

کنترل پذیرش درخواست دو آستانه‌ای پویا در شبکه‌های سلولی سیار*

محمد رضا میبیدی
meybodi@ce.aut.ac.ir

حمید بیگی
beigy@ce.aut.ac.ir

علی برادران هاشمی
ahashemi@safineh.net

آزمایشگاه سیستم‌های نرم‌افزاری، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

چکیده

۱. مقدمه

در یک شبکه سلولی سیار ناحیه تحت پوشش شبکه به نواحی کوچکتري بنام سلول تقسیم می‌شود. هر سلول دارای یک ایستگاه پایه می‌باشد که وظیفه سرویس‌دهی به کاربران سلول خود را بر عهده دارد. با ورود یک درخواست به یک سلول، در صورت وجود کانال آزاد در سلول، درخواست مذکور پذیرفته و کانالی به آن تخصیص داده می‌شود. در غیر اینصورت درخواست فوق رد می‌گردد.

در شبکه‌های سلولی سیار کاربران دائما در حال حرکت هستند و ممکن است کاربری در حین ارتباط، از محدوده یک سلول خارج و به سلول دیگری وارد شود. با ورود این کاربر به سلول جدید باید کانال در حال استفاده به سلول قبل تحویل داده شده و از سلول جدید درخواست کانال شود. به این فرایند تحویل کانال^۱ گفته می‌شود و می‌بایست از دید کاربر پنهان نگه‌داشته شود. اگر سلول جدید دارای کانال آزاد نباشد، درخواست تحویل کانال فوق قطع می‌گردد.

احتمال رد درخواستهای جدید^۲ (B_H) و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال^۳ (B_H) دو معیار کیفیت سرویس در شبکه‌های سلولی سیار بشمار می‌روند. افزایش پذیرش درخواستهای جدید منجر به افزایش احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال می‌شود و بر عکس. برای تعادل بین دو شاخص فوق از روشهای

رشد و گسترش سرویس‌های مخابراتی سیار باعث بوجود آمدن مسائل جدیدی در شبکه‌های سلولی سیار شده است. از جمله این مسائل وجود سرویس‌های متفاوت در شبکه و تفاوت کیفیت سرویس مورد نیاز برای هر یک از آنهاست، بطوریکه این سرویس‌ها روش‌های جدیدی را برای تضمین کیفیت سرویس نیازمندند. برآورده شدن کیفیت سرویس نیازمند وجود منابع کافی در شبکه می‌باشد. مهمترین منبع، کانالها می‌باشند که بسیار محدود هستند. در معماری‌های جدید شبکه‌های سلولی برای استفاده مطلوب‌تر از کانالها، اندازه سلولها کاهش می‌یابد که این عمل باعث افزایش درخواستهای تحویل کانال می‌گردد. کنترل پذیرش درخواست‌ها روشی متداول برای برقراری کیفیت سرویس در این شبکه‌ها می‌باشد. یک الگوریتم دو آستانه‌ای ثابت برای کنترل پذیرش درخواست در یک شبکه سلولی با دو نوع ترافیک ارائه شده است. الگوریتم مذکور با تعیین دو آستانه، کیفیت سرویس مورد نیاز درخواستهای تحویل کانال دو نوع سرویس موجود شبکه را در ترافیکهای ایستا برآورده می‌کند. در این مقاله یک الگوریتم پویا بر مبنای اتوماتای یادگیر برای تشخیص دو آستانه پیشنهاد شده است. الگوریتم پیشنهادی با حفظ کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال دو سرویس شبکه، سعی در کاهش احتمال رد درخواستهای جدید دارد. نتایج شبیه‌سازیهای کامپیوتری نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی علاوه بر برقراری کیفیت سرویس‌های مورد نظر، در برخی از ترافیک‌ها بهتر از روش ثابت عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شبکه سلولی، کنترل پذیرش درخواست دو

آستانه‌ای، اتوماتای یادگیر.

