

روشی دینامیکی برای مدیریت موقعیت در شبکه‌های سیار سلولی

حمید رضا نوریان^۱، کمال محامد پور^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- استادیار گروه مخابرات، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

*تهران، صندوق پستی ۱۳۵۵-۱۶۳۱۵

kmpour@eed.kntu.ac.ir

(دریافت مقاله: بهمن ۱۳۸۰، پذیرش مقاله: آبان ۱۳۸۱)

چکیده - افزایش روزافزون کاربران شبکه‌های مخابرات سیار در آینده موجب می‌شود، رویه‌های بهنگام‌سازی موقعیت و فراخوانی مرسوم، بخش عمده‌ای از ترافیک سیگنالدهی و همچنین پهنای باند رادیویی این شبکه‌ها را به خود اختصاص دهند. بنابراین روش مدیریت موقعیت در شبکه‌های سیار از مباحث مهم و بحرانی خواهد بود. در روش جدید مدیریت موقعیت که ارائه می‌شود، مناطق موقعیت و فراخوانی کاربران بر اساس پروفایل آنها به‌صورت دینامیکی استخراج می‌شود. پروفایل مورد نظر با استفاده از ثبت تعداد حرکتهای بین سلولی و متوسط زمان اقامت کاربر در هر سلول، به شکل یک گراف در سیستم گواشی وی ذخیره می‌شود. نتایج شبیه‌سازی روش پیشنهادی با استفاده از یک مدل تحرک مناسب نشان می‌دهد که نرخ بهنگام‌سازی موقعیت کاربران و تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده، نسبت به روش استاتیک تقلیل یافته و در نتیجه، هزینه کلی ناشی از سیگنالینگ شبکه کاهش می‌یابد. پیاده‌سازی روش پیشنهادی، مستلزم صرف هزینه‌هایی در شبکه و سیستم همراه است که به نظر می‌رسد با توجه به مزایای این روش، توجیه پذیر و مقرون به‌صرفه خواهد بود.

کلید واژگان: مدیریت موقعیت، مدل تحرک، بهنگام‌سازی موقعیت، فراخوانی، شبکه مخابرات سیار.

۱- مقدمه

برای برقراری ارتباط با کاربران شبکه مخابرات سیار لازم است شبکه از موقعیت کاربران خود اطلاع داشته باشد. اطلاع از موقعیت کاربران توسط رویه بهنگام‌سازی موقعیت^۱ و جستجوی کاربران در بین سلولها برای ایجاد ارتباط، به‌وسیله رویه فراخوانی^۲ انجام و هر دو رویه به‌عنوان ارکان مدیریت موقعیت شناخته می‌شوند. نیل به اهداف مورد نظر در مدیریت موقعیت با استفاده از گروه بندی سلولها، به‌صورت مناطق موقعیت^۳ (LA) و مناطق

فراخوانی^۴ (PA) انجام می‌گیرد. در اکثر سیستمهای سلولی، از جمله GSM^۵، هر منطقه فراخوانی منطبق بر یک منطقه موقعیت است و هر دو یکسان‌اند. هزینه کلی سیگنالینگ برای مدیریت موقعیت در شبکه، به اندازه مناطق موقعیت و تقسیم‌بندی آنها بستگی دارد، این تقسیم‌بندی به‌صورت یک مسئله بهینه‌سازی ترکیبی^۶ مطرح می‌شود که هدف آن، یافتن ترکیبی از منطقه بندی است که ضمن رعایت ظرفیت نهایی فراخوانی برای هر LA، کمترین نرخ تردد در بین مناطق موقعیت را داشته باشد. این تقسیم بندی می‌تواند بر

4. PA, Paging Area

5. Combinatorial Optimization

6. Combinatorial Optimization

1. LU, Location Updating

2. Paging

3. LA, Location Area

موقعیتهای مزبور، فراخوانی به‌نوبت انجام شود. بنابراین به‌علت بزرگ بودن مناطق فراخوانی، در روند برقراری مکالمات تأخیری زیاد ایجاد خواهد شد، ضمن اینکه تلفات آن در به‌کارگیری کانالهای فراخوانی نیز زیاد خواهد بود.

استفاده از پروفایل تحرک سلولی کاربران، راهکاری مناسب برای حل مشکل هزینه و تأخیر زیاد در فراخوانی است. بدین ترتیب می‌توان پس از گردآوری اطلاعات حرکتی بین سلولی هر کاربر، منطقه موقعیت دینامیک وی را تعیین کرد [۷]. مشکل عمده در این روش این است که به اطلاعات منطقه‌ای و توپولوژی سلولها و همچنین تخمین سرعت کاربران مورد نیاز است و مشخص نیست که شبکه چگونه باید این مقادیر را تعیین نماید. روش دیگری در [۸] ارائه شده که در آن از اطلاعات حرکتی بین سلولی هر کاربر که توسط سیستم همراه وی جمع‌آوری شده، استفاده می‌شود. مدل تحرک و الگوریتم استخراج منطقه موقعیت در این مقاله به‌صورت تحلیلی و مبتنی برمدلی از نوع زنجیر مارکوف است. در این مدل حرکتها به‌صورت یکطرفه فرض شده و مسیرهای برگشتی را نمی‌توان به‌طور همزمان در بین سلولها منظور کرد، به‌عبارت دیگر احتمال انتقال در حین برگشت یک کاربر به مبدأ خود، با احتمال انتقال در مسیر رفتن به مقصد، متفاوت و وابسته به زمان خواهد بود، در نتیجه الگوریتم مربوط به آن نیز کاربرد عملی نخواهد داشت. در این مقاله ابتدا الگوریتم مدیریت موقعیت دینامیک پیشنهادی مبتنی بر پروفایل تحرک سلولی کاربران ارائه می‌شود. سپس با استفاده از شبیه‌سازی، روش مطرح شده با روش استاتیک مقایسه می‌شود.

