد؛ اما این بسته‌ها در شرایطی که تماس‌های بیشتری برقرار شود، به‌دلیل ازدحام در شبکه، در مسیر راه گم شده و تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد. کاربران با ارسال بسته‌های RTP به

[1] Real-Time Transport Protocol

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

یکدیگر ترافیک زیادی ایجاد می‌کنند و باعث ازدحام در شبکه می‌شوند. شکل ۱ نشانگر درصد گم شدن بسته‌ها است.



شکل ۱: بسته‌های ازدست‌رفته با نرخ تماس متفاوت

۱-۲. شرح کامل ماژول

سازوکار CAC به‌صورت مجموعه‌ای از برنامهٔ 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 نسخهٔ سرور نصب‌شده روی AP دریافت کرده و براساس آن تماس را قبول یا رد می‌کند. در ادامه، نحوهٔ ارتباط میان سرور SIP و نقطهٔ دسترسی و ارسال مقادیر پارامتر بررسی خواهد شد.

۱-۲-۱. تفاضل‌گیری از پارامتر نقطهٔ دسترسی برای تعیین آستانه

در مباحث پیشین یادآور شدیم که ساز و کار CAC بر پایهٔ نرخ خطای ACK، به‌عنوان پارامتر نقطهٔ دسترسی، صورت می‌گیرد. مقادیر پارامتر نقطهٔ دسترسی توسط سوکت ارتباطی برای تعیین آستانه برای ماژول ارسال شده و به‌گونه‌ای تفاضل گرفته شده است که مقدار فعلی خطای ACK از مقدار پیشین آن کسر شده و بر فاصلهٔ زمانی یک ثانیه تقسیم می‌شود. ماژول، طبق معادلهٔ ۲ از این مقادیر تفاضل می‌گیرد.

$$\text{AckFailureRatio} = \text{current value} - \text{previous value}/\text{interval} \quad (۲)$$

لحظهٔ تصمیم‌گیری در ماژول همان لحظه‌ای است که از نسبت تفاضل معادلهٔ ۲ به دست آمده است؛ اگر مقدار به‌دست‌آمده، کوچک‌تر یا مساوی مقدار آستانهٔ مورد نظر باشد، تماس پذیرفته می‌شود وگرنه رد خواهد شد. اندازهٔ آستانه طبق آزمایش‌ها طوری تعیین می‌شود که هم کیفیت خدمات در آن تأمین شود و هم تعداد بیشتری از کاربران از ظرفیت نقطهٔ دسترسی استفاده کنند.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

۱-۲-۲. میانگین‌گیری پارامتر نقطهٔ 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 به‌قدری ملایم نمود. برای رفع این مشکل از نسبت پارامتر در طول زمان به‌گونه‌ای 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 بقیهٔ موارد، تماس را برقرار می‌کند.

برای اینکه ماژول به‌صورت عادی کار کند از معادلهٔ ۳ به‌گونه‌ای میانگین گرفته شده است که ۰٫۳٪ از مقادیر کنونی و ۰٫۷٪ از مقادیر پیشین را استفاده کند؛ این کار نوسانات پارامتر را کنترل می‌کند. حالا روند تصمیم‌گیری با معادلهٔ ۳ انجام می‌شود.

avg_failure_ratio = (alfa * failure_ratio) + (۱-alfa) * avg_failure_ratio (۳)