^۱ Handoff

^۲ Blocking probability

^۳ Force termination probability

* بخشی از کار نویسنده دوم توسط مرکز تحقیقات مخابرات ایران حمایت مالی شده است.

کنترل پذیرش درخواست استفاده می شود. از آنجاییکه قطع ناخواسته ارتباطها ناخوشایندتر از رد درخواستها است، معمولا شبکه‌ها سعی در کم کردن احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال دارند. بدلیل اهمیت بیشتر درخواستهای تحویل کانال، روش‌های کنترل پذیرش درخواست اولویت بالاتری به درخواستهای تحویل کانال می دهند. معمولا این اولویت از طریق تخصیص کانالهای بیشتر به درخواستهای تحویل کانال انجام می گیرد. روشهای متعددی از جمله کانال‌های احتیاط، کانال‌های احتیاط کسری برای کاهش احتمال قطع درخواستهای سرویس صوت ارائه شده است [3][4][8].

روش‌های فوق برای شبکه‌هایی با یک سرویس (مانند سرویس صوت) مناسب می باشند و نمی توان از این روش‌ها برای شبکه‌هایی با سرویسهای چند رسانه‌ای استفاده کرد. در [9] و [10] یک شبکه سلولی با دو نوع سرویس صوت و داده در نظر گرفته شده و مساله پذیرش درخواست بصورت یک مساله فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف بیان شده است. از آنجاییکه پیدا کردن یک راه حل آسان برای چنین مساله‌ای مشکل است، در [9] از یادگیری Q و در [10] از برنامه‌نویسی عصبی-پویا برای بدست آوردن یک راه حل این مساله استفاده شده است. در [2] برای دو کلاس ترافیک صوت و تراکنش روشهای پویا و ثابتی بمنظور برقراری حد بالایی برای احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش در نظر گرفته شده است. در این روش درخواستهای جدید و تحویل کانال سرویس صوت و درخواستهای جدید سرویس تراکنش دارای اولویت یکسانی هستند و درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش از اولویت بالاتری برخوردارند. بهمین علت این روش قادر نیست کیفیت سرویس تضمین شده‌ای را برای درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت ارائه کند.

روشهای کنترل پذیرش فوق از یک آستانه برای پذیرش یا رد درخواستهای جدید استفاده می کنند و بهمین علت در شبکه‌هایی با سرویس‌های مختلف و کیفیت سرویس متفاوت، قابل استفاده نمی باشند. در چنین شبکه‌هایی می توان از روش کانال احتیاط چند آستانه‌ای استفاده کرد که تعداد کانالهای احتیاط متفاوتی برای سرویسهای مختلف ارائه می کند. دو روش کانال احتیاط چند آستانه‌ای گزارش شده است. روش نخست، روش رزرو دو آستانه‌ای [12] می باشد که دو آستانه یکی برای رزرو کانال برای درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت و دیگری برای رد درخواستهای داده بمنظور حفظ کیفیت سرویس درخواستهای صوت در نظر می گیرد. در این روش فرض بر اینست که درخواستهای صوت و داده هر دو

به یک کانال برای برقراری ارتباط نیاز دارند. احتمال رد درخواستهای جدید از طریق یک زنجیره مارکوف دو بعدی محاسبه شده است. تاثیر مقادیر مختلف کانال احتیاط بر احتمال رد درخواستهای جدید و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال با شبیه‌سازی کامپیوتری ارائه گردیده، اما الگوریتمی برای پیدا کردن مقادیر بهینه دو آستانه مورد نظر ارائه نشده است.