۲- الگوریتم مدیریت موقعیت دینامیک

از آنجا که روش پیشنهادی، مبتنی بر سابقه تحرک بین سلولی کاربران است، لازم است پروفایل تحرک هر کاربر ذخیره شود تا با استفاده از آن بتوان منطقه موقعیت دینامیک و مناطق فراخوانی وی را استخراج نموده و در رویه‌های

اساس آمار دسته‌جمعی کاربران، به‌صورت استاتیک یا مبتنی بر الگوی حرکتی هر یک از آنها به‌طور جداگانه، به‌صورت دینامیک انجام شود. بدین ترتیب دو نوع مدیریت موقعیت، بر اساس رویه‌های بهنگام‌سازی موقعیت و فراخوانی فوق‌الذکر انجام می‌شود. اگر چه منطقه‌بندیهای استاتیک نمی‌تواند برای هر یک از کاربران به‌طور جداگانه بهینه باشد، اما حسن این روش پیاده‌سازی ساده آن است.

از طرفی با افزایش روزافزون کاربران شبکه‌های سلولی و با توجه به محدودیت باند فرکانسی تخصیص یافته، برای افزایش ظرفیت سیستم چاره‌ای جز کوچکتر کردن سلولها و استفاده مکرر از پهنای باند وجود ندارد. در نتیجه حجم ترافیک حاصل از بهنگام‌سازی موقعیت و فراخوانی به روش استاتیک، مشکل بزرگی برای شبکه‌های سیار به‌وجود می‌آورد [۱]. به همین علت، به‌کارگیری روشهای دینامیک مدیریت موقعیت مورد توجه قرار گرفته است. دسته‌ای از این روشها بر استفاده از مختصات مکانی سلولهای شبکه مبتنی است [۲-۴]. به‌طور کلی در این روشها به اطلاعات توپولوژی سلولهای شبکه و تخمین سرعت کاربران نیاز است که این نیاز، پیاده‌سازی آنها را بسیار مشکل و تقریباً ناممکن می‌سازد. از آنجا که بخش اعظم فعالیت‌های روزانه بسیاری از افراد، منظم و تکراری است، دسته دیگری از روشهای دینامیک که بر استفاده از پروفایل حرکتی روزمره کاربران متکی است، مورد توجه قرار گرفته است. بدیهی است که این روشها برای افرادی که رفتاری کاملاً تصادفی و نامنظم دارند قابل استفاده نیست. در روشهای ارائه شده در [۶و۵] می‌توان مناطق موقعیت استاتیکی را که کاربر برطبق عادت روزانه خود از آنها عبور می‌کند در یک گروه قرار داده و به‌عنوان یک منطقه موقعیت دینامیک برای وی در نظر گرفت. در نتیجه، بهنگام‌سازی موقعیت در بین آن مناطق متغی خواهد شد. مشکل این روش آن است که برای پیدا کردن موقعیت هر کاربر لازم است برای تمامی منطقه

بهنگام سازی موقعیت و فراخوانی به کار برد. در این بخش هر یک از موارد ذکر شده تشریح می‌شود.

۲-۱- ذخیره سازی پروفایل کاربران

رفتار حرکتی افراد را در شبکه های سلولی می‌توان به صورت یک گراف جهت دار به نحوی ثبت و ذخیره کرد که گره های گراف، متناظر با سلولها و وزن لینکهای بین گره ها نشانگر تعداد دفعات جابه جایی بین سلولها باشند و زمان متوسط اقامت در هر سلول نیز به عنوان وزن آن گره در نظر گرفته شود. پس از ورود کاربر به سلول جدید، مقدار وزن لینک بین دو سلول مبدأ و مقصد، یک واحد افزایش یافته و در همان لحظه یک زمان سنج فعال می‌شود تا پس از خروج از سلول مقصد، زمان اقامت در آن را اندازه گیری نماید. در نتیجه با در دست داشتن زمان اقامت اندازه گیری شده، مقدار قبلی متوسط زمان اقامت در سلول و تعداد دفعات ورود به سلول، مقدار جدید متوسط زمان اقامت محاسبه شده و در حافظه مربوط بهنگام می‌شود.

۲-۲- الگوریتم بهنگام سازی موقعیت

با داشتن پروفایل هر کاربر به صورت نمودار تحرک در سیستم همراه، سلولهایی که فرکانس ورود به آنها بیش از دیگر سلولها است، قابل تشخیص خواهند بود و با قرار دادن آنها در یک دسته، یک منطقه موقعیت دینامیک^۱ ایجاد می‌شود. روند تعیین منطقه موقعیت مناسب برای هر کاربر می‌تواند با استفاده از روش لبریز^۲ انجام شود که در آن هر یک از گره های موجود در پروفایل تحرک کاربر، در روندی تکرار شوند، در صورتی به مجموعه منطقه دینامیک اضافه می‌شود که هزینه کلی تعریف شده را کاهش دهد. به عبارت دقیقتر در این روش به ازای هر گره اضافه شده، تعداد دفعات خروج از DLA، از روی مدل تحرک و با استفاده از

تخمین سرعت کاربر و مسافت طی شده مشخص شده و با به کارگیری آن و همچنین نرخ متوسط مکالمات دریافتی وی، هزینه کلی تعیین می‌شود [۸ و ۷]. سربار حاصل از الگوریتم فوق، به علت استفاده از عملیات تکرار شونده، زیاد بوده و هزینه زمانی نمونه ای از این الگوریتم به صورت $O(m^4)$ (مرتبه چهار) است که در آن پارامتر m ، تعداد سلولهای طی شده توسط کاربر است، ضمن اینکه مشکل تخمین سرعت کاربران نیز در این روش وجود دارد [۹].

