



دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات  
دانشگاه صنعتی امیر کبیر

سمینار کارشناسی ارشد  
در رشته فناوری اطلاعات گرایش مالتی مدیا

## بررسی مقایسه‌ای انواع سرویس‌های مکانی

### در شبکه‌های سیار موردی

توسط :

مهسا بکتاش مطلق

استاد درس سمینار :

جناب دکتر دهقان

استاد مشاور :

جناب دکتر رهمتی

پاییز ۸۴

خدا

بناہ

## چکیده

پروتکل‌های مسیریابی خود مختار تصمیمات به جلو راندن<sup>1</sup> را براساس موقعیت جغرافیایی مقصد یک بسته اتخاذ میکند. غیر از موقعیت مقصد بسته، هر گره احتیاج دارد که فقط موقعیت خودش و موقعیت همسایه های با یک گام فاصله از خودش را بداند. چون نگهداری مسیر صریح ضروری نیست، مسیریابی براساس موقعیت<sup>2</sup> حتی اگر شبکه دارای پویایی بالا نیز باشد بخوبی مقیاس پذیر است و این یک حسن بزرگ در شبکه های سیار خود مختار است که توپولوژی آنها بطور مکرر در حال تغییر است می باشد. این پیش نیاز برای مسیریابی مبتنی بر موقعیت ضروری است که فرستنده بتواند موقعیت جاری مقصد را بدست آورد. بنابراین اخیرا سرویس های مکانی<sup>3</sup> علاوه بر استراتژی ارسال بسته های براساس موقعیت مورد بحث قرار گرفته است.

پروتکل های مسیریابی جغرافیایی اجازه مسیریابی بدون حالت را با گرفتن فواید اطلاعات مکان گرهای سیار در شبکه های خود مختار سیار (MANET) میدهد بنابراین بطور اعلائی مقیاس پذیر است. یک چالش مهم در پروتکل‌های مسیریابی جغرافیایی طراحی سرویس مکان توزیع شده است که مکان گره سیار را دنبال کند. مقایسه کارآیی از سه سرویس مکان مبتنی بر - مکان ملاقات که یک محدوده ای از انتخابهای طراحی را پوشش میدهد نشان میدهد که: پروتکل مبتنی بر (XYLS) Quorum مکان هر گره را به  $O(\sqrt{N})$  گره منتشر میکند، یک پروتکل سلسله مراتبی (GLS) مکان هر گره را به  $O(\log(N))$  گره منتشر میکند و یک پروتکل مبتنی بر - درهم ساز جغرافیایی (GHLS) هر مکان گره را به  $O(1)$  گره منتشر میکند.

کلید واژه: پروتکل‌های مسیریابی خود مختار- مسیریابی مبتنی بر موقعیت- پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر توپولوژی- سرویس مکانی

---

<sup>1</sup> forwarding

<sup>2</sup> position-based routing

<sup>3</sup> location services

## فهرست مطالب

۳	چکیده .....
۴	فهرست مطالب .....
۶	فهرست اشکال .....
۷	فهرست جداول .....
۸	مقدمه .....
۱۱	۱) مروری بر مسیریابی مبتنی بر موقعیت در شبکه های سیار خود مختار .....
۱۱	مقدمه : .....
۱۲	۱-۱) مسائل و اصول اساسی .....
۱۳	۲-۱) سرویس های مکانی .....
۱۳	۳-۱) الگوریتم مسیریابی اثر فاصله برای تحرک .....
۱۴	۴-۱) سرویس مکانی براساس گرُم .....
۱۶	۵-۱) سرویس مکان توری .....
۱۷	۶-۱) قلمرو خانگی .....
۱۷	۷-۱) استراتژی های به جلو راندن .....
۱۷	۱-۷-۱) جلو راندن بسته حریمانه .....
۲۱	۲-۷-۱) رانش سیل آسا جهت دار محدود شده .....
۲۲	۸-۱) مسیریابی سلسله مراتبی .....
۲۲	۱-۸-۱) مسیریابی Terminodes .....
۲۳	۲-۸-۱) مسیریابی توری .....
۲۳	۹-۱) مقایسه ها .....
۲۴	۱-۹-۱) سرویس مکانی .....
۲۶	۲-۹-۱) استراتژی های رانش .....
۲۸	خلاصه .....
۳۱	۲) سرویس های مکانی .....
۳۲	۱-۲) سرویس های مکانی قلمرو خانگی .....
۳۴	۲-۲) سرویس های مکانی براساس گرُم .....
۳۴	۱-۲-۲) سیستم گرُم یکپارچه (UQS) .....
۳۵	۲-۲-۲) متد سطری _ ستونی .....
۳۶	۳-۲-۲) سرویس مکانی گرید .....
۴۳	۴-۲-۲) دواير دوگانه .....
۴۴	۵-۲-۲) جزئیات گرُم .....
۴۵	۳-۲) سیستم های پخش مکانی پیش فعال .....
۴۵	۱-۳-۲) سرویس مکانی DREAM .....
۴۶	۲-۳-۲) سرویس مکانی ساده (SLS) .....
۴۷	۳-۳-۲) Ants .....
۴۷	۴-۳-۲) سرویس ناحیه جغرافیایی (GRSS) .....