روش دیگر، کانال احتیاط دو آستانه‌ای است که در یک شبکه سلولی سیار با دو کلاس ترافیک صوت و تراکنشهای داده‌ای عمل می کند [1]. در این شبکه احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش از احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت و هر دو از احتمال رد درخواستهای جدید کمتر می باشند. الگوریتم ارائه شده در [1] احتمال رد درخواستهای جدید را با توجه به محدودیت احتمال قطع درخواستهای صوت و تحویل کانال سرویس تراکنش، کمینه می کند. در این روش با در نظر گرفتن دو آستانه، کانالهای تخصیص داده شده به هر سلول به سه دسته *کانالهای عادی*، *کانالهای احتیاط مشترک*¹ و *کانالهای احتیاط اختصاصی*² تقسیم می شوند. کانالهای عادی بین تمام درخواستها مشترک است. در حالیکه تنها درخواستهای صوت و تحویل کانال سرویس تراکنش می توانند از کانالهای احتیاط مشترک استفاده کنند. *کانالهای احتیاط اختصاصی* نیز تنها توسط درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش استفاده می شوند. الگوریتم تنظیم دو آستانه فوق بصورتیکه علاوه بر برقراری کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت و تراکنش، احتمال رد درخواستهای جدید را کمینه کند، نیز ارائه شده است. الگوریتم مطرح در [1] بصورت ثابت مقادیر دو آستانه را تنظیم می کند و برای ترافیک‌های متغیر مناسب نمی باشد. در این مقاله یک الگوریتم پویا برای تنظیم دو آستانه فوق ارائه شده است که در آن ایستگاه پایه هر سلول از دو اتوماتای یادگیر برای تنظیم دو آستانه مذکور استفاده می کند.

نتایج شبیه‌سازیهای کامپیوتری نشان می دهد که الگوریتم پیشنهادی کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال سرویسهای صوت و تراکنش را بخوبی بر آورده می کند. علاوه بر این با افزایش بار ترافیکی شبکه و یا افزایش تحرک کاربران، احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از الگوریتم پیشنهادی کمتر از الگوریتم ثابت می باشد.

¹ Shared

² Dedicated

اقدامهای اتوماتا و $p(n+1) = T[\alpha(n), \beta(n), p(n)]$ الگوریتم یادگیری می‌باشد [5].

تعداد اقدامهای اتوماتای یادگیر ثابت است. اما در بعضی از کاربردها نیاز به اتوماتایی با تعداد اقدام متغیر می‌باشد [11]. این اتوماتا در لحظه n اقدام خود را فقط از یک زیر مجموعه غیر تهی $(V(n))$ از اقدامهای خود، که اقدامهای فعال نامیده می‌شوند، انتخاب می‌کند. انتخاب مجموعه $V(n)$ توسط یک عامل خارجی و بصورت تصادفی انجام می‌شود. نحوه فعالیت این اتوماتا بصورت زیر است. برای انتخاب یک اقدام در زمان n ، ابتدا مجموع احتمال اقدامهای فعال خود $(K(n))$ و سپس بردار $\hat{p}(n)$ را مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌کند. آنگاه اتوماتا یک اقدام از مجموعه اقدامهای فعال خود را بصورت تصادفی و مطابق بردار احتمال $\hat{p}(n)$ انتخاب کرده و بر محیط اعمال می‌کند. اگر اقدام انتخاب شده α_i باشد، پس از دریافت پاسخ محیط، اتوماتا بردار احتمال $\hat{p}(n)$ اقدامهای خود در صورت دریافت پاداش بر اساس رابطه (۲) و در صورت دریافت جریمه طبق رابطه (۳) بروز می‌کند.

$$\hat{p}_i(n) = \text{prob}[\alpha(n) = \alpha_i] = \frac{p_i(n)}{K(n)} \quad (1)$$

$V(n)$ is set of active actions, $\alpha_i \in V(n)$

$$\begin{aligned} \hat{p}_i(n+1) &= \hat{p}_i(n) + a(1 - \hat{p}_i(n)) \\ \hat{p}_j(n+1) &= \hat{p}_j(n) + a \cdot \hat{p}_i(n) \quad \forall j, j \neq i \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \hat{p}_i(n+1) &= (1-b) \cdot \hat{p}_i(n) \\ \hat{p}_j(n+1) &= \frac{b}{r-1} + (1-b) \hat{p}_j(n) \quad \forall j, j \neq i \end{aligned} \quad (3)$$