۱-۲-۳. انتخاب مقدار تصادفی

پس از انجام مراحل گفته‌شده، علاوه‌بر میانگین‌گیری، عددی تصادفی نیز برای حل ایراد کار اضافه شده است. گاهی ممکن است زمینهٔ برقراری تماس خوب باشد اما ماژول، به‌دلیل 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 به‌گونه‌ای انتخاب شده است که مقادیر معین‌شدهٔ بزرگ‌تر از آستانه را به‌ترتیب به‌صورت 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 به‌ترتیب درصد پذیرش تماس کاهش می‌یابد. شکل ۲ شبه‌کد 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);
```

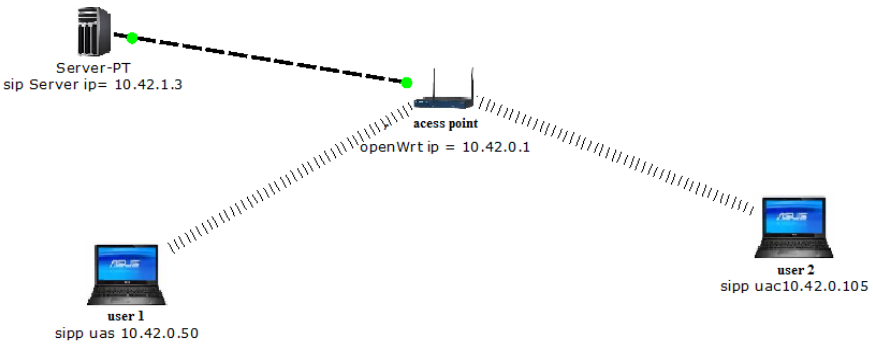
شکل ۲: شبه‌کد اعداد تصادفی

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

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.

۱-۲-۴. ساختار بستر آزمایش

به‌منظور پیاده‌سازی از یک دستگاه نقطهٔ دسترسی و برای سرور و کاربرهاي SIP از سه کامپیوتر استفاده شده است که یک کامپیوتر هستهٔ سرور SIP و دو کامپیوتر، عامل‌های کاربر SIP هستند. شکل ۳ شماي کلي بستر آزمایش را نشان مي‌دهد.



شکل ۳: نمای کلی بستر آزمایش

۱-۳. سناریوی آزمایش

با استفاده از دو کامپیوتر توسط نرم‌افزار SIPp تماس برقرار شده است و تمام ترافیک همگن است. مکالمهٔ صوتی، که ۲۰۰ میلی‌ثانیه است، در فایلی از نوع Pcap ذخیره شده و پس از روند برقراري تماس پخش می‌شود. پس از پایان مکالمه، یکی از کامپیوترها پیام bye می‌فرستد و با ارسال پیام ok 200، 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 نقطهٔ دسترسی است. در هر آزمایش ۱۰۰ تماس با نرخ‌های مختلف، به‌منظور بررسی کیفیت تماس، برقرار شده است تا به‌واسطهٔ آن، مقدار مطلوب دریافت شود. مقدار مطلوب برای انجام تماسی همان است که درصد از دست دادن بسته‌ها، تأخیر و نوسانات تأخیر در آن قابل‌قبول باشد؛ در نهایت، درصد پذیرش تماس‌ها را بررسی می‌کنیم.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