۴۷	.....DR	تکنیک پیش‌بینی مکان: DR
۴۸	.....	سیستم‌های مکانی انفعالی
۴۹	.....	سرویس مکانی انفعالی (RLS)
۴۹	.....	سرویس مکانی انفعالی (RLS)
۴۹	.....	مسیریابی به کمک جستجوی مکانی (LOTAR)
۵۱	.....	مقایسه کارآیی سرویس مکانی برای مسیریابی خود مختار جغرافیایی
۵۱	.....	مقدمه
۵۱	.....	رده بندی سرویس های مکانی
۵۲	.....	مقایسه تحلیلی اثر جابجایی
۵۳	.....	بررسی کارآیی سرویس مکانی
۵۳	.....	مقایسه مقداری سه پروتکل :
۵۴	.....	توازن بار
۵۵	.....	اثر هم جواری در الگو ترافیک
۵۶	.....	مقیاس پذیری
۵۸	.....	مراجع

## فهرست اشکال

- شکل 1-1) بلوکهای ساختاری و شرایط برای دسته بندی ..... ۱۳
- شکل ۱-۲) اثر فاصله ..... ۱۴
- شکل ۱-۳) یک quorum ..... ۱۵
- شکل ۱-۴) GLS ..... ۱۶
- شکل ۱-۵) استراتژی مسیریابی حریمانه ..... ۱۸
- شکل ۱-۶) خرابی مسیریابی گریدی ..... ۱۹
- شکل ۱-۷) گراف غیر مسطح ..... ۲۰
- شکل ۱-۸) پیمایش گراف مسطح ..... ۲۰
- شکل ۱-۹) مثال برای ناحیه مورد انتظار در DERAM ..... ۲۱
- شکل ۱-۱۰) مثال ناحیه های درخواست و مورد انتظار در LAR ..... ۲۲
- شکل ۲-۱) مثالی از سرویس مکانی قلمرو خانگی ..... ۳۳
- شکل ۲-۲) مشکل موجود در روش سطری-ستونی ..... ۳۵
- شکل ۲-۳) یک مثال توری ..... ۳۸
- شکل ۲-۴) یک مثال GLS ..... ۳۹
- شکل ۲-۵) مثالی از بروزرسانی مکانی در روش دواير دوگانه ..... ۴۳
- شکل ۲-۶) تاثیر فاصله ..... ۴۵
- شکل ۲-۷) متود لایه بندی در DRM ..... ۴۸
- شکل ۲-۹) نرخ موفقیت درخواست GLS ..... ۴۲
- شکل ۲-۱۰) سربرار بسته ..... ۴۲
- شکل ۲-۱۱) سربرار بایت ..... ۴۳
- شکل ۳-۱) طبقه بندی سرویس های مکانی ..... ۵۲
- شکل 3-1-a) نرخ موفقیت درخواست ..... ۵۶
- شکل 3-1-b) PDR ..... ۵۷
- شکل 3-1-c) سربرار پروتکل LS نرمال شده ..... ۵۷

## فهرست جداول

جدول 2-1	مشخصات سرویس مکان های ارائه شده	۲۵
جدول 3-1	مشخصات استراتژی های ارسال ارائه شده	۲۶
جدول ۲-۱	فیلدهای بسته Hello	۳۷
جدول ۲-۲	جزئیات شبیه سازی	۴۱
جدول ۳-۱	مقایسه سه سرویس مکانی	۵۳
جدول ۳-۲	سربار پروتکل LS برای ۶۰۰ گره شبکه	۵۴
جدول ۳-۳	طول متوسط درخواست و پاسخ درخواست	۵۴
جدول ۳-۴	سربار پروتکل LS درونی و بیرونی ناحیه $\alpha$ ۰/۵	۵۵
جدول ۳-۵	اثر هم جواری درالگو ترافیک	۵۶

## مقدمه

در سالهای اخیر دستیابی پذیری گسترده ارتباطات بی سیم و دستگاههای دستی، مشابه تحقیق روی شبکه های " خود سازمان ده"<sup>۱</sup> که نیازمند یک فراساختار پیش برقرار<sup>۲</sup> نباشند شده است. این شبکه های خود مختار شامل گرههای خود مختار<sup>۳</sup> که برای انتقال اطلاعات به یکدیگر همکاری میکنند هستند. معمولا این گرورها در آن واحد هم بعنوان سیستم پایانی و هم روتور عمل میکنند.