سپس اتوماتا بردار احتمال اقدامها $(p(n))$ را با استفاده از بردار $\hat{p}(n+1)$ و طبق رابطه (۴) بروز می‌کند.

$$\begin{aligned} p_i(n+1) &= \hat{p}_i(n+1) \cdot K(n) \quad \text{for all } i, \alpha_i \in V(n) \\ p_j(n+1) &= p_j(n) \quad \text{for all } j, \alpha_j \notin V(n) \end{aligned} \quad (4)$$

در روابط (۲) و (۳)، a پارامتر پاداش و b پارامتر جریمه می‌باشد. اگر a و b با هم برابر باشند، الگوریتم یادگیری $LR-P$ ، و اگر b از a خیلی کوچکتر باشد، الگوریتم یادگیری $LR-EP$ ، و اگر b مساوی صفر باشد، الگوریتم یادگیری $LR-I$ نامیده می‌شود. اتوماتای یادگیر در کاربردهایی همچون مسیریابی در شبکه‌های داده و تلفن [6] و تخصیص ظرفیت [7] مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

ادامه این مقاله بصورت زیر سازماندهی شده است. در بخش ۲ اتوماتای یادگیر معرفی می‌شود. در بخش ۳ الگوریتم پیشنهادی ارائه می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری در بخش ۴ و نتیجه‌گیری در بخش ۵ بیان می‌شود.

۲. اتوماتای یادگیر

اتوماتای یادگیر یک مدل انتزاعی است که بطور تصادفی یک اقدام از مجموعه متناهی اقدامهای خود را انتخاب کرده و بر محیط اعمال می‌کند. محیط اقدام انتخاب شده اتوماتا را ارزیابی کرده و نتیجه ارزیابی خود را توسط سیگنال تقویتی به اتوماتای یادگیر اعلام می‌کند. اتوماتا با استفاده از اقدام انتخاب شده و سیگنال تقویتی وضعیت داخلی خود را تغییر داده و سپس اقدام بعدی خود را انتخاب می‌کند. شکل ۱ ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ارتباط اتوماتا با محیط

محیط را می‌توان توسط سه تایی $E = \{\alpha, \beta, c\}$ نشان داد که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه ورودیها، $c = \{c_1, c_2, \dots, c_r\}$ مجموعه خروجیها و $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_r\}$ مجموعه احتمالهای جریمه می‌باشد. هرگاه β مجموعه دو عضوی باشد، محیط از نوع P می‌باشد. در محیط از نوع Q، مجموعه β دارای تعداد متناهی عضو می‌باشد و در محیط از نوع S، مجموعه β دارای تعداد نامتناهی عضو می‌باشد. c_i نیز احتمال نامطلوب بودن نتیجه اقدام α_i است. اتوماتاهای یادگیر به دو گروه با ساختار ثابت و با ساختار متغیر تقسیم‌بندی می‌گردند. در ادامه اتوماتای یادگیر با ساختار متغیر معرفی می‌شود.

اتوماتای یادگیر با ساختار متغیر^۱ توسط چهار تایی $\{\alpha, \beta, p, T\}$ نشان داده می‌شود که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه اقدامهای اتوماتا، $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_r\}$ مجموعه ورودیهای اتوماتا، $p = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$ بردار احتمال انتخاب

^۲ Linear Reward-Penalty
^۳ Linear Reward epsilon Penalty
^۴ Linear Reward Inaction

^۱ Variable structure

۳. الگوریتم پویای کانال احتیاط با دو آستانه

در این بخش یک الگوریتم پویا و توزیع شده پذیرش درخواست مبتنی بر اتوماتای یادگیر برای تنظیم دو آستانه در شبکه‌های سلولی سیار ارائه می‌گردد. الگوریتم پیشنهادی در مواقعی مناسب است که نرخ رسیدن درخواستهای ورودی و یا میانگین مدت زمان مکالمه از قبل مشخص نبوده و یا متغیر باشند. این الگوریتم سعی در کمینه نمودن احتمال رد درخواستهای جدید دارد بشرط آنکه احتمال قطع درخواستهای تحویل سرویسهای صوت و تراکنش بترتیب از \hat{p}_{hv} و \hat{p}_{ht} بیشتر نگردد. در ادامه الگوریتم پویای پیشنهادی ارائه می‌گردد.