با توجه به مطالب فوق، الگوریتم انتخاب شده برای استخراج منطقه موقعیت دینامیک در این مقاله، یکی از روشهای اکتشافی برای جستجو و پیمایش گرافها، به نام الگوریتم جستجوی عرضی^۳ یا BFS، با معیار متوسط گیری است که با گسترش همزمان و چند جانبه خود در کل گراف ضمن برخورداری از کمترین هزینه زمانی، نتیجه بسیار مناسبی را ارائه می‌کند [۱۰]. مراحل الگوریتم پیشنهادی برای استخراج منطقه موقعیت دینامیک از گراف تحرک در سیستم همراه به شرح زیر است:

۱- پس از گذشت مدت زمانی کافی برای شکل گیری پروفایل هر کاربر به مدت ۱۴ روز، با تعیین بیشترین زمان اقامت در سلولها، محل سکونت کاربر تعیین می‌شود.

۲- ابتدا متوسط وزن همه لینکهای ورودی و خروجی که آن را n_w می‌نامیم، محاسبه می‌شود. سپس آن تعداد از لینکهای که وزنشان بزرگتر یا مساوی n_w است، انتخاب شده و سلولهای متصل به آنها به مجموعه DLA الحاق می‌شود.

۳- بار دیگر در هر یک از گره های جدید، الگوریتم جستجو و انتخاب انجام می‌شود. بدین ترتیب بررسی و پیمایش گراف به صورت عرضی و چند جانبه ادامه می‌یابد.

۴- اگر به گره هایی برخورد شود که قبلاً انتخاب شده

1. Dynamic LA

2. Greedy

3. Breadth First Search

باشند، باید آنها از مجموعه گره های مرحله بعدی پیمایش گراف حذف شوند.

۵- مراحل ۳ و ۴ تا جایی تکرار می شود که هیچ گره واجد شرایطی در گراف باقی نمانده باشد یا ظرفیت نهایی منطقه موقعیت دینامیک پر شده باشد.

ظرفیت یاد شده عامل محدود کننده ای است که با توجه به هزینه کلی تعیین خواهد شد. متوسط وزن لینکها یعنی $\bar{n}_w$ در حقیقت معیاری برای شناسایی و انتخاب مسیرهای پر تردد است، به نحوی که اثر وزن لینکهای انتخاب شده در مرحله قبل را در گزینش لینکهای جدید وارد کرده و در نتیجه از افزایش بی مورد DLA جلوگیری می کند.

پس از تعیین DLA، فهرست تمامی سلولهای آن با گروه بندی خاصی که بعداً توضیح داده می شود، از طریق کانال سیگنالینگ به VLR مربوطه ارسال و ذخیره می شود تا عمل فراخوانی کاربر با استفاده از آن انجام گیرد. از زمان دریافت لیست DLA توسط VLR، کاربر شبکه می تواند آن را مورد استفاده قرار دهند. در این حالت، نحوه انجام رویه بهنگام سازی موقعیت به این صورت است که وقتی کاربر وارد سلول جدیدی می شود، اگر شماره آن در محدوده لیست DLA باشد، نیازی به هیچگونه بهنگام سازی موقعیت نخواهد داشت و اگر شماره آن در فهرست نباشد، حرکت انجام شده به منزله خروج از DLA تلقی شده و باید پیام بهنگام سازی موقعیت از نوع استاتیک^۱ به شبکه ارسال شود. بنابراین پیش فرض الگوریتم پیشنهادی این است که دسته بندی منطقه موقعیت استاتیک در شبکه سلولی قبلاً انجام شده و در نتیجه موقعیت یابی کاربران در خارج از منطقه دینامیک با استفاده از مناطق استاتیک صورت می گیرد. به عبارت دیگر منطقه بندی استاتیک همیشه در دسترس کاربران قرار دارد و منطقه موقعیت دینامیک مانند لایه ای جدید روی آن قرار خواهد گرفت. وقتی

کاربری در بین مناطق موقعیت استاتیک خارج از فهرست دینامیک او جابه جا شود، باز هم پیام ایجاد شده از نوع استاتیک خواهد بود. اما زمانی که وارد محدوده دینامیک شود، پیام بهنگام سازی موقعیت او از نوع دینامیک خواهد بود و از آنجا که فهرست DLA از قبل در VLR موجود است، کافی است پیام فوق به وسیله یک میدان کوتاه یک بیتی، از پیام استاتیک متمایز و قابل تشخیص شود، ضمن اینکه طول این نوع پیام به علت عدم نیاز به ارسال LAI^۲ کوتاهتر از پیام استاتیک خواهد بود. بنابراین به منظور ساده سازی محاسبات، با اندکی اغماض می توان اندازه دو پیام فوق را یکسان و برابر پیام بهنگام سازی در شبکه GSM فرض کرد.