یک شبکه خود مختار مجموعه ای از گرههای سیار بی سیم است که بطور یکپارچه یک شبکه را بدون یک مدیر کاربری با پیکر بندی خاص تشکیل میدهد. هر گره در یک شبکه خود مختار مسئول اطلاعات مسیریابی و بنابراین همکاری و نگهداری اتصال شبکه بین همسایگانش می باشد. تعدادی سناریو وجود دارد که زیر ساختار شبکه ای در دسترس ندارد و مفیدتر از ایجاد یک شبکه خود مختار است.

عملیات امنیتی<sup>۴</sup>: نصب سریع یک زیر ساخت ارتباطی در هنگام یک حادثه محیطی/ طبیعی یا ناشی از تروریسم که ساختار قبلی را خراب کرده باشد.

انجام فعالیتهای قانونی: نصب سریع یک زیر ساخت ارتباطی در هنگام عملیات خاص

ماموریت تاکتیکی: نصب سریع یک زیر ساخت ارتباطی در یک قلمرو ناشناخته متخاصم

پروژه های تجاری: نصب ساده یک زیر ساخت ارتباطی برای اجتماعات تجاری همچون کنفرانس ها، نمایشگاه

ها، میتینگ ها، Work Shop ها

کلاسهای آموزشی: نصب ساده یک زیر ساخت ارتباطی برای ایجاد یک کلاس تعاملی مورد درخواست

شبکه های خود مختار می توانند به دو کلاس تقسیم گردند: ایستا و سیار. در شبکه های ایستا خود مختار موقعیت یک گره به محض اینکه قسمتی از یک شبکه شود قابل تغییر نیست. مانند شبکه های rooftop. در ادامه این کار ما منحصر روی شبکه های خود مختار سیار تمرکز خواهیم کرد.

در شبکه های خود مختار سیار گرورها ممکن است بطور اختیاری حرکت کنند. بطور مثال محلی که شبکه های خود مختار سیار می توانند بکار گرفته شوند در برقراری ارتباط بین دستگاهی دستی<sup>۵</sup> یا بین وسایل نقلیه است. زیرا شبکه های خود مختار سیار مکرر توپولوژی شان را بدون توجه به وضعیت قبلی تغییر میدهند، مسیریابی در چنین شبکه هایی یک کار چالش انگیز است. ما دو دیدگاه متفاوت را تشریح میکنیم: مسیریابی مبتنی بر توپولوژی<sup>۶</sup>، مسیریابی مبتنی بر موقعیت<sup>۷</sup>.

پروتکلهای مسیریابی مبتنی بر توپولوژی برای انجام عمل به جلو راندن بسته ها از اطلاعات لینکهای موجود در شبکه استفاده می کنند. آنها میتوانند به دیدگاههای پیش فعال و انفعالی و ترکیبی تقسیم میشوند.

الگوریتم های پیش فعال از استراتژی های مسیریابی کلاسیک مانند مسیریابی بردار فاصله<sup>۸</sup> (DSDV) یا مسیریابی حالت - لینک<sup>۹</sup> (OLSR، TBRPF) استفاده میکنند. آنها اطلاعات مسیریابی درباره مسیره های در دسترس در شبکه را نگه میدارند. حتی اگر این مسیره ها در حال حاضر (وضعیت جاری) مورد استفاده نباشند. اشکال اصلی این دیدگاه ها آن است که نگهداری این مسیر های بلا استفاده (اگر توپولوژی شبکه مکرر در حال تغییر باشد) میتواند قسمت مهمی از پهنای باند در دسترس را اشغال کند

