الگوریتم‌های پویای کنترل پذیرش درخواست برای شبکه های سلولی سیار[1]

علی برادران هاشمی ahashemi@safineh.net
حمید بیگی beigy@ce.aut.ac.ir
محمدرضا میبدی meybodi@ce.aut.ac.ir

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

چکیده

استفاده از مکانیزمهای کنترل پذیرش درخواست روشی متداول برای برقراری کیفیت سرویس در شبکه‌های سلولی بشمار می‌رود. در این مقاله دو الگوریتم پویای پذیرش درخواست پیشنهاد شده است. الگوریتم نخست مبتنی بر اتوماتای یادگیر و الگوریتم دوم یک الگوریتم جستجوی تصادفی می‌باشد. هر دو الگوریتم پیشنهادی بدون نیاز به اطلاع از توزیع ترافیک شبکه عمل می‌کنند و بهمین علت می‌توان از آنها در مواقعی که ترافیک متغیر است، نیز استفاده کرد. نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری نشان می‌دهد که با رعایت یک حداکثر برای احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال، احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از الگوریتم‌های پیشنهادی کمتر از دو الگوریتم گزارش شده کانال احتیاط و جمع وزنی است.

کلمات کلیدی: شبکه سلولی، کنترل پذیرش درخواست، کانال احتیاط، اتوماتای یادگیر.

۱. مقدمه

با افزایش ترافیک شبکه‌های سلولی سیار و محدودیت پهنای باند فرکانسی اختصاص داده شده به این شبکه‌ها، استفاده از ساختارهای میکرو/پیکو سلولی بعنوان یکی از راههای افزایش ظرفیت این شبکه‌ها مطرح شده است. با کوچکتر شدن اندازه فیزیکی سلولهای شبکه، احتمال اینکه دستگاه سیاری طی برقراری یک ارتباط از محدوده تعداد بیشتری سلول عبور کند بیشتر می‌شود که در نتیجه تعداد درخواستهای تحویل کانال افزایش می‌یابد. هنگامیکه درخواستهای تحویل کانال افزایش می‌یابد، احتمال وجود منابع مورد نیاز در طول مدت برقراری ارتباط در تمام سلولهای مسیر حرکت دستگاه سیار کاهش یافته و در نتیجه احتمال قطع ارتباط که از پارامترهای مهم کیفیت سرویس می‌باشد، افزایش می‌یابد. به همین منظور روشهای تخصیص منابع در شبکه‌های ریز سلولی باید بگونه‌ای طراحی شوند که با پذیرفتن یک درخواست در شبکه، کیفیت سرویس مورد نیاز آنرا در تمام مدت برقراری ارتباط تضمین کنند. همچنین روشهای کنترل پذیرش درخواست باید نسبت به تغییرات پارامترهای ترافیک حساس باشند و بتوانند خود را با تغییرات بار ترافیکی تطبیق دهد.

احتمال رد درخواستهای جدید[2] (B_n) و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال[3] (B_h) دو شاخص ارزیابی کیفیت سرویس در شبکه‌های سلولی می‌باشند. این دو شاخص به یکدیگر وابسته هستند بطوریکه با افزایش پذیرش درخواست‌ها احتمال رد درخواستهای جدید کاهش و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال افزایش می‌یابد و بالعکس. استفاده از الگوریتم‌های پذیرش درخواست روشی متداول برای

[1] بخشی از کار نویسنده دوم توسط مرکز تحقیقات مخابرات ایران حمایت مالی شده است.

[2] Blocking probability

[3] Force termination probability

Archive of SID
www.SID.ir

توازن بین شاخص‌های فوق بشمار می‌رود. یکی از اهداف الگوریتم‌های پذیرش درخواست کمینه کردن احتمال رد درخواستهای جدید است بطوریکه کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال برآورده شود.

یک راه حل برای برآورده شدن کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال، دادن اولویت بالاتر به این درخواستها می‌باشد. برای دادن اولویت به درخواستهای تحویل کانال می‌توان از کانالهای احتیاط(Guard channel) استفاده کرد [4]. این روش با رزرو تعدادی کانال (کانال احتیاط) برای استفاده انحصاری درخواستهای تحویل کانال، احتمال قطع این درخواستها را کاهش می‌دهد. فرض کنید که به یک سلول در شبکه، C کانال تخصیص داده شده باشد. در روش کانال احتیاط N_h کانال برای استفاده انحصاری درخواستهای تحویل کانال رزرو می‌شوند و بقیه $C - N_h$ کانال بطور مشترک بین درخواستهای جدید و تحویل کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این روش درخواستهای جدید در صورتی پذیرفته می‌شوند که تعداد کانالهای آزاد سلول از N_h بیشتر باشد و در غیر اینصورت درخواست‌های جدید رد می‌گردند. اما درخواستهای تحویل کانال تنها در صورتیکه همه کانالهای سلول مشغول باشند، رد می‌شوند. در [3] نشان داده شده است که با رعایت یک حداکثر برای احتمال قطع درخواستهای کانال، می‌توان تعداد کانالهای احتیاط مورد نیاز N_h^* را تعیین نمود، بطوریکه احتمال رد درخواستهای جدید کمینه شود.