۲-۳- الگوریتم فراخوانی

الگوریتم فراخوانی به صورت انتخابی^۳ بوده و کاربر را در سلولهایی که احتمال اقامت او بیشتر است، جستجو کرده و تعداد سلولهای تحت فراخوانی را به حداقل می رساند. پارامتر تعیین کننده در این الگوریتم، مدت زمان اقامت یا tr در هر سلول از DLA است که در مبدأ و مقصد، مقداری بزرگ و در سلولهای مسیر حرکت، مقداری بسیار کوچکتر است. احتمال حضور کاربر در هر سلول DLA، از تقسیم مقدار زمان اقامت در آن سلول، بر زمان کل اقامت در DLA به دست می آید. بنابراین با استفاده از این عامل، ابتدا سلولهای با احتمال حضور بالاتر و پس از آن، سلولهای با احتمال حضور پایین تر، مورد فراخوانی قرار می گیرند. هر یک از مجموعه سلولهای هم گروه به عنوان یک منطقه فراخوانی در نظر گرفته می شود. از طرفی تعداد مناطق فراخوانی، بسته به تأخیر حاصل در برقراری ارتباط با کاربر و تأثیر آن بر کیفیت سرویس، می تواند به چندین عدد برسد؛ اما در اینجا به هدف داشتن کمترین تأخیر، از فراخوانی دو

2. LA Identity

3. Selective

1. Static LU

مرحله ای استفاده می‌شود.

۷- اگر $\bar{n}_{next} > \bar{n}_{pre}$ ، برنامه متوقف می‌شود.

به این ترتیب پس از انجام الگوریتم فوق ترکیب بهینه PA_1 و PA_2 به دست آمده و با همین گروه بندی به VLR ارسال و در آنجا ذخیره می‌شود تا در زمان دریافت تماس، عمل فراخوانی مطابق با آن، توسط زیر سیستم رادیویی شبکه صورت گیرد.

۳- شبیه‌سازی و تحلیل

الگوریتم پیشنهادی با روش شبیه‌سازی کامپیوتری تحلیل و ارزیابی شده که در زیر تشریح می‌شود.

۳-۱- مدل تحرک

با توجه به اینکه روش مدیریت موقعیت پیشنهادی، بر مبنای پروفایل یا سابقه حرکتی روزانه عمل می‌کند، به نوعی مدل تحرک نیاز بوده که به رفتارها و فعالیت‌های واقعی کاربران نزدیک باشد تا ارزیابی دقیق‌تری از الگوریتم پیشنهادی به دست آید. بدین منظور برای شبیه‌سازی پروفایل تحرک کاربران، از مدلسازی زنجیر فعالیتهای روزانه افراد استفاده شده که هر یک از حالت‌های آن، همراه با شماره مخصوص، نشان دهنده یک فعالیت مانند، رفتن به محل کار، خرید، تفریح، بازگشت به منزل و کارهای متفرقه است و نیز یک ماتریس انتقال، احتمال حرکت بین حالت‌های مختلف را نمایش می‌دهد. علاوه بر ماتریس انتقال فعالیت، عامل دیگر در مدل تحرک، ماتریس مدت زمان فعالیت می‌باشد که مدت زمان لازم برای رسیدن به مقصد و پایان فعالیت یا زمان شروع فعالیت بعدی را مشخص می‌کند. مجموعه اطلاعات فوق می‌تواند نشانگر الگوی رفتاری خاص باشد که کاربران متعددی از آن تبعیت می‌کنند. بنابراین برای شبیه‌سازی پروفایل تحرک کاربر فرضی با الگوی رفتاری خاص، کافی است پس از تعیین محل‌های سکونت، کار، خرید و تفریح برای وی، زنجیر فعالیتهای روزانه او با استفاده از ماتریسهای مربوط به‌طور تصادفی طی شده و

احتمال حضور در هریک از دو منطقه فراخوانی، با جمع کردن احتمال حضور کاربر در سلولهای واقع در هر یک از آنها به دست آید، در نتیجه با توجه به دو احتمال به دست آمده و تعداد سلولهای هر PA ، تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده در کل مدت زمان اقامت در DLA، یعنی $\bar{n}_p$ را به صورت زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\bar{n}_p = n_{PA1} \cdot \left(\sum_{i \in PA1} tr_i / T \right) + n_{PA2} \cdot \left(\sum_{i \in PA2} tr_i / T \right) \quad (1)$$

که در آن n_{PA1} و n_{PA2} به ترتیب تعداد سلولهای واقع در منطقه فراخوانی اول و دوم و tr_i زمان اقامت در سلول i و T زمان کل حضور در DLA است. با توجه به توضیحات بالا مناسب ترین ترکیب انتخاب شده برای دو مجموعه PA_1 و PA_2 ، دارای کمترین مقدار $\bar{n}_p$ خواهد بود، لذا الگوریتم پیشنهادی برای تعیین مناطق فراخوانی، در طی عملیاتی تکرار شونده، عمل تخصیص سلولهای DLA را به PA_1 و PA_2 به نحوی انجام می‌دهد که تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده، یعنی $\bar{n}_p$ کمینه شود. مراحل انجام این الگوریتم به شرح زیر است:

۱- tr برای تمامی سلولهای DLA محاسبه می‌شود.

۲- متغیر $\bar{n}_{pre}$ محتوی یک عددی بسیار بزرگ و $\bar{n}_{next}$ برابر صفر، تعریف می‌شود.