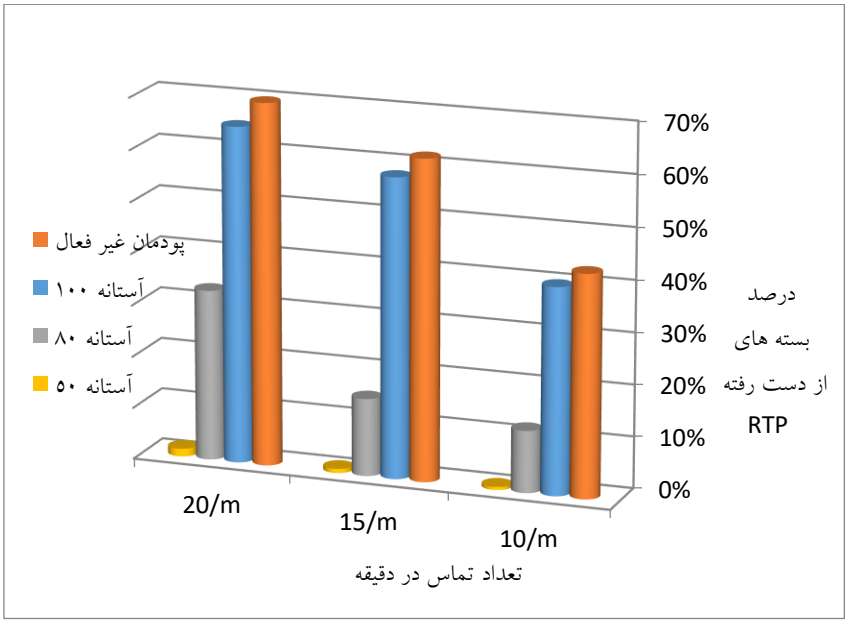
۱-٤. بررسی پارامترهای کیفیت تماس

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 همهٔ 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 نقطهٔ دسترسی شده که باعث می‌شود نتواند خدمات لازم ارائه کند. در آستانهٔ ۱۰۰ از ٤۲٪ تا ٦۳٪ و در آستانهٔ ۸۰ از ۱۰٪ تا ۳۳٪ بسته‌ها از دست رفته‌اند. طبق آزمایش انجام‌شده، آستانهٔ مطلوب، ۵۰ است که در هر سه نرخ، مقدار بسته‌های ازدست‌رفته، ۱٪ است.

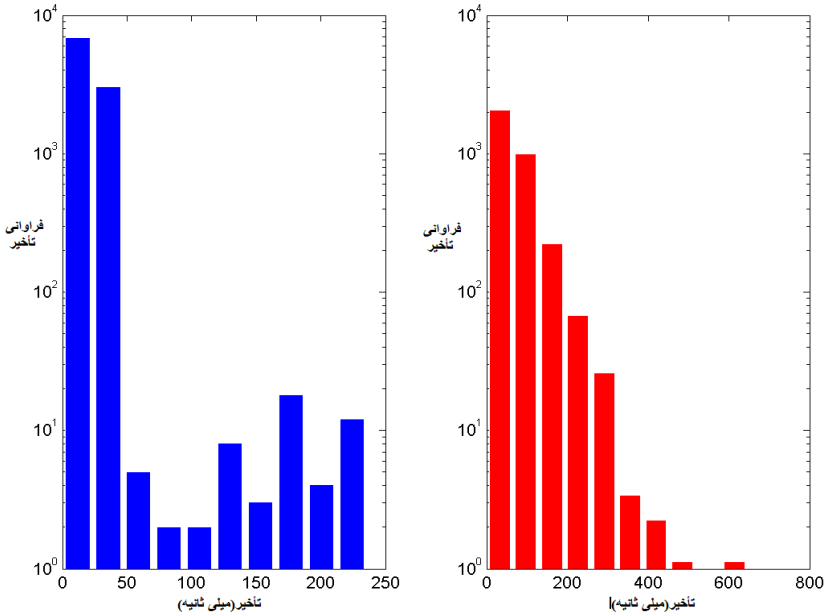


شکل ٤: درصد بسته‌های ازدست‌رفته

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

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 بیش‌ازاندازه به وجود آورده است. در حالت فعال ماژول با آستانهٔ ۵۰ از تأخیرهای بزرگ جلوگیری شده است و در سطح قابل‌قبولی است.

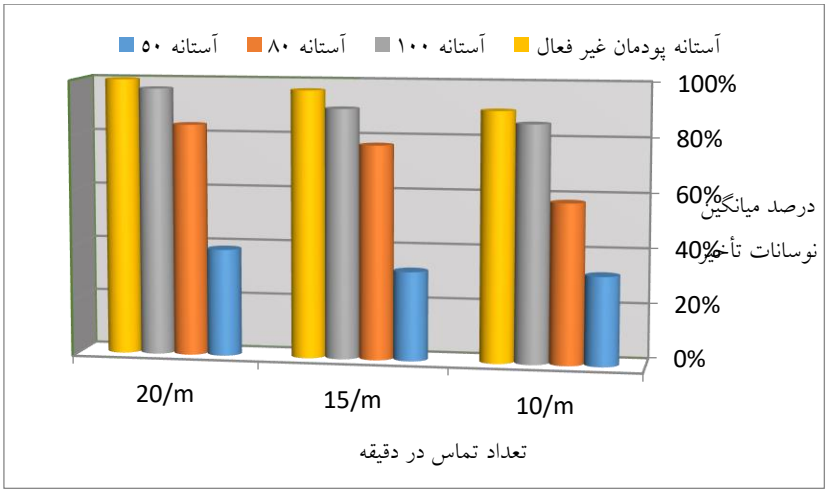


شکل ۵: مقایسهٔ تأخیر بسته‌ها با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه در حالت فعال و غیرفعال ماژول

۱-۵-۲. نوسانات تأخیر

در واقع، نوسانات تأخیر، خطایی زمانی است. این خطا به‌وسیلهٔ 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 نقطهٔ 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.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]



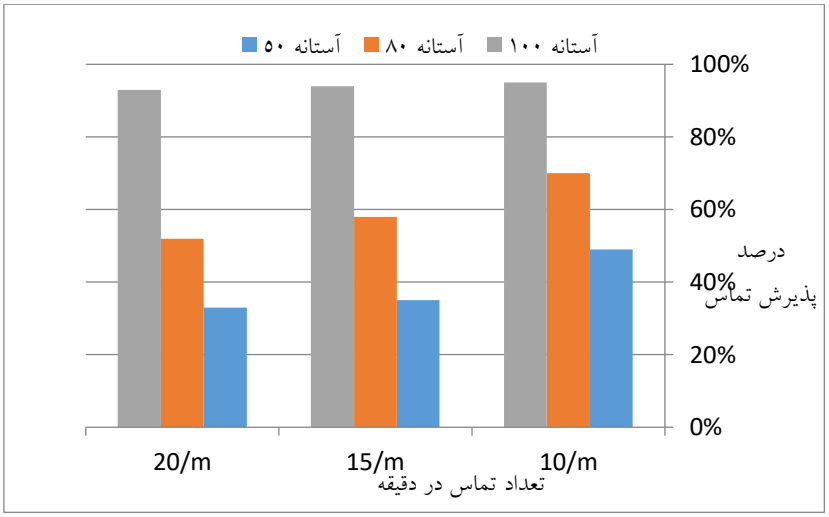
شکل ٦: نوسانات تأخیر چهار آزمایش با نرخ متفاوت

همان‌گونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، نوسانات تأخیر در آستانهٔ ۵۰ با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه، ۳۷٪ است و با حالت غیرفعال ماژول، ٦۳% تفاوت دارد. در نرخ ۱۵ تماس در دقیقه، ٦۷٪ و در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه، ٦۲٪ تفاوت نیز مشاهده می‌شود؛ بنابراین ماژول بهتر عمل نموده، کارایی آن ازلحاظ نوسانات تأخیر نیز به اثبات رسیده است و زمینهٔ کیفیت تماس بهتر را فراهم نموده است.