از مشکلات روش کانال احتیاط، اتلاف منابع (کانالها) است. از آنجاییکه معمولا تعداد بهینهٔ کانالهای احتیاط عدد صحیحی نمی‌باشد، بناچار باید از $\lceil N_h \rceil$ کانال احتیاط استفاده کرد. روش کانال احتیاط کسری[1] با در نظر گرفتن عددی غیرصحیح بعنوان تعداد کانال احتیاط روشی بهینه، برای کمینه‌کردن احتمال رد درخواستهای جدید با توجه به *محدودیت* احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال محسوب می‌گردد[11].

الگوریتمهای مطرح شده در بالا، همگی ایستا بوده و نمی‌توانند خود را با تغییرات بار ترافیکی شبکه تطبیق دهند. تلاشهایی برای پیاده‌سازی کنترل پویا در روشهای فوق انجام شده است. مکانیزم *خوشه سایه*(Shadow cluster) [6] علاوه بر اینکه وابستگی زیادی به صحت پیشبینی حرکت آتی دستگاههای سیار دارد، با ارسال اطلاعات وضعیتی سلولهای مجاور در زمان ورود هر درخواست، موجب اشغال پهنای باند ارتباطی ایستگاههای پایه می‌شود. در [14] نیز الگوریتمی پویا جهت تخصیص کانال ارائه شده است که تعداد کانالهای احتیاط در هر سلول متناسب با درخواستهای در حال انجام در سلولهای همسایه آن تعیین می‌گردد. در این الگوریتم هر سلول همواره باید از جدیدترین اطلاعات وضعیتی سلولهای همسایه خود آگاهی داشته باشد که ارسال این اطلاعات باعث اشغال پهنای باند شبکه سیمی بین ایستگاههای پایه و در نتیجه اتلاف منابع می‌گردد. در مقابل، روش کنترل پذیرش درخواست توزیع شده نیازی به تبادل اطلاعات در زمان ورود هر درخواست ندارد، بلکه این اطلاعات در فواصل زمانی مورد نیاز ارسال می‌شوند[8]. اما بعلت وجود تقریبهایی که برای ساده سازی در این روش بکار برده شده است، این روش همیشه نمی‌تواند احتمال رد درخواستها را در سلول مقصد تضمین کند [8]. همچنین این الگوریتم با فرض اینکه یک درخواست حداکثر یکبار تحویل کانال می‌شود، نسبت به بار شبکه بسیار حساس است.

در روش *جمع وزنی*[2] از مجموع وزنی تعداد کانالهای اشغال شده در سلولهای همسایه برای تشخیص پذیرش یا رد درخواستهای جدید استفاده می‌شود [7]. اگر n_i میانگین تعداد کانالهای مشغول در سلولهای با فاصله i و p_i وزن متناسب با این سلولها باشد، بطوریکه برای تمامی مقادیر i، $p_i \geq 0$ و $\sum_{i=0}^{\infty} p_i = 1$ (نحوه محاسبه p_i هادر بخش ۵ شرح داده خواهد شد.) یک درخواست جدید در صورتی پذیرفته می‌شود که شرط $\sum_{i=0}^{\infty} p_i . n_i < N - N_h$ برقرار باشد. در غیر اینصورت درخواست فوق رد می‌گردد. در [7] نشان داده شده است که احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از این روش از روش کنترل پذیرش درخواست توزیع شده[8] کمتر است. هرچند که این روش، روشی ایستا است و در صورت تغییر شرایط و الگوی ترافیکی، نمی‌تواند خود را با تغییرات ترافیک تطبیق دهد.

اتوماتای یادگیر یکی از روشهای یادگیری تقویتی بشمار می‌روند که در کاربردهایی همچون مسیریابی در شبکه‌های داده و تلفن [12][10]، حل مسائل ذاتا مشکل[3] و تخصیص ظرفیت [5] مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در [2] یک الگوریتم بر پایه اوتوماتای یادگیر برای

---

[1] Fractional Guard Channel

[2] Weighted Sum Scheme

[3] NP-Complete

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین تعداد کانالهای احتیاط در یک شبکه سلولی ارائه گردیده است. این الگوریتم تعداد کانالهای احتیاط را بر اساس بار ترافیکی شبکه تعیین می‌کند اما توانایی حفظ کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال را ندارد. برای ارضای کیفیت سرویس، الگوریتم دیگری در [1] ارائه شده است که در آن علاوه بر ارضای کیفیت سرویس، تعداد کانالهای احتیاط بصورت پویا و بر اساس بار ترافیک مشخص می‌گردد. در قسمت اول این مقاله یک الگوریتم پویا و توزیع شده کنترل پذیرش درخواست پیشنهاد می‌شود که از اتوماتای یادگیر برای تعیین تعداد کانالهای احتیاط استفاده می‌کند. در قسمت دوم نیز الگوریتمی تصادفی برای کنترل پذیرش درخواست ارائه شده است. الگوریتم‌های پیشنهادی با استفاده از تعداد کانالهای اشغال شده سلول i و تعداد کانال‌های احتیاط سلولهای همسایهٔ سلول i ، تعداد کانال احتیاط سلول i را تنظیم می‌کنند. این الگوریتم‌ها سعی می‌کنند با برقراری کیفیت سرویس درخواستهای تحویل کانال، احتمال رد درخواستهای جدید را کمینه نمایند. هر دو الگوریتم پیشنهادی نیازی به دانستن اطلاعات ترافیکی شبکه ندارند و بهمین علت می‌توان از آنها در ترافیک‌های متغیر نیز استفاده کرد.