فرض کنید به سلول C_i ، i کانال تخصیص داده شده باشد. همچنین تعداد کانالهای مشغول سلول i در زمان t برابر با $c_i(t)$ و دو آستانه آن T_1 و T_2 باشند (بطوریکه $0 \leq T_1 < T_2 \leq C_i$). در این الگوریتم به هر سلول شبکه دو اتوماتای یادگیر با تعداد اقدام متغیر با الگوریتم یادگیری L_{REP} و مجموعه اقدامهای $\{0, 1, \dots, C_i\}$ ، انتساب داده می‌شود. بطوریکه انتخاب اقدام α_j اتوماتای نخست (A_1) بمعنی تنظیم آستانه اول $T_1 = \alpha_j$ و انتخاب اقدام α'_j اتوماتای دوم (A_2) بمعنی تنظیم آستانه دوم $T_2 = \alpha'_j$ برای سلول i می‌باشد. عملکرد این الگوریتم را می‌توان بصورت زیر تشریح نمود.

با ورود هر درخواست جدید، ابتدا اتوماتای A_2 یک اقدام خود را انتخاب می‌کند و آستانه دوم (T_2) را برابر با آن قرار می‌دهد. فرض کنید اقدام انتخابی اتوماتای A_2 ، T_2 باشد. آنگاه اتوماتای A_1 اقدامهای بزرگتر از T_2 خود را غیرفعال می‌کند. سپس اتوماتای A_1 یک اقدام خود را انتخاب می‌کند و مقدار آستانه اول (T_1) را برابر با آن قرار می‌دهد. در صورتیکه تعداد کانالهای اشغال شده سلول کوچکتر یا برابر با T_1 باشد، درخواست جدید پذیرفته و در غیر اینصورت رد می‌شود. یک درخواست تحویل کانال سرویس صوت در صورتیکه تعداد کانالهای اشغال شده سلول کمتر یا برابر با T_2 باشد، پذیرفته و در غیر اینصورت قطع می‌گردد. درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش در صورتی قطع می‌شوند که همه کانالهای سلول مشغول باشند.

با ورود درخواست بعدی به سلول، ایستگاه پایه ابتدا تخمینی از احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت (B_{hv}) و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش

(B_{ht}) را محاسبه^۱ کرده و آنگاه بردار احتمال اقدامهای دو اتوماتا را مطابق الگوریتم شکل ۲ بروز می‌کند.

۴. نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری

در این بخش نتایج شبیه‌سازی‌های کامپیوتری الگوریتم پیشنهادی این مقاله با الگوریتم ثابت کانال احتیاط دو آستانه‌ای [1] را مقایسه می‌کنیم. شبیه‌سازی در سلولی از یک شبکه سلولی همگن انجام شده است که دارای ۱۲ کانال می‌باشد. ورود درخواستهای جدید و درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت و تراکنش به این سلول از توزیع پواسن و بترتیب با میانگین λ_n ، λ_{hv} ، λ_{ht} و مدت زمان یک ارتباط از توزیع نمایی با میانگین (μ^{-1}) ۱ دقیقه پیروی می‌کنند. هدف کمینه‌کردن احتمال رد درخواستهای جدید (B_n) با توجه به محدودیت احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت ($p_{hv} = 0.025$) و محدودیت احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس تراکنش ($p_{ht} = 0.01$) است.

در الگوریتم پیشنهادی نرخ پاداش اتوماتا $a = 10^{-2}$ و پارامتر جریمه $b = 10^{-2}$ در نظر گرفته شده‌اند. الگوریتم پیشنهادی در بارهای ترافیکی ۵ تا ۱۴ ارلنگ شبیه‌سازی شده است. نتایج شبیه‌سازی الگوریتم ثابت و الگوریتم پویای پیشنهادی بمدت 10^6 دقیقه نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال سرویسهای صوت و تراکنش را بخوبی برآورده می‌کند (شکل ۳).