۳- آرایه P_1 را به صورت تهی آرایه P_2 را برابر مجموعه DLA و دو آرایه PA_1 و PA_2 را به عنوان مجموعه‌های مناطق فراخوانی تعریف می‌کنیم.

۴- P_1 و P_2 را بترتیب در PA_1 و PA_2 قرار می‌دهیم.

۵- از بین مجموعه P_2 ، گرهي که بزرگترین مقدار tr دارد انتخاب کرده و به P_1 انتقال می‌دهیم.

۶- پس از محاسبه تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده و قراردادن آن در متغیر $\bar{n}_{next}$ ، اگر $\bar{n}_{next} < \bar{n}_{pre}$ ، آنگاه $\bar{n}_{next}$ را به جای $\bar{n}_{pre}$ قرار داده و به مرحله ۴ باز می‌گردیم.

همزمان براساس روش پیشنهادی دینامیک و همچنین استاتیک، پیاده سازی می شود. نرخ بهنگام سازی موقعیت تحت هر یک از ظرفیتهای DLA نیز به طور جداگانه و درحین حرکت کاربر از یک سلول به سلول دیگر، در دو حالت از دسته بندی استاتیک SLA20 و SLA30 ثبت می شود که نتیجه آن چهارده کمیت مختلف خواهد بود. پس از پایان روز بیست و هشتم، تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده $\bar{n}_{PD}$ و زمان اقامت کل در منطقه موقعیت دینامیک، T_{DLA} و استاتیک، T_{SLA} در دو هفته دوم محاسبه شده و همراه با کلیه متغیرهای مهم برنامه ذخیره می شود.

۳-۳- محاسبه هزینه کلی

هزینه کلی نرمالیزه شده مدیریت موقعیت CT، برای هر کاربر در یک بازه زمانی معین بر حسب بایت های رد و بدل شده در قسمت های مختلف شبکه، اعم از رادیویی و شبکه سیگنالدهی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$C_T = n_{LU} + N_{CA} \cdot n_p \cdot (C_p / C_{LU}) \quad (2)$$

که در آن n_{LU} مجموع تعداد بهنگام سازی های موقعیت، n_p تعداد سلولهای فراخوانی شده به ازای هر مکالمه دریافتی، C_p / C_{LU} نسبت هزینه فراخوانی به بهنگام سازی و N_{CA} مجموع تعداد مکالمات دریافتی در محدوده زمانی مورد نظر است. در هزینه یابی برای روش استاتیک، n_p برابر با تعداد کل سلولهای موجود در یک منطقه موقعیت استاتیک است. ضریب C_p / C_{LU} نیز مطابق [۲] و [۷] برابر ۰/۱ فرض می شود. مجموع تعداد مکالمات دریافتی در برنامه شبیه سازی به ازای محدوده زمانی سپری شده، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$N_{CA} = \lambda \cdot T \quad (3)$$

که در آن T مدت زمان بر حسب ساعت و λ نرخ متوسط مکالمات دریافتی بر حسب تعداد مکالمه در ساعت است. مقدار T برای ارزیابی به روش استاتیک برابر ۱۴۴۰۰ ساعت، یعنی چهارده روز است و λ هشت مقدار بین ۰/۰۵

اطلاعات لازم در پروفایل وی ذخیره شود. این پروفایل ها در واقع لیستی از سلولهای پیموده شده توسط کاربران فرضی در طی دوره ای چند روزه هستند که تعداد دفعات حضور و مدت زمان اقامت متوسط در هر سلول را نیز در بر دارند.

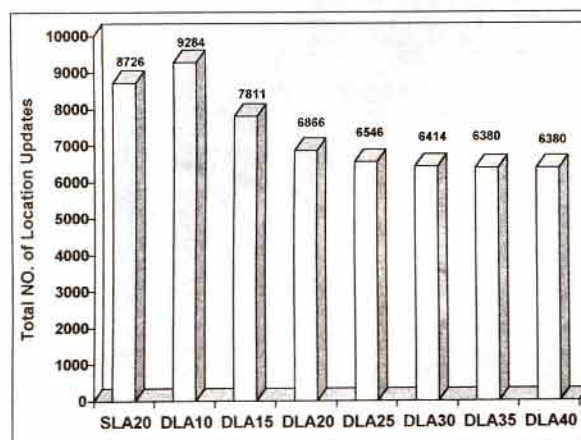
به این منظور با نمونه گیری از فعالیت اشخاص مختلف و تعیین فرکانس تقریبی رخداد فعالیت های روزانه آنها در طول هر هفته، احتمالات انتقال فعالیت هر یک جمع آوری و با توجه به آنها چهار نوع ماتریس احتمال انتقال فعالیت و مدت زمان فعالیت استخراج شده است. ماتریسهای نوع اول و دوم برای اشخاص با کار تمام وقت و ماتریسهای نوع سوم و چهارم برای اشخاص با کار پاره وقت با (دو شغل) در نظر گرفته شده است. الگوهای دوم و چهارم پرتحرک تر از الگوهای اول و سوم خواهند بود [۱۱].