<sup>1</sup> self-organizing

<sup>2</sup> pre-established

<sup>3</sup> autonomous

<sup>4</sup> rescue/emergency

<sup>5</sup> Handheld

<sup>6</sup> topology-Based routing

<sup>7</sup> position-based routing

<sup>8</sup> distance vectore

<sup>9</sup> link-state

در پاسخ به این مشکل ، پروتکل‌های مسیریابی انفعالی توسعه داده شدند ( AODV ، TORA ، DSR ). پروتکل‌های مسیریابی انفعالی فقط مسیریابی را که در حال حاضر مورد استفاده هستند نگهداری میکنند بنابراین بار روی شبکه کاهش می یابد به دلیل اینکه فقط یک بخش کوچکی از مسیرهای در دسترس در هر زمان در حال استفاده هستند. اما آنها هنوز بعضی محدودیتهای ذاتی را دارند : اولاً چون فقط مسیرهای در حال استفاده نگهداری می شوند بنابراین قبل از اینکه بتوان بین یک زوج ارتباطی بسته ها را مبادله کرد باید کشف مسیر انجام گیرد که این باعث یک تاخیر روی اولین بسته ای که باید انتقال یابد میگردد. ثانیاً حتی در بین مسیرهای نگهداری شده برای الگوریتم انفعالی که فقط به مسیرهای در حال استفاده محدود میشود هنوز هم ممکن است که بخش مهمی از ترافیک شبکه هنگامیکه توپولوژی شبکه بطور مکرر تغییر میکند تولید شود در نهایت بسته های ارسال شده به یک مقصد تقریباً از دست میروند اگر مسیر به گره مقصد تغییر یابد.

پروتکل‌های مسیریابی خود مختار ترکیبی مانند ZRP ترکیب مسیریابی پیش فعال محلی و مسیریابی انفعالی سراسری برای دسترسی به سطح بالایی از کارایی و مقیاس پذیری است. اما حتی ترکیب هر دو استراتژی هم نیاز دارد که حداقل اطلاعات مسیرهای در حال استفاده را نگهداری نماید. محدود کردن میزان تغییر توپولوژیکی میتواند در یک مدت زمان مشخص قابل تحمل باشد. خلاصه و مقایسه از دیدگاههای مبتنی بر توپولوژی در مقالات وجود دارد. در ادامه انحصاراً روی مسیریابی مبتنی بر موقعیت تمرکز میکنیم.

الگوریتم های مسیریابی مبتنی بر موقعیت بعضی از محدودیتهای مسیریابی مبتنی بر توپولوژی را با استفاده از اطلاعات اضافه تر حذف میکند. آنها نیازمند اطلاعاتی در باره موقعیت فیزیکی گرههای همکار که قابل دسترسی هستند می باشند. بطور عام هر گره موقعیت خودش را با استفاده از GPS یا هر نوع سرویس موقعیت یاب دیگر تعیین میکند. خلاصه ای از این متدها در وجود دارد. یک سرویس مکانی بوسیله فرستنده یک بسته برای تعیین موقعیت مقصد و قرار دادن آن در اطلاعات آدرس مقصد بسته استفاده می شود. سپس تصمیمات مسیریابی در هر گره براساس موقعیت مقصد موجود در آدرس بسته و موقعیت همسایه های گرههای ارسال کننده اتخاذ میگردد. بنابراین مسیریابی مبتنی بر موقعیت نیازمند برقراری یا نگهداری مسیرها نیست. گرهها نه اطلاعات جدول مسیریابی را ذخیره میکنند و نه پیغام هایی را برای بروزرسانی جداول ارسال میکنند. مسیریابی مبتنی بر موقعیت تحویل بسته ها به همه گرهها در یک ناحیه جغرافیای داده شده با یک روش طبیعی را پشتیبانی میکند. این نوع سرویس پخش جغرافیایی<sup>1</sup> نامیده میشود. در این مقاله خلاصه ای از مسیریابی مبتنی بر موقعیت را برای شبکه های خود مختار سیار و انواع سرویس های مکانی و مقایسه ای از عملکرد سرویس های مکانی در شبکه های پارامترهای مختلف تعداد گره و جابجایی ارائه میدهم.

---

<sup>1</sup> Geocasting

## فصل اول :

مروری بر مسیریابی بر پایه موقعیت در

شبکه های سیار خودمختار

## ۱) مروری بر مسیریابی مبتنی بر موقعیت در شبکه های سیار خود مختار

### مقدمه :

شبکه های خود مختار می توانند به دو کلاس تقسیم گردند : ایستا و سیار. در شبکه های ایستا خود مختار موقعیت یک گره به محض اینکه قسمتی از یک شبکه شود قابل تغییر نیست. مانند شبکه های rooftop. در ادامه این کار ما منحصرآ روی شبکه های خود مختار سیار تمرکز خواهیم کرد.

در شبکه های خود مختار سیار گرهها ممکن است بطور اختیاری حرکت کنند. بطور مثال محلی که شبکه های خود مختار سیار می توانند بکار گرفته شوند در برقراری ارتباط بین دستگاهی دستی<sup>۱</sup> یا بین وسایل نقلیه است. زیرا شبکه های خود مختار سیار بطور مکرر توپولوژی شان را بدون توجه به وضعیت قبلی تغییر میدهند ، مسیریابی در چنین شبکه هایی یک کار چالش انگیز است. ما دو دیدگاه متفاوت را تشریح میکنیم : مسیریابی مبتنی بر توپولوژی<sup>۲</sup> ، مسیریابی مبتنی بر موقعیت<sup>۳</sup>. [۱]

پروتکل های مسیریابی مبتنی بر توپولوژی برای انجام عمل به جلو راندن بسته ها از اطلاعات لینک های موجود در شبکه استفاده می کنند. آنها میتوانند به دیدگاه های پیش فعال و انفعالی و ترکیبی تقسیم میشوند.