ادامه این مقاله بصورت زیر سازماندهی شده است. بخش ۲ به معرفی اتوماتاهای یادگیر می‌پردازد. در بخش ۳ الگوریتمی مبتنی بر اتوماتای یادگیر و در بخش ۴ یک الگوریتم جستجوی تصادفی برای کنترل پذیرش درخواست در شبکه‌های سلولی سیار ارائه می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی‌های الگوریتمهای پیشنهادی در بخش ۵ ارائه می‌گردد و در بخش ۶ نتیجه‌گیری آمده است.

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. سپس 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-(i) ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط را نشان می دهد.

محیط را می‌توان توسط سه‌تایی $E = \{\alpha, \beta, c\}$ نشان داد که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_r\}$ مجموعه ورودیها، $\beta = \{\beta_1, \beta_2, ..., \beta_r\}$ مجموعه خروجیها و $c = \{c_1, c_2, ..., c_r\}$ مجموعه احتمالهای جریمه می‌باشد. هرگاه β مجموعه دو عضوی باشد، محیط از نوع P می‌باشد. در چنین محیطی $\beta_1 = 1$ به عنوان جریمه و $\beta_2 = 0$ به عنوان پاداش در نظر گرفته می‌شود. 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 نشان دهنده احتمال نامطلوب بودن نتیجه عمل α_i است. در محیط ایستا مقادیر c_i ها ثابت هستند، حال آنکه در محیط غیر ایستا این مقادیر در طی زمان تغییر می‌کنند. 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 توسط چهارتایی $\{\alpha, \beta, p, T\}$ نشان داده می‌شود که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_r\}$ مجموعه اقدام‌های اتوماتا، $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \cdots, \beta_r\}$ مجموعه ورودیهای اتوماتا، $p = \{p_1, p_2, \cdots, p_r\}$ بردار احتمال انتخاب هر یک از اقدام‌ها و $p(n+1) = T[\alpha(n), \beta(n), p(n)]$ الگوریتم یادگیری می‌باشد.الگوریتم‌های یادگیری متنوعی برای اتوماتای یادگیر ارائه شده است که در ادامه بطور خلاصه به یک نمونه از این الگوریتم‌ها برای اتوماتای یادگیر مدلS اشاره می‌شود. در آغاز فعالیت اتوماتا مقادیر p_i ها یکسان و برابر با $\frac{1}{r}$ می‌باشند. فرض کنید اتوماتای یادگیر در مرحله nاُم اقدام α_i خود را انتخاب نموده و محیط ارزیابی خود را توسط $\beta(n)$ به اتوماتا اعلام کند. پس از آن اتوماتا بردار احتمال انتخاب اقدام‌های خود را مطابق رابطه (۱) تنظیم می‌کند[9].

$$p_j(n+1) = \begin{cases} p_i(n) + a.(1-\beta(n)).(1-p_i(n)) - b.\beta(n).p_i(n) & if\ j = i \\ p_j(n) + a(1-\beta(n)).p_j(n) + \frac{b.\beta(n)}{r-1} - b.\beta(n).p_j(n) & if\ j \neq i \end{cases} \quad (1)$$

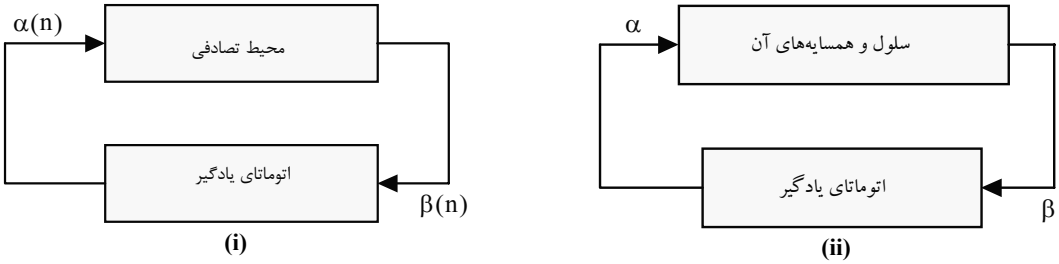
۳. الگوریتم پذیرش درخواست مبتنی بر اتوماتای یادگیر

در این بخش یک الگوریتم پویا و توزیع‌شده پذیرش درخواست مبتنی بر اتوماتای یادگیر برای شبکه‌های سلولی سیار ارائه می‌گردد. این الگوریتم از اتوماتای یادگیر برای تنظیم تعداد کانالهای احتیاط استفاده می‌کند و برای مواقعی مناسب است که نرخ رسیدن

Archive of SID

www.SID.ir

درخواستهای جدید یا تحویل کانال و یا میانگین مدت زمان مکالمه از قبل مشخص نبوده و یا متغیر باشند. الگوریتم ارائه شده با استفاده از اتوماتای یادگیر و بر اساس تخمین ترافیک شبکه، تعداد کانال‌های احتیاط یک سلول را تنظیم می‌کند. این الگوریتم با توجه به اینکه احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال از $\hat{p}_h$ بیشتر نگردد، سعی در کمینه نمودن احتمال رد درخواستهای جدید دارد. در این الگوریتم هر سلول از این شبکه را می‌توان بصورت شکل ۱-(ii) مدل کرد.