۳-۲- شبیه سازی

ساختار سلولی مورد استفاده، از یک گراف ۱۲۰ تایی از سلولهای مربعی یکسان با ضلع یک کیلومتر تشکیل می شود. با فرض اینکه همگی تحت مدیریت یک MSC قرار دارند، شبکه ای به طول ۱۲ و عرض ۱۰ سلول را به وجود می آورند. به منظور ارزیابی روش پیشنهادی، شبکه سلولی مفروض یک بار به صورت مناطق موقعیت استاتیک ۲۰ تایی (SLA20) و بار دیگر به صورت ۳۰ تایی (SLA30) تقسیم بندی می شود. همچنین ظرفیت نهایی منطقه موقعیت دینامیک، هفت اندازه متفاوت - از ۱۰ تا ۴۰ - با پرشهای ۵ تایی منظور می شود که به اختصار به صورت DLA10 تا DLA40 نشان داده می شود. مدت زمان مورد نظر برای شبیه سازی، چهار هفته از تحرک یک جمعیت ۲۰۰ نفری کاربران است. پس از ذخیره پروفایل تحرک کاربران در دو هفته اول، مناطق موقعیت دینامیک و دو منطقه فراخوانی PA1 و PA2 متناظر با هر یک از آنها در روز چهاردهم استخراج شده و مدیریت موقعیت در دو هفته بعدی، به طور

از به‌کارگیری آن به‌دست نخواهد آمد، درحالی که هریک از اندازه‌های ۱۵ تا ۴۰، نرخ بهنگام‌سازی موقعیت را بین ۱۱ تا ۲۷ درصد کاهش می‌دهند. در مورد تقسیم‌بندی SLA30 نیز مطابق شکل ۲، ظرفیت ۱۰ موجب افزایش نرخ بهنگام‌سازی می‌شود و اندازه‌های ۱۵ تا ۴۰، بین ۶ تا ۲۳ درصد، نرخ بهنگام‌سازی را کاهش می‌دهند. به‌ازای بازی هر دو نوع تقسیم‌بندی استاتیک، میزان کاهش نرخ بهنگام‌سازی به‌ازای ظرفیتهای بزرگتر از DLA25 به یک حد اشباع رسیده و تغییر چشم‌گیری نخواهد داشت.

با توجه به شکل ۳ تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده در مقایسه با روش استاتیک کاهش بسیار خوبی یافته است، به‌طوری که به‌عنوان نمونه، میزان این کاهش برای DLA25 نسبت به دو اندازه استاتیک، یعنی SLA20 و SLA30 به ترتیب برابر ۸۷ و ۹۱ درصد است. هزینه کلی برای دو ظرفیت DLA10 و DLA40 تحت دو منطقه بندی SLA20 و SLA30، بر حسب مقادیر مختلف λ



شکل ۱ مجموع کل LU برای SLA20 و اندازه‌های مختلف DLA

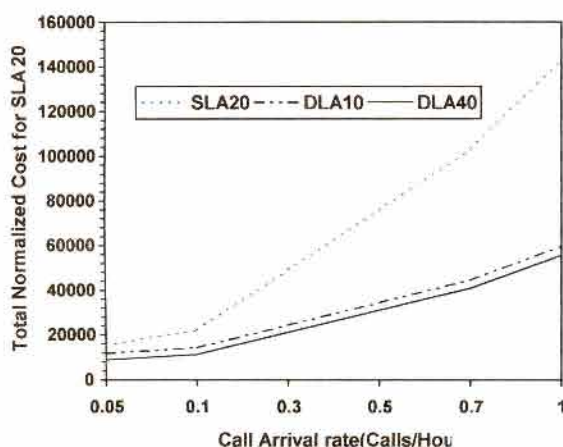
تا ۳ مکالمه در ساعت را به‌خود می‌گیرد. ضمناً مقدار n_{LU} نیز با توجه به نتیجه شبیه‌سازی در فایل خروجی هر کاربر مشخص و در دسترس است. از آنجا که در روش دینامیک پیشنهادی، مدیریت موقعیت در خارج از منطقه موقعیت دینامیک به‌صورت استاتیک انجام می‌شود، در نتیجه محاسبه هزینه برای این روش به صورت ترکیبی بوده و با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$C_{TP} = (n_{DSL} + n_{SDL} + n_{SSL}) + (\lambda \cdot T_{SLA} \cdot n_{PS} \cdot C_S) + (\lambda \cdot T_{DLA} \cdot n_{PD} \cdot C_D) \quad (4)$$

که در آن n_{DSL} ، n_{SDL} و n_{SSL} به ترتیب تعداد بهنگام‌سازی موقعیت در حین خروج از DLA، ورود به DLA و حرکت در منطقه استاتیک است. دو ضریب C_S و C_D ، نسبت C_P/C_{LU} برای روشهای استاتیک و دینامیک را نشان می‌دهند. همانطور که پیشتر اشاره شد، مقدار انتخاب شده برای C_S برابر ۰/۱ است اما مقدار C_D ، برابر ۰/۲۵ فرض می‌شود [۸]. تعداد متوسط مکالمات دریافتی برای دو ناحیه استاتیک و دینامیک، مطابق رابطه (۳) با استفاده از زمانهای اقامت در آنها یعنی T_{DLA} و T_{SLA} محاسبه می‌شود. n_{PS} تعداد سلولهای موجود در منطقه موقعیت استاتیک بوده و n_{PD} تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده در هر DLA است که توسط برنامه شبیه‌سازی برای هر کاربر محاسبه و ذخیره شده است.