الگوریتم های پیش فعال از استراتژی های مسیریابی کلاسیک مانند مسیریابی بردار فاصله<sup>۴</sup> ( DSDV ) یا مسیریابی حالت - لینک<sup>۵</sup> ( TBRPF ، OLSR ) استفاده میکنند. آنها اطلاعات مسیریابی درباره مسیره های در دسترس در شبکه را نگه میدارند. حتی اگر این مسیره ها در حال حاضر (وضعیت جاری) مورد استفاده نباشند. اشکال اصلی این دیدگاه ها آن است که نگهداری این مسیر های بلا استفاده (اگر توپولوژی شبکه مکررا در حال تغییر باشد ) میتواند قسمت مهمی از پهنای باند در دسترس را اشغال کند. [۲]

در پاسخ به این مشکل ، پروتکل های مسیریابی انفعالی توسعه داده شدند ( AODV ، TORA ، DSR ). پروتکل های مسیریابی انفعالی فقط مسیره هایی را که در حال حاضر مورد استفاده هستند نگهداری میکنند بنابراین بار روی شبکه کاهش می یابد به دلیل اینکه فقط یک بخش کوچکی از مسیره های در دسترس در هر زمان در حال استفاده هستند. اما آنها هنوز بعضی محدودیتهای ذاتی را دارند : اولاً چون فقط مسیره های در حال استفاده نگهداری می شوند بنابراین قبل از اینکه بتوان بین یک زوج ارتباطی بسته ها را مبادله کرد باید کشف مسیر انجام گیرد که این باعث یک تاخیر روی اولین بسته ای که باید انتقال یابد میگردد. ثانیاً حتی در بین مسیره های نگهداری شده برای الگوریتم انفعالی که فقط به مسیره های در حال استفاده محدود میشود هنوز هم ممکن است که بخش مهمی از ترافیک شبکه هنگامیکه توپولوژی شبکه بطور مکرر تغییر میکند تولید شود در نهایت بسته های ارسال شده به یک مقصد تقریباً از دست میروند اگر مسیر به گره مقصد تغییر یابد.

پروتکل های مسیریابی خود مختار ترکیبی مانند ZRP ترکیب مسیریابی پیش فعال محلی و مسیریابی انفعالی سراسری برای دسترسی به سطح بالایی از کارایی و مقیاس پذیری است. اما حتی ترکیب هر دو استراتژی هم نیاز دارد که حداقل اطلاعات مسیره های در حال استفاده را نگهداری نماید. محدود کردن میزان تغییر توپولوژیکی میتواند در یک مدت زمان مشخص قابل تحمل باشد. خلاصه و مقایسه از دیدگاه های مبتنی بر توپولوژی در مقالات وجود دارد. [۲] در ادامه انحصاراً روی مسیریابی مبتنی بر موقعیت تمرکز میکنیم.

<sup>1</sup> Handheld

<sup>2</sup> topology-Based routing

<sup>3</sup> position-based routing

<sup>4</sup> distance vectore

<sup>5</sup> link-state

الگوریتم های مسیریابی مبتنی بر موقعیت بعضی از محدودیتهای مسیریابی مبتنی بر توپولوژی را با استفاده از اطلاعات اضافه تر حذف میکند. آنها نیازمند اطلاعاتی در باره موقعیت فیزیکی گرهای همکار که قابل دسترس هستند می باشند. بطور عام هر گره موقعیت خودش را با استفاده از GPS یا هر نوع سرویس موقعیت یاب دیگر تعیین میکند.[۴]. خلاصه ای از این متدها در وجود دارد. یک سرویس مکانی بوسیله فرستنده یک بسته برای تعیین موقعیت مقصد و قرار دادن آن در اطلاعات آدرس مقصد بسته استفاده می شود. سپس تصمیمات مسیریابی در هر گره براساس موقعیت مقصد موجود در آدرس بسته و موقعیت همسایه های گرهای ارسال کننده اتخاذ میگردد. بنابراین مسیریابی مبتنی بر موقعیت نیازمند برقراری یا نگهداری مسیرهها نیست. گرهای نه اطلاعات جدول مسیریابی را ذخیره میکنند و نه پیغام هایی را برای بروزرسانی جداول ارسال میکنند. مسیریابی مبتنی بر موقعیت تحویل بسته ها به همه گرهای در یک ناحیه جغرافیای داده شده با یک روش طبیعی را پشتیبانی میکند. این نوع سرویس پخش جغرافیایی<sup>۱</sup> نامیده میشود. در این مقاله خلاصه ای از مسیریابی مبتنی بر موقعیت را برای شبکه های خود مختار سیار ارائه میدهم.