شکل ۱. (i) ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط، (ii) مدل یک سلول در الگوریتم پذیرش درخواست مبتنی بر اتوماتای یادگیر

فرض کنید که C_i تعداد کانال‌های اختصاص داده شده به سلول i، $N_h(i)$ تعداد کانال‌های احتیاط آن و $c_i(t)$ تعداد کانال‌های اشغال شده آن در زمان t باشد. همچنین فرض کنید که تعداد کانال‌های احتیاط سلول i در فاصله $[N_{\min}(i), N_{\max}(i)]$ $(0 \le N_{\min}(i) < N_{\max}(i) \le C_i)$ باشد. در الگوریتم ارائه شده به هر سلول یک اتوماتای یادگیر مدل S با مجموعه اقدام‌های $\{0,1,\ldots,N_{\max}(i)-N_{\min}(i)\}$ انتساب داده می‌شود. بطوریکه انتخاب اقدام α_j این اتوماتا بمعنی انتخاب $N_h(i) = N_{\min}(i) + \alpha_j$ کانال احتیاط برای سلول i می‌باشد. عملکرد این الگوریتم را می‌توان بصورت زیر تشریح نمود.

درخواستهای تحویل کانال زمانی پذیرفته می‌شوند که سلول دارای کانال آزاد باشد و در غیر اینصورت این درخواستها رد می‌گردند. هنگامیکه یک درخواست جدید به سلول i وارد می‌شود، اتوماتای یادگیر این سلول یکی از اقدام‌های خود را انتخاب می‌کند. فرض کنید که این اتوماتا اقدام α_j خود را انتخاب کند. اگر سلول i دارای حداقل $N_{\min}(i)+\alpha_j-1$ کانال آزاد باشد درخواست وارد شده پذیرفته و در غیر اینصورت رد می‌گردد. سپس در زمان رسیدن درخواست جدید، ایستگاه پایه تخمینی از احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال ($\hat{B}_h$) را محاسبه کرده[1] و سیگنال تقویتی β_i را تولید می‌کند. آنگاه اتوماتای سلول i با استفاده از سیگنال تقویتی تولید شده (β_i)، بردار احتمال اقدام‌های خود را مطابق رابطه (۱) بروز می‌کند. بعنوان مثال نحوه تولید سیگنال تقویتی در یک شبکه سلولی خطی (مناسب برای بزرگراهها و خیابان‌های طولانی) در رابطه (۲) نشان داده شده است. در این شبکه دو سلول فرضی با صفر کانال احتیاط در ابتدا و انتهای شبکه در نظر گرفته شده است.

$$\beta_i = \begin{cases} 1 - \dfrac{\left| \dfrac{N_h(i-1)+N_h(i+1)}{2} - N_h(i) \right|}{C} & \textbf{if} \quad (\text{new call is accepted } \textbf{AND } (\hat{B}_h < \hat{p}_h)) \\ & \textbf{OR} \\ & (\text{new call is rejected } \textbf{AND } (\hat{B}_h > \hat{p}_h)) \\ 1 & \textbf{otherwise} \end{cases} \qquad (۲)$$

٤. الگوریتم کنترل پذیرش درخواست با استفاده از جستجوی تصادفی

این الگوریتم با استفاده جستجوی تصادفی تعداد کانال‌های احتیاط بهینه برای هر سلول در یک شبکه سلولی را تنظیم می‌کند و همانند الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر اتوماتای یادگیر، برای مواقعی مناسب است که نرخ رسیدن درخواستهای جدید یا تحویل کانال و یا میانگین مدت زمان مکالمه از قبل مشخص نبوده و یا متغیر باشند. هدف این الگوریتم کمینه کردن احتمال رد درخواستهای جدید، با رعایت محدودیت احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال($\hat{p}_h$) است.

[1] نسبت درخواستهای تحویل کانال قطع شده در این سلول به درخواستهای تحویل کانال ورودی به این سلول (تا لحظه محاسبه).

Archive of SID

www.SID.ir

فرض کنید که C_i تعداد کانال‌های اختصاص داده شده به سلول i، $N_h(i)$ تعداد کانال‌های احتیاط آن و $c_i(t)$ تعداد کانال‌های اشغال شده آن در زمان t باشد. این الگوریتم با استفاده از توزیع $P_i = \left\{p_i^0, p_i^1, p_i^2, \ldots, p_i^{C_i}\right\}$ تعداد کانال‌های احتیاط سلول i را تنظیم می‌کند.در آغاز فعالیت شبکه مقادیر اولیه p_i^j ها برابر $p_i^j = \frac{1}{C_i}$ در نظر گرفته شده است. نحوه عملکرد این الگوریتم را می‌توان بصورت زیر توصیف کرد.