با رعایت کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال سرویس‌های صوت و تراکنش (شکل ۳)، در بارهای ترافیک‌های سنگین (شکل ۵) احتمال رد درخواستهای جدید کمتری نسبت به روش ثابت دارد. همچنین با افزایش ترافیک درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت در بار ترافیکی ثابت (مانند ۱۰ و ۱۱ ارلنگ) احتمال رد درخواستهای جدید در الگوریتم پیشنهادی از روش ثابت کمتر می‌باشد (شکل ۴).

شکل ۷ سرعت همگرایی احتمال رد درخواستهای جدید و شکل ۶ سرعت همگرایی احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس‌های صوت و تراکنش با استفاده از روش پیشنهادی را نشان می‌دهد (با پارامترهای ترافیکی $(\lambda_n = 4 \text{ call/min})$ ، $\lambda_{hv} = 1 \text{ call/min}$ و $\lambda_{ht} = 3 \text{ call/min}$).

^۱ نسبت درخواستهای تحویل کانال قطع شده هر سرویس در یک سلول به درخواستهای تحویل کانال ورودی آن سرویس (تا لحظه محاسبه).

```

if ( New call ) then
  choose an action from  $A_2$  for  $T_2$  ;
  disable all actions of  $A_1$  which are greater than  $T_2$  ;
  choose an action from  $A_1$  for  $T_1$  ;
  if ( $c_i(t) \leq T_1$ ) then
    accept call;
    if ( $B_{hv} < p_{hv}$ ) then
      if ( $B_{ht} < p_{ht}$ ) then
        reward action  $T_1$  of  $A_1$  and action  $T_2$  of
           $A_2$  according to ( $\tau$ ) ;
      end if
    else
      if ( $B_{ht} > p_{ht}$ ) then
        penalize action  $T_1$  of  $A_1$  and action
           $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ );
      end if
    end if
  end if
else
  reject call;
  if ( $B_{hv} < p_{hv}$ ) then
    if ( $B_{ht} < p_{ht}$ ) then
      penalize action  $T_1$  of  $A_1$ 
        and action  $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ );
    end if
  else
    if ( $B_{ht} > p_{ht}$ ) then
      reward action  $T_1$  of  $A_1$  and action
         $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ ) ;
    end if
  end if
end if
end if
end if

```

```

if ( Handoff voice call ) then
  if ( $c_i(t) \leq T_2$ ) then
    accept call;
    if ( $B_{ht} < p_{ht}$ ) then
      reward action  $T_1$  of  $A_1$ 
        and action  $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ ) ;
    else
      penalize action  $T_1$  of  $A_1$ 
        and action  $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ );
    end if
  else
    block call;
    if ( $B_{ht} > p_{ht}$ ) then
      reward action  $T_1$  of  $A_1$ 
        and action  $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ ) ;
    end if
  end if
end if
end if

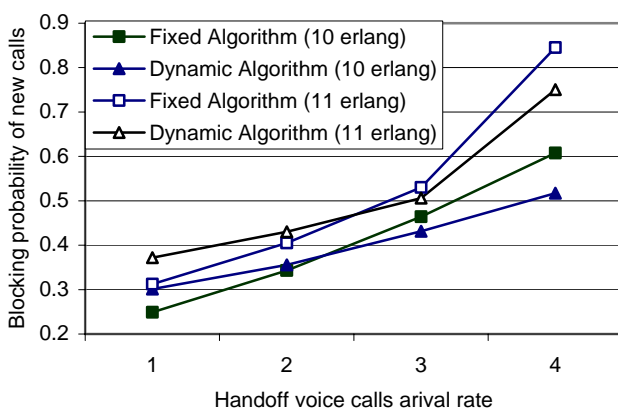
```

```

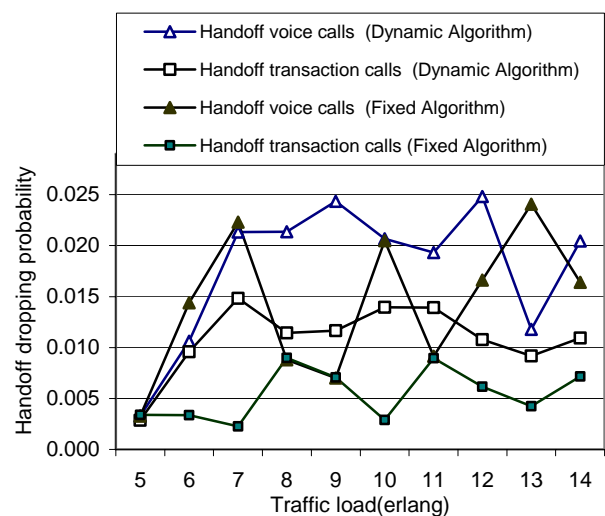
if ( handoff transaction call ) then
  if ( $c_i(t) < C_i$ ) then
    accept call;
    if ( $B_{hv} < p_{hv}$ ) then
      reward action  $T_1$  of  $A_1$ 
        and action  $T_2$  of  $A_2$  according to ( $\tau$ ) ;
    end if
  else
    reject call;
  end if
end if
end if