## ۱-۱) مسائل و اصول اساسی

قبل از اینکه یک بسته ارسال گردد ضروری است که موقعیت مقصد آن تعیین گردد. یک سرویس مکانی مسئول انجام این وظیفه است. سرویس های مکانی موجود براساس تعداد گرهای میزبان سرویس دسته بندی میشوند. این میتواند شامل همه یا بخشی از گرهای شبکه باشد. بنابراین هر سرور مکان ممکن است که موقعیت بعضی یا همه گرهای شبکه را نگه دارد. این سرویس ها به چهار دسته تقسیم میشوند: بعضی برای بعضی<sup>۲</sup>، بعضی برای همه<sup>۳</sup>، همه برای بعضی<sup>۴</sup>، همه برای همه<sup>۵</sup> [۳].

در مسیریابی مبتنی بر موقعیت، تصمیم به جلو راندن بوسیله یک گره ابتدا براساس موقعیت یک بسته و موقعیت یک همسایه با یک گام فاصله است. موقعیت مقصد در هدر بسته قرار گرفته است. اگر یک گره موقعیت دقیقتری از موقعیت مقصد را بداند میتواند قبل از به جلو راندن بسته، موقعیت را بروز کند. موقعیت همسایه ها بطور عادی از طریق همه پخش یک گام یادگیری میشود. این امواج رادیویی راهنما<sup>۶</sup> بطور دوره ای بوسیله همه گرهای ارسال میگردند و شامل موقعیت گرهای ارسال کننده هستند.

ما میتوانیم سه استراتژی اصلی به جلو راندن بسته را برای مسیریابی مبتنی بر موقعیت تشریح کنیم: به جلو راندن حریصانه<sup>۷</sup>، سیل آسای جهت دار محدود شده<sup>۸</sup>، دیدگاه سلسله مراتبی<sup>۹</sup>. [۱]

برای دو تای اول یک گره یک بسته مورد نظر را به یک همسایه (به جلو راندن حریصانه) و یا بیشتر (سیل آسای جهت دار محدود شده) با یک گام فاصله که نسبت به مقصد از خود گره نزدیکتر قرار گرفته اند ارسال میکند. انتخاب همسایه در حالت به جلو راندن حریصانه بستگی به شرایط بهینه سازی الگوریتم دارد.

اگر هیچ همسایه ای با یک گام فاصله نزدیکتر از خود گره به مقصد وجود نداشته باشد، هر دو استراتژی به جلو راندن ممکن است دچار خرابی شوند. استراتژی بازیافت<sup>۱۰</sup> که با این نوع خرابی مقابله میکند بحث خواهد شد.

<sup>1</sup> Geocasting

<sup>2</sup> some for some

<sup>3</sup> some for all

<sup>4</sup> all for some

<sup>5</sup> all for all

<sup>6</sup> beacons

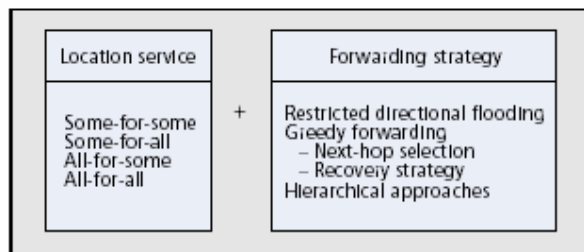
<sup>7</sup> Greedy forwarding

<sup>8</sup> restricted directional flooding

<sup>9</sup> hierarchial approaches

<sup>10</sup> recovery

سومین استراتژی به جلو راندن برای مقیاس های بزرگی از گرهای سیار به صورت سلسله مراتبی است. در این مقاله ما دو مسیریابی سلسله مراتبی ارائه شده را که به جلو راندن حریرانه را برای مسیریابی نواحی وسیع، و دیدگاههای غیر موقعیتی<sup>۱</sup> را برای مسیریابی محلی استفاده میکند ارزیابی میکنیم.