درخواستهای تحویل کانال ورودی به سلول i زمانی پذیرفته می‌شوند که این سلول دارای کانال آزاد باشد و در غیر اینصورت این درخواستها رد می‌گردند. هنگامیکه یک در خواست جدید به سلول i وارد می‌شود، الگوریتم با استفاده از توزیع P_i یک عدد تصادفی تولید می‌کند. در صورتیکه عدد تصادفی تولید شده j باشد، سلول i می‌بایست از $N_h(i) = j$ کانال احتیاط استفاده کند. در این حالت اگر سلول i دارای حداقل $j-1$ کانال آزاد باشد درخواست وارد شده پذیرفته و در غیر اینصورت رد می‌گردد. سپس ایستگاه پایه تخمینی از احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال ($\hat{B}_h$) را محاسبه کرده و مطابق الگوریتم شکل ۲ توزیع P_i را بروز می‌کند.

از آنجاییکه در این روش سلولهای شبکه همگن فرض می‌شوند، میانگین کانالهای احتیاط در سلولهای همسایهٔ سلول i ($\overline{N}_h(i)$)، تقریبا با تعداد کانال احتیاط مورد نیاز در سلول i برابر است. بنابراین هنگامیکه به تعداد بیشتری کانال احتیاط نسبت به میزان انتخاب شده فعلی ($N_h(i)$) نیاز باشد و میانگین کانالهای احتیاط سلولهای همسایه $\overline{N}_h(i)$ بیشتر از تعداد کانال احتیاط انتخاب شده در سلول i باشد، مقدار $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ افزایش می‌یابد. بهمین صورت هنگامیکه در سلول i نیاز به تعداد کانال احتیاط کمتری باشد و میانگین کانالهای احتیاط انتخاب شده در سلولهای همسایهٔ آن نیز از کانال انتخاب شده در آن کمتر باشد، مقدار $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ افزایش می‌یابد.

$$p_i^{\alpha}(n+1) = \begin{cases} p_i^j(n) + a(1 - p_i^j(n)) & if \ \alpha = j \\ (1-\alpha)\, p_i^{\alpha}(n) & if \ \alpha \neq j \end{cases} \qquad (۳)$$

$$p_i^{\alpha}(n+1) = \begin{cases} (1-b)\, p_i^j(n) & if \ \alpha = j \\ \frac{b}{C_i} + (1-b)\, p_i^{\alpha}(n) & if \ \alpha \neq j \end{cases} \qquad (۴)$$

if (new call) **then**
  set $N_h(i) = j$ = Generate a random number between $[0, C_i]$ according to distribution P_i ;
  set $\overline{N}_h(i)$ = average number of guard channels in neighboring cells of cell i ;
  if ($c_i(t) < C_i - N_h(i)$)
    accept the new call;
    if ($\hat{B}_h < \hat{p}_h$) **then**
      increase p_i^j according to (۳);
    else
      decrease p_i^j according to (۴);
      if ($\overline{N}_h(i) > j$) **then**
        increase $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۳);
      else
        decrease $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۴);
      endif
    endif
  else
    reject the new call;
    if ($\hat{B}_h < \hat{p}_h$) **then**
      decrease p_i^j according to (۴);
      if ($\overline{N}_h(i) < j$) **then**
        increase $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۳);
      else
        decrease $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۴);
      endif
    else
      increase p_i^j according to (۳);
      if ($\overline{N}_h(i) > j$) **then**
        increase $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۳);
      else
        decrease $p_i^{\overline{N}_h(i)}$ according to (۴);
      endif
    endif
  endif