```

شکل ۲: الگوریتم پویای پذیرش درخواست دو آستانه‌ای



شکل ۴: تغییرات احتمال رد درخواستهای جدید در روش پویای پیشنهادی و روش ثابت نسبت به افزایش نرخ ورود درخواستهای تحویل کانال سرویس صوت (در بار ترافیکی ثابت ۱۰ و ۱۱ ارلنگ)

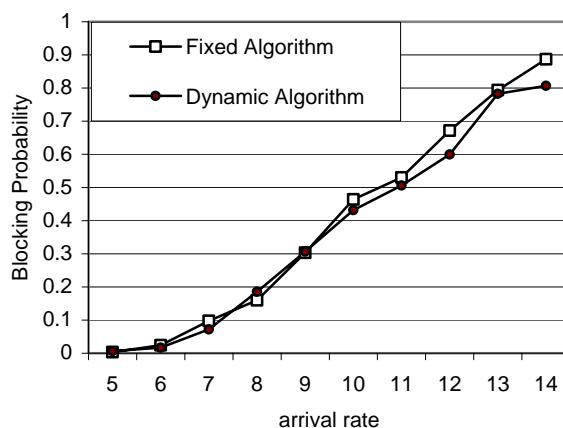


شکل ۳: احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویس‌های صوت و داده در الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم ثابت

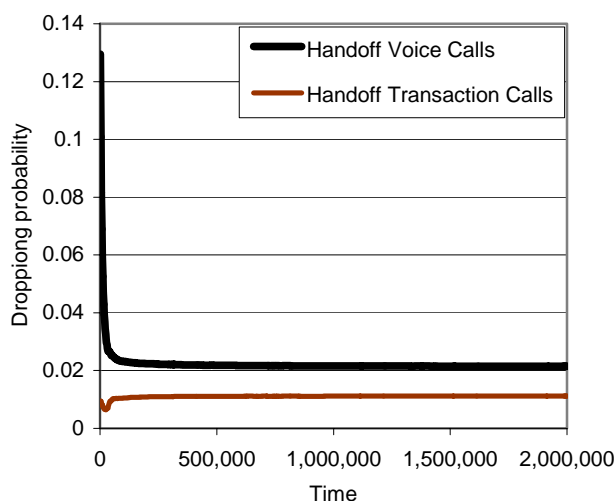
الگوریتم پیشنهادی کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال سرویس‌های صوت و تراکنش را بخوبی در شبکه برقرار می‌کند. در عین حال در ترافیکهای سنگین و همچنین هنگامیکه نرخ ورود درخواستهای تحویل کانال نزدیک به نرخ ورود درخواستهای جدید است، احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از الگوریتم پیشنهادی کمتر از الگوریتم ثابت می‌باشد. از آنجایی که روش پیشنهادی بدون نیاز به اطلاعات ترافیک شبکه دو آستانه هر سلول را تنظیم می‌کند، کاملاً تطبیق‌پذیر است و می‌توان از آن در ترافیک‌های متغیر نیز استفاده نمود.