شکل 1-1) بلوکهای ساختاری و شرایط برای دسته بندی

## ۲-۱) سرویس های مکانی

یادگیری موقعیت جاری یک گره خاص برای کمک به یک سرویس مکانی مورد نیاز است. گرهای سیار موقعیت جاری خود با سرویس را ثبت میکنند. هنگامیکه یک گره موقعیت شریک ارتباطی درخواست شده را نمیداند با یک سرویس مکانی تماس میگیرد و این اطلاعات را درخواست میکند. در شبکه های سلولی کلاسیک سرورهای موقعیت اختصاصی (با آدرس های شناخته شده) وجود دارد که اطلاعات موقعیت گرهای شبکه را نگهداری میکند با توجه به طبقه بندی ها این روش "بعضی برای همه" است. چون سرورها گرهای خاصی هستند که اطلاعات همه گرهای شبکه را نگهداری میکنند.

در شبکه های خود مختار سیار، همانند دیدگاه مرکزی فقط یک سرویس خارجی میتواند به روش غیرخود مختار دسترسی شود. دو دلیل برای این کار وجود دارد: اولاً پیدا کردن موقعیت یک سرور موقعیت که خود بخشی از شبکه خود مختار باشد مشکل است این همان مشکل تخم مرغ و مرغ است: بدون یک سرور موقعیت، ممکن نیست اطلاعات موقعیت ها در اختیار باشد و بدون اطلاعات موقعیت یک سرور نیز قابل دسترسی نیست. ثانیاً چون یک شبکه خود مختار دینامیک است ممکن است تضمین وجود حداقل یک سرور موقعیت در شبکه خود مختار مورد نظر سخت باشد.

## ۳-۱) الگوریتم مسیریابی اثر فاصله برای تحرک ۲

در چارچوب الگوریتم DREAM هر گره، یک بانک موقعیت دارد که اطلاعات موقعیت را درباره هر گره دیگری که قسمتی از شبکه است ذخیره می کند که در دسته "همه برای همه" قرار میگیرد. هر مدخل در بانک موقعیت شامل مشخصات یک گره، جهت و فاصله از گره و همچنین یک مقدار زمانی که زمان تولید شدن اطلاعات را نشان میدهد، است. البته دقت چنین مدخلهایی وابسته به قدمت آنها است. [۶]

هر گره بطور مرتب برای بروز رسانی اطلاعات موقعیت که توسط گرهای دیگر نگهداری می شود بسته هایی را سیل آسا ارسال می کند هر گره میتواند دقت اطلاعاتش را با گرهای دیگر کنترل کند بوسیله:

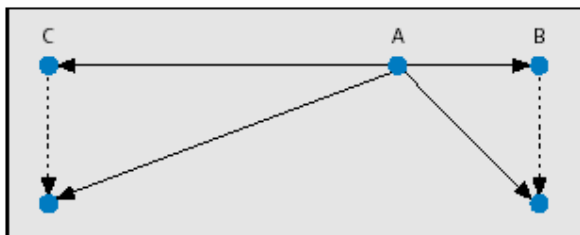
<sup>1</sup> non-position based approaches

<sup>2</sup> Distance Routing Effect Algorithm for mobility

فرکانس ارسال بروزرسانی های موقعیت (تحلیل زمانی<sup>۱</sup>)

شناسایی میزان دوری یک بروزرسان موقعیت که ممکن است قبل از صرف نظر کردن آن حرکت نماید (تحلیل فاصله ای<sup>۲</sup>)

تحلیل زمانی بروزرسانی های ارسالی با نرخ تحرک یک گره وابسته است (سرعت بالاتر، بروزرسانی های مکررتر). تحلیل فاصله ای برای فراهم کردن اطلاعات موقعیت دقیق در همسایگی مستقیم یک گره استفاده میشود و گره های دورتر دقت کمتری دارد. هزینه های مرتبط با اطلاعات موقعیت دقیق در گره های خیلی دور میتواند کاهش یابد. طبق نظریه اثر فاصله<sup>۳</sup> دو گره مچرا با فاصله بزرگتر، نسبت به یکدیگر حرکت آرامتری دارند. یک مثال از این نظریه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ اثر فاصله

فرض کنید گره A متحرک نیست در حالیکه گره B و گره C در یک جهت و با یک سرعت در حال حرکت هستند. از دید گره A، تغییرات گره B بزرگتر از گره C است. اثر فاصله تحلیل زمانی پایین در نواحی دور از گره مقصد را مجاز میکند، گامهای میانی فراهم شده قادر خواهند بود که اطلاعات موقعیت شامل در بسته را بروز نمایند.