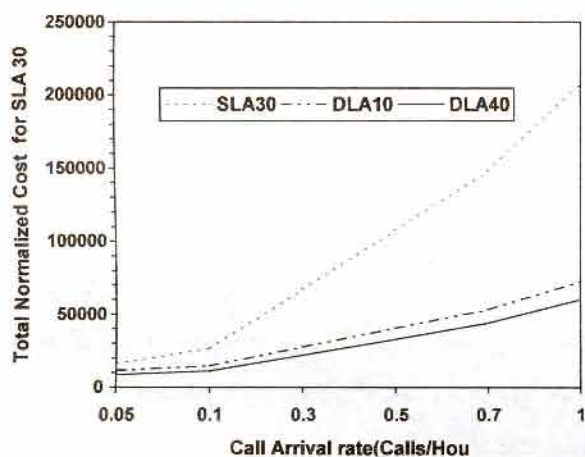
۳-۴- نتایج شبیه‌سازی

نتایج شبیه‌سازی براساس نرخ بهنگام‌سازی موقعیت، تعداد سلولهای فراخوانی شده و در نهایت هزینه کلی حاصل از دو روش مدیریت موقعیت استاتیک و دینامیک بررسی می‌شود. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با تقسیم‌بندی SLA20، کوچکترین ظرفیت یعنی DLA10، موجب افزایش نرخ کلی بهنگام‌سازی موقعیت دینامیک نسبت به روش استاتیک شده و در نتیجه هیچگونه بهره‌ای



شکل ۴ تغییرات هزینه کلی بر حسب نرخ مکالمات دریافتی، برای

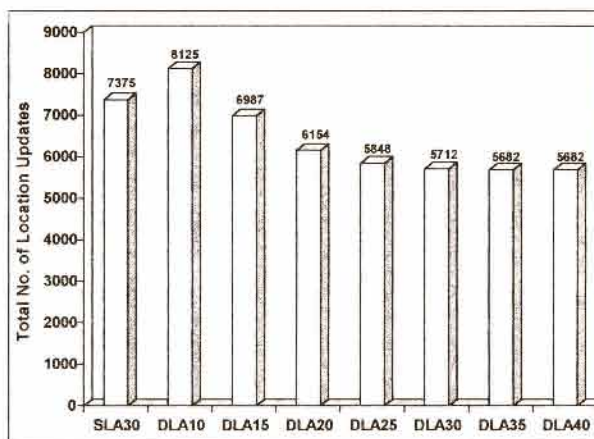
SLA20



شکل ۵ تغییرات هزینه کلی بر حسب نرخ مکالمات دریافتی، برای

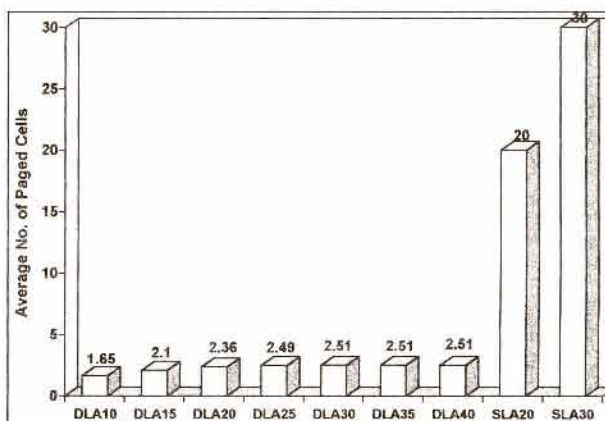
SLA30

شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این کمیت حداکثر در حدود ۶۰ تا ۶۵ سلول رشد خواهد داشت. لذا می‌توان با اندازه حافظه بیشینه‌ای متناسب با همین محدوده، عمده‌ترین مسیرهای تحرک کاربران را به صورت فشرده در SIM ذخیره کرد. اما با توجه به ظرفیت محدود حافظه پروفایل باید شاخه‌ها و گره‌های کم اهمیت گراف تحرک، به صورت دوره‌ای هرس شود تا از رشد بی‌فایده آن جلوگیری شود. به عنوان مثال می‌توان در دوره‌هایی متناوب، کلیه مقادیر لینکهای گراف را به یک ضریب خاص تقسیم کرد. در نتیجه اوزان مسیرهای



شکل ۲ مجموع کل LU برای SLA30 و اندازه‌های مختلف

DLA



شکل ۳ تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده به‌ازای هر مکالمه

دریافتی

از ۰/۰۵ تا ۱ مکالمه در ساعت، در شکل‌های ۴ و ۵ نیز نشان می‌دهد که به‌کارگیری روش دینامیک، هزینه کلی را بسته به نرخ λ و ظرفیت DLA، تقریباً بین ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان DLA25 را به عنوان ظرفیت نهائی مناسب در محیط مفروض، برای هر دو نوع منطقه بندی SLA20 و SLA30 انتخاب کرد و بدین‌وسیله هزینه کمتری برای نگهداری و ارسال فهرست DLA در شبکه و MSC متحمل شد.