مراجع

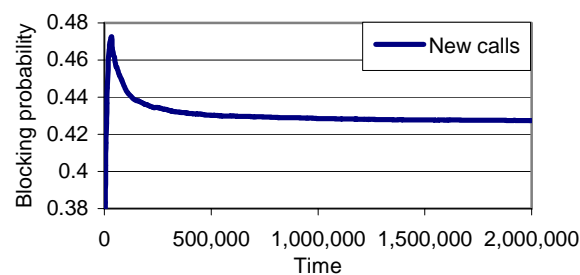
- [1] Beigy H. and Meybodi M.R., "An optimal prioritized channel assignment scheme for using in mobile transaction environment," Proceedings of 8th Annual International Computer Society of Iran Computer Conference, Iran, pp. 68-74, March 2003.
- [2] Chen G.C. and Lee S.Y., "Modeling of static and dynamic guard channel schemes for mobile transactions," IEICE Transactions on Information and Systems, vol. 84, pp. 87-99, January 2001.
- [3] Haring G., Marie R., Puigjaner R., and Trivedi K., "Loss formulas and their application to optimization for cellular networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 50, pp. 664-673, May 2001.
- [4] Hong D. and Rapport S., "Traffic modeling and performance analysis for cellular mobile telecommunication systems with prioritized and non-prioritized handoff procedure," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.35, pp. 77-92, August 1986.
- [5] Narendra K.S. and Thathachar M.A.L., *Learning automata: An introduction*, Prentice Hall, 1989.
- [6] Nedzelnitsky O. V. and Narendra K. S., "Non-stationary models of learning automata routing in data communication networks," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 6, pp. 1004-1015, November 1987.
- [7] Oommen B. J. and Roberts T. D., "Continuous learning automata solutions to the capacity assignment problem," IEEE Transactions on Computers, vol. 49, pp. 608-620, June 2000.
- [8] Ramjee R., Towsley D. and R. Nagarajan, "On optimal call admission control in cellular networks," ACM Wireless Networks, vol. 3, no. 1, pp. 29-41, March 1997.
- [9] Senouci S.M., Beylot A.L. and Pujolle G., "A dynamic Q-learning based call admission control for multimedia cellular networks," Proceedings of the 3rd IEEE Conference in Mobile and Wireless Communication Networks, Recife, Brazil, pp. 37-43, August 2001.
- [10] Senouci S.M., Beylot A.L. and Pujolle G., "Call admission control for multimedia cellular network using neuro-dynamic programming," Proceedings of IFIP Networking, Pisa, Italy, May 2002.
- [11] Thathachar M.A.L. and Bhaskar R. Harita, "Learning automata with changing number of actions," IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics, vol. 17, no. 6, November 1987.
- [12] Yin L., Li B., Zhang Z. and Lin Y., "Performance analysis of a dual-threshold reservation (DTR) scheme for voice/data integrated mobile wireless networks", Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Chicago, USA, September 2000.



شکل ۵: احتمال رد درخواستهای جدید کانال با استفاده از الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم ثابت



شکل ۶: همگرایی احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال سرویسی صوت و تراکنش با استفاده از الگوریتم پیشنهادی



شکل ۷: همگرایی احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از الگوریتم پیشنهادی

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله الگوریتمی پویا برای کنترل پذیرش درخواست دو آستانه‌ای در شبکه‌های سلولی سیار پیشنهاد شده است. در الگوریتم پیشنهادی دو اتوماتای یادگیر در ایستگاه پایه هر سلول، دو آستانه سلول را تنظیم می‌کند. نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری نشان می‌دهد که