شکل ۲. الگوریتم کنترل پذیرش با استفاده از جستجوی تصادفی

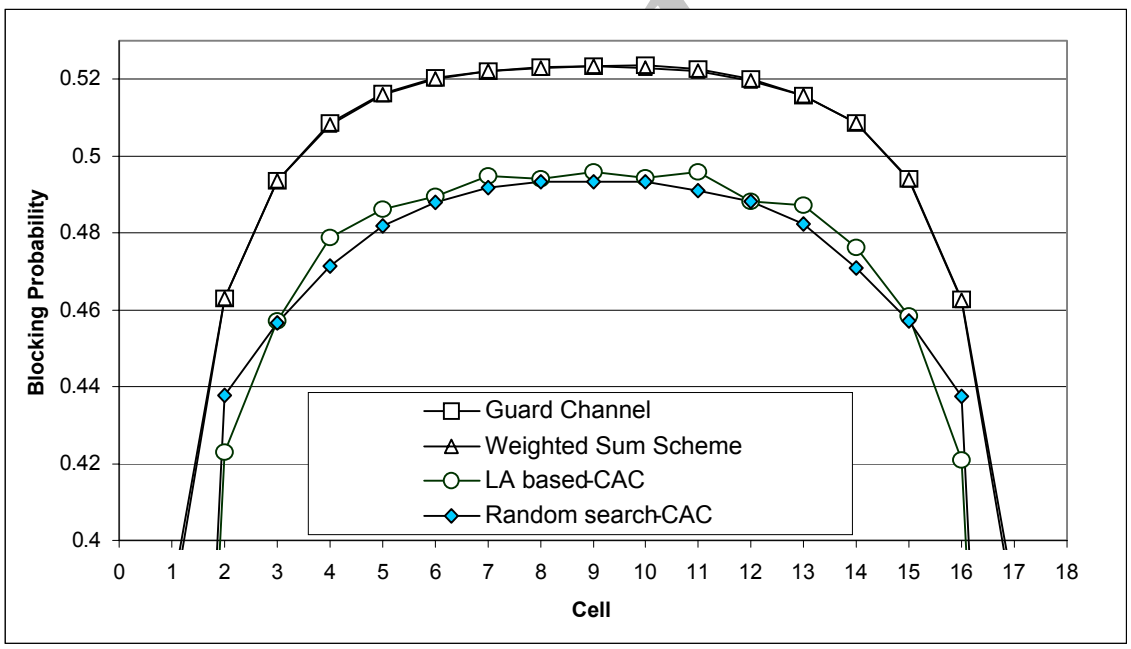
Archive of SID

www.SID.ir

۵. نتایج شبیه‌سازی

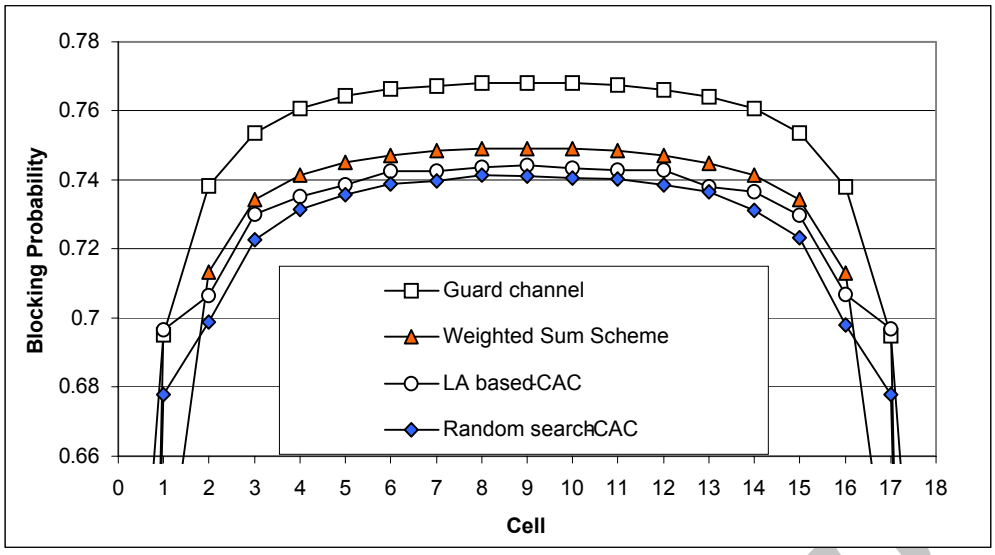
در این بخش نتایج شبیه سازی و مقایسه الگوریتم‌های ارائه شده با الگوریتم‌های ایستای کانال احتیاط و جمع وزنی ارائه می‌شود. شبیه‌سازی بر روی یک شبکه سلولی سیار خطی با ۱۹ سلول همگن انجام شده است. ورود درخواستهای جدید در هر سلول از توزیع پوآسن با میانگین λ، مدت زمان یک درخواست از توزیع نمایی با میانگین μ_n^{-1}=۱۸ (s) و مدت زمان اقامت یک دستگاه سیار در یک سلول از توزیع نمایی با میانگین μ_d^{-1}=۶(s) پیروی می‌کند. همچنین احتمال حرکت هر دستگاه سیار به هر یک از سلولهای همجوار یکسان در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داده شده در زیر حاصل میانگین‌گیری ۲۰ اجرای هر الگوریتم بمدت ۵۰۰۰۰ دقیقه می‌باشد. هدف،کمینه کردن احتمال رد درخواستهای جدید با توجه به محدودیت قطع درخواستهای تحویل کانال $\hat{p}_h$=۰/۰۱ است. در الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر اتوماتای یادگیر نرخ یادگیری اتوماتا a=10^{-3} و پارامتر جریمه b=10^{-5} و در الگوریتم پیشنهادی دوم نیز مقادیر a=10^{-2} و b=10^{-4} در نظر گرفته شده‌اند.

الگوریتم‌های پیشنهادی را با الگوریتم جمع وزنی ([7]) که بعنوان یک الگوریتم کنترل پذیرش درخواست جدید معرفی شده است، مقایسه می‌کنیم. برای شبیه‌سازی الگوریتم جمع وزنی، همانند [7] فاصله آگاهی ۱ و بردار $P=\{p_0,p_1,\ldots\}$ بصورت $p_i=\begin{cases} p & i=0 \\ 1-p & i=1 \\ 0 & i>1 \end{cases}$ در نظر گرفته‌ایم. مقدار p بصورت تجربی و به روش جستجوی ترتیبی با فواصل ۰/۱ در بازه [۰،۱] برای هر ترافیک محاسبه شده است.