۱-۵-۳. بررسی درصد پذیرش تماس

در قدم نخست یادآور می‌شویم که ارزش آستانه، همان مقداری است که از نسبت پارامتر نقطهٔ دسترسی به وجود می‌آید. انتخاب ارزش آستانه با انجام چندین آزمایش برای رسیدن به آستانهٔ مطلوب انجام شده است و درصد پذیرش به آستانه وابسته است. ازآنجایی‌که تصمیم‌گیری در پذیرش یا رد تماس از نسبت پارامتر نقطهٔ دسترسی گرفته می‌شود، پذیرش تماس وابستگی مستقیمی با پارامتر دارد. شکل ۷، درصد پذیرش تماس‌ها با آستانهٔ ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ را نشان می‌دهد که در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه به‌ترتیب ٤۹٪، ۷۰٪ و ۹۵٪ پذیرش شده است. با این حساب، رد تماس‌ها به‌ترتیب ۵۱٪، ۳۰٪ و ۵٪ اتفاق افتاده است.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]



شکل ۷: درصد پذیرش تماس‌ها با سه آستانهٔ متفاوت

۶. شرح آستانهٔ مطلوب

با آزمایش‌های انجام‌شده به این نتیجه می‌رسیم که آستانهٔ 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 نقطهٔ دسترسی کاملاً استفاده می‌شود؛ درعین‌حال، مقدار آستانه از اندازهٔ 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 نقطهٔ دسترسی در CAC پیشنهادی کارایی خوبی در مدیریت تماس‌ها داشته است. از نتایج آزمایش‌ها متوجه شدیم که در حالت فعال، ماژول با آستانهٔ مطلوب تا زمان به اشباع رسیدن پهنای باند نقطهٔ دسترسی، تماس‌ها را پذیرش می‌کند و پس از آن تماس‌ها را رد می‌کند؛ درعین‌حال، 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 بیش‌ازاندازهٔ 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، زمینهٔ کنترل پذیرش تماس فراهم شده است؛ بنابراین، کیفیت تماس‌ها خوب خواهد بود.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]

منابع

[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.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-04]