۳-۵- نگهداری و ارسال فهرستها

بررسی طول پروفایل کاربران مفروض در دو هفته اول

پیاده سازی این روش، مستلزم صرف هزینه هایی برای افزایش حافظه در VLR و SIM نیز خواهد بود که با توجه به نتایج به دست آمده، می توان گفت هزینه این منابع، توجیه پذیر و مقرون به صرفه خواهد بود. از آنجا که الگوریتم مطرح شده برای افرادی که رفتاری تصادفی دارند قابل استفاده نیست، لذا تعیین معیار یا معیارهای مناسب برای تشخیص کاربران تصادفی و پرتحرک از بقیه کاربران، مهم است. از میان عواملی که باید بررسی شود، رشد اندازه پروفایل تحرک کاربران در یک محدوده زمانی مهم است، زیرا بالا بودن نرخ پر شدن حافظه پروفایل یا لبریز شدن زود هنگام ظرفیت نهایی آن، نشان دهنده تحرک زیاد و نامنظم کاربر بوده و باید به عدم اجرای الگوریتم محاسبه DLA برای او منجر شود. همچنین نحوه بهنگام سازی بهتر پروفایل کاربران نیز از مواردی است که باید در مطالعات آتی، به طور دقیقتر بررسی شود. امکان استفاده از پروفایل های کاربران در زمینه هایی مانند، بررسی نقاط ضعف پوشش رادیویی شبکه و همچنین اولویت بندی های دست به دست شدن^۱ و اشکالات مربوط به آن، به نوبه خود جالب توجه است.

۵- منابع

- [1] Meier-Hellstern, K.S.; Alonso E.; O' Neil, D.R.; "The Use of SS7 and GSM to Support High Density Personal Communication;" ICC'92 Proc.II; Chicago; 1995; pp 356-362.
- [2] Xie, H.; Tabbane, S.; Goodman, D.; "Dynamic Location Area Management And Performance Evaluation;" IEEE VTC Proc.42; 1993; pp. 536-539.
- [3] Bar-Noy, A.; Kessler, I.; Sidi, M.; "Mobile users: to Update or not to Update?;" IEEE INFOCOM; 1994; pp. 570-576.
- [4] Madhow, U.; Honig, M.L.; Steiglitz, K.; "Optimization of Wireless Resources for Personal Communication Mobility Tracking;" IEEE Trans. Networking; Vol.

1. Hand over

مهم که در دوره بعدی، افزایش و رشدی بیشتر از مسیرهای کم رفت و آمد خواهند داشت، به شکل واضحی قابل تشخیص خواهند بود و در عوض اوزان مسیرهای کم اهمیت که رشد کمتری دارند، همچنان در حدی ناچیز باقی خواهند ماند و بنابراین می توان آنها را حذف کرد. مطابق الگوریتم مطرح شده، به منظور انجام فراخوانی توسط شبکه باید فهرست DLA در قالب دو گروه، PA1 و PA2 به VLR انتقال یابد، که با فرض اندازه بیشینه ۲۵ برای DLA، حداکثر حجمی برابر با ۱۰۰ بایت خواهد داشت. با توجه به مقادیر حجم بایتهای نمونه روی رابطهای مختلف مندرج در [۵]، برای بهنگام سازی موقعیت و اضافه کردن مقدار حجم بایتهای DLA به آنها می توان گفت که ارسال هر فهرست ۲۵ تایی از نظر حجم پیامهای مبادله شده، هزینه ای معادل دو تا سه برابر هزینه بهنگام سازی خواهد داشت. بنابراین هزینه کلی ارسال فهرست و بهنگام کردن آن در VLR برای هر کاربر، مستقیماً بستگی به فرکانس تغییر رفتار وی خواهد داشت. به عبارت بهتر هزینه هر بار ارسال فهرست، به مقدار زمان پایبند بودن به آن سرشکن می شود. مقدار حافظه ای که برای ذخیره سازی هر DLA در VLR باید به کار رود با فرض ظرفیت نهایی DLA25 و جمعیتی برابر ۱۰۰۰۰۰ نفر به ازای یک VLR، معادل ۱۰ مگا بایت خواهد بود.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله یک روش مدیریت موقعیت دینامیک برای شبکه های مخابرات سیار - که مبتنی بر پروفایل حرکتی بین سلولی کاربران است - و همچنین روشی برای مدل سازی تحرک ارائه شد. نتایج شبیه سازی روش پیشنهادی نشان می دهد که نرخ بهنگام سازی موقعیت کاربران و تعداد متوسط سلولهای فراخوانی شده، تقلیل یافته و به دنبال آن هزینه کلی سیگنالدهی در شبکه نسبت به روش استاتیک کاهش می یابد.

- VTC; 1998; pp. 259-263.
- [9] Chang, R.F.; Chen, K.T.; "Dynamic Mobility Tracking for Wireless Personal Communication Networks;" Proc. IEEE VTC; 1997; pp. 448-452.
- [10] McHugh, J.A.; Algorithmic Graph Theory, McGraw Hill; 1990.
- [۱۱] نوریان، حمیدرضا؛ "مطالعه و شبیه سازی مدیریت موقعیت در شبکه های سلولی؛" پایان نامه کارشناسی ارشد برق؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ ۱۳۸۰.
- 3, No.6; Dec.1995; pp. 698-707.
- [5] Tabbane, S.; "An Alternative Strategy for Location Tracking;" IEEE J. Selected Areas Commun.; Vol. 13; 1995; pp. 880-822.
- [6] Pollini, G.P.; Lin, C. I.; "A Profile-Based Location Strategy and Its Performance;" IEEE J. Selected Areas Commun.; Vol 15; Oct. 1995; pp. 1415-1424.
- [7] Kim, S.J.; Lee, C.Y.; "Modeling and Analysis of the Dynamic Location Registration and Paging in Microcellular Systems" IEEE Trans. VTC; Vol. 45, No. 1; Feb 1996; pp. 324-328.
- [8] Gu, D.; Rappaport, S.; "A Dynamic Location Tracking Strategy for Mobile Communication Systems;" Proc. IEEE