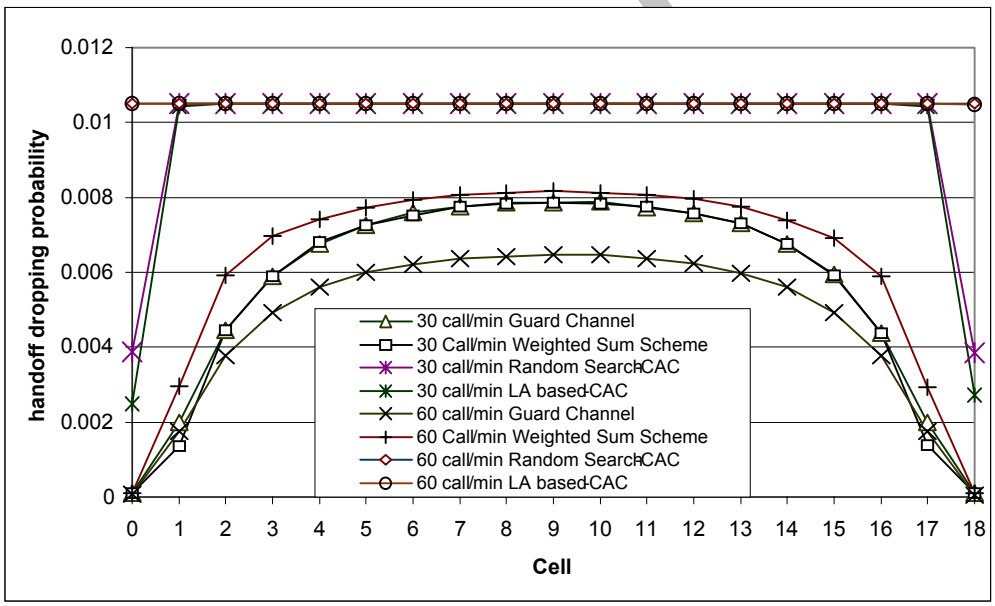
شکل ۳. احتمال رد درخواستهای جدید ($\lambda = 30\ calls/\min$)

www.SID.ir



شکل ٤. احتمال رد درخواستهای جدید ($\lambda = 60 \ \ calls/\min$)

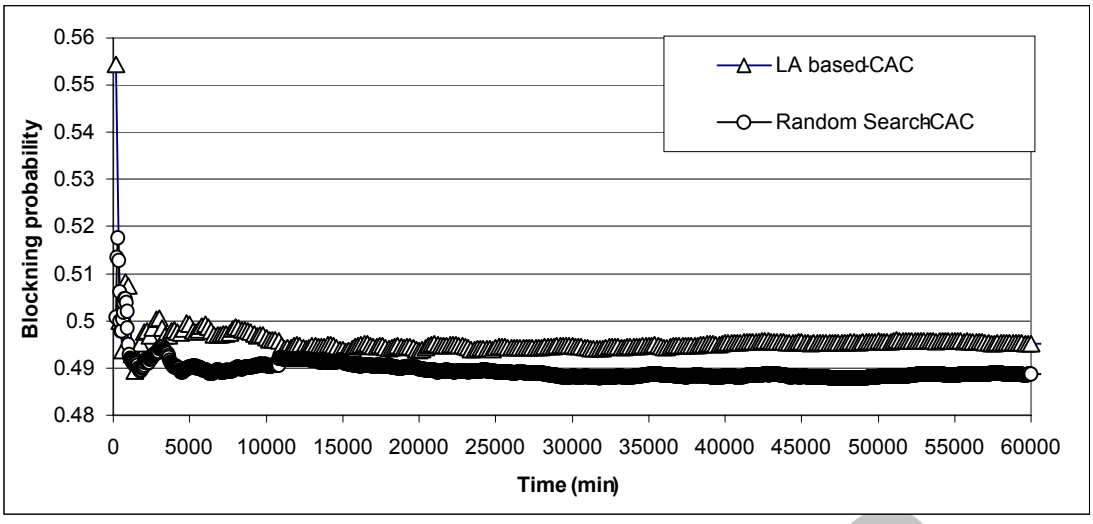
همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، دو الگوریتم پیشنهادی بخوبی کیفیت سرویس مورد نظر درخواستهای تحویل کانال را برآورده می‌کنند. در عین حال احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از دو الگوریتم پیشنهاد شده نسبت به الگوریتمهای کانال احتیاط و جمع‌وزنی کمتر می‌باشد(شکل ۳ و شکل ۴). علاوه براین احتمال رد درخواستهای جدید با استفاده از الگوریتم پذیرش درخواست مبتنی بر جستجوی تصادفی کمی از این میزان نسبت به الگوریتم مبتنی بر اتوماتای یادگیر کمتر است.



شکل ۵. احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال در سلول‌های یک شبکه سلولی سیار خطی با ۱۹ سلول

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که هر دو الگوریتم پیشنهادی در زمانیکه نرخ ورود ۳۰درخواست در دقیقه است، در مدت زمان کمتر از ۴۰۰ دقیقه به حالت پایدار خود می‌رسند. تغییرات احتمال رد درخواستهای جدید سلول میانی شبکه (سلول شماره ۹) با گذشت زمان در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، علاوه بر اینکه الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر جستجوی تصادفی نسبت به الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر اتوماتای یادگیر سریعتر به حالت پایدار می‌رسد، احتمال رد درخواستهای جدید آن نیز کمتر می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ٦. تغییرات احتمال رد درخواستهای جدید در سلول میانی شبکه سلولی ($\lambda = 30 \ \ calls/\min$)

٦. نتیجه‌گیری

در این مقاله دو الگوریتم پذیرش درخواست برای شبکه‌های سلولی سیار پیشنهاد شده است. هر دو الگوریتم پیشنهادی با برقراری شرط کیفیت سرویس سعی در کمینه کردن احتمال رد درخواستهای جدید دارند. برای این منظور در الگوریتم نخست، هر سلول از یک اتوماتای یادگیر و اطلاعات آن سلول و سلولهای همسایهٔ آن برای تنظیم تعداد کانالهای احتیاط خود استفاده می‌کند. الگوریتم دوم نیز بر مبنای جستجوی تصادفی عمل کرده و تعداد کانال احتیاط مورد نیاز هر سلول را تنظیم می‌کند. نتایج شبیه‌سازی‌های کامپیوتری نشان می‌دهد که الگوریتم‌های پیشنهادی علاوه بر برقراری کیفیت سرویس، احتمال رد درخواستهای جدید کمتری نسبت به روش کانال احتیاط و الگوریتم جمع وزنی دارند. علاوه بر این از دو الگوریتم پیشنهادی می‌توان در مواقعی که نرخ رسیدن درخواستهای تحویل کانال و یا میانگین مدت زمان مکالمه از قبل مشخص نبوده و یا متغیر باشند نیز استفاده کرد.

مراجع

[1] H. Beigy and M.R. Meybodi, "Call admission control in cellular mobile networks: A learning automata approach," *Proceedings of the 1st EurAsian conference on information and communication technology*, 2002, pp. 450–457.

[2] H. Beigy and M.R. Meybodi, "An adaptive algorithm based on learning automata for determination of number of guard channel," *proceedings of the 9th symposium on wireless system and networks (ISWSN'03)*, Dhahran, Saudi Arabia, Mar. 2003, pp. 24-26.

[3] G. Haring, R. Marie, R. Puigjaner, and K. Trivedi, "Loss formulas and their application to optimization for cellular networks," *IEEE Transactions on vehicular technology*, vol. 50, May 2001, pp. 664–673.

[4] D. Hong and S. Rapport, "Traffic modeling and performance analysis for cellular mobile telecommunication systems with prioritized and non-prioritized handoff procedure," *IEEE transactions on vehicular technology*, vol.35, Aug. 1986, pp. 77-92.

[5] B. J. Oommen and T. D. Roberts, "Continuous learning automata solutions to the capacity assignment problem," *IEEE Transactions on computers*, vol. 49, Jun. 2000, pp. 608–620.

[6] D.A. Levine, I. E Akyildiz and M. Naghshineh, "A resource estimation and call admission algorithm for wireless multimedia networks using the shadow cluster concept," *IEEE/ACM Transactions on networking*, vol. 5, no. 1, Feb. 1997, pp. 1-12.

[7] J. M. Peha and A. Sutivong, "Admission control algorithms for cellular systems," *ACM Wireless networks*, vol. 7, no. 2, 2001, pp. 117-125.

[8] M. Naghshineh and M. Schwartz, "Distributed call admission control in mobile/wireless networks," *Journal of selected areas in communication*, vol. 14, May 1996, pp. 711-717.

[9] K.S. Narendra and K.S. Thathachar, *Learning automata: An introduction*, Prentice Hall, 1989.

[10] P. R. Srikantakumar and K. S. Narendra, "A learning model for routing in telephone networks," *SIAM Journal of control and optimization*, vol. 20, Jan. 1982, pp. 34–57.

[11] R. Ramjee, D. Towsley and R. Nagarajan, "On optimal call admission control in cellular networks," *Wireless networks*, vol. 3, no. 1, Mar. 1997, pp. 29–41.

[12] O. V. Nedzelnitsky and K. S. Narendra, "Non-stationary models of learning automata routing in data communication networks," *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics*, vol. 6, Nov. 1987, pp. 1004–1015.

[13] Si Wu, K. Y. Michael Wong, and Bo Li, "A dynamic call admission policy with precision QoS guarantee using stochastic control for mobile wireless network," *IEEE/ACM Transactions on networking*, vol. 10, Apr. 2002, no. 2.

[14] O. Yu and V. Leung, "Self-Tuning prioritized call handling mechanism with dynamic guard channel for mobile cellular system," *Proceeding of IEEE vehicular technology conference*, Apr. 1996, pp.1520-1524.

Archive of SID

www.SID.ir