#### ۴-۱) سرویس مکانی براساس گُرم

مفهوم سیستم های گُرمی از مفاهیم پایگاه داده ها و سیستم های توزیع شده بخوبی شناخته شده است. بروزرسانی های اطلاعات (اعمال نوشتن) به یک زیر مجموعه ای از گره های در دسترس ارسال میشود و اطلاعات درخواستی (اعمال خواندن) به زیرمجموعه های مختلف بالقوه رجوع می شود. زمانیکه این زیر مجموعه ها طرح میگردند (بطوریکه تقاطع آنها ناتهی باشد) تضمین میشود که نسخه های بروز اطلاعات مورد جستجوی بعدی همیشه یافته میشوند. [۷]

در این شما برای توسعه دادن یک سرویس مکانی برای شبکه های خود مختار بکار می رود. در شکل ۳ با مفاهیم ساده یک شبکه نمونه در مورد آن بحث خواهیم کرد. یک زیر مجموعه از همه گره های متحرک برای میزبانی بانکهای موقعیت انتخاب می شود. در این مثال، گره های ۱ تا ۶ یک بک بن مجازی با استفاده از مکانیزم مسیریابی خود مختار غیر موقعیتی بین گره های زیر مجموعه ساخته میشود.

یک گره متحرک پیغام های بروز رسانی موقعیت را به نزدیکترین گره بک بن ارسال میکند و سپس گُرم<sup>۴</sup> از گره های بک بن را برای میزبانی اطلاعات موقعیت انتخاب میکند. بنابراین گره D بروز رسانی هایش را به گره ۶ ارسال میکند که ممکن است سپس گُرم A را (گره های ۱ و ۲ و ۶) را برای میزبانی اطلاعات انتخاب کند. هنگامیکه گره S می خواهد اطلاعات موقعیت را بدست آورد یک درخواست به نزدیکترین گره بک بن ارسال میکند که در نتیجه با گره های یک گُرم تماس میگیرد. گره ۴ ممکن است برای مثال گُرم B را شامل گره های ۴ و ۵ و ۶

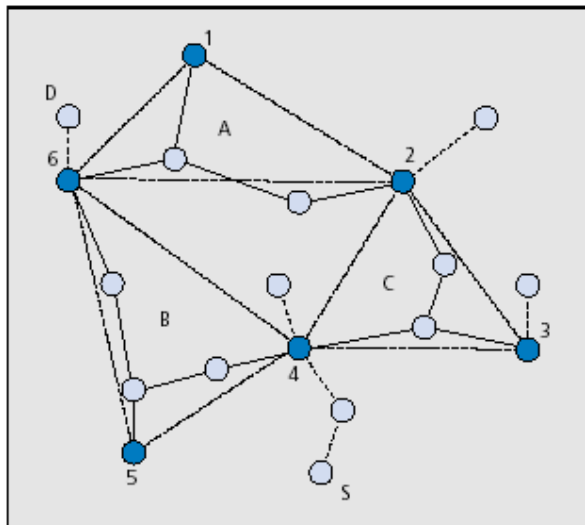
<sup>1</sup> temporal resolution

<sup>2</sup> spatial resolution

<sup>3</sup> distance effect

<sup>4</sup> quorum

برای درخواست انتخاب کند. چون طبق تعریف تداخل دو گُرم ناتهی است تضمین میگردد که گره درخواست کننده حداقل یک پاسخ با اطلاعات درخواستی بدست آورد. مهر زمانی<sup>۱</sup> بروزرسانی های موقعیت مهم است زیرا ممکن است بعضی گرهها در گُرم مورد نظر دارای بروز رسانی های گذشته بوده اند و پس اطلاعات موقعیت تاریخ گذشته ارسال میکنند. اگر چندین پاسخ دریافت گردد روشی برای انتخاب یک موقعیت جاری باید اتخاذ گردد.



شکل 2- (1) یک quorum

یک وجه مهم سرویس های موقعیت مبتنی بر گُرم<sup>۲</sup> وجود انتخاب<sup>۳</sup> های زیر است: مجموعه های گُرم بزرگتر، هزینه های بالاتر برای بروز رسانی های موقعیت و درخواست هاست اما همچنین تعداد بالای گرهها در تقاطع دو گُرم حالت ارتجاعی را در مقابل گرههای بک بن بهبود می بخشد. در چندین متد در چگونگی تولید سیستم های موقعیت مبتنی بر گُرم با خصوصیات مورد نظر وجود دارد. سایز گُرم میتواند مستقل از تعداد گرهها با تقسیم گرهها به زیر مجموعه های با سایز یکسان در نظر گرفته شود. که یک بک بن مجازی شخصی در هریک از این زیر مجموعه ها ساخته میشود.

سرویس موقعیت مبتنی بر گُرم وابسته به چگونگی انتخاب سایز بک بن و انتخاب گُرم میتواند برای عمل در دیدگاههای "همه برای همه"، "همه برای بعضی"، "بعضی برای بعضی" پیکربندی شود. اما آن معمولاً به صورت شمای "بعضی برای بعضی" با بک بنی از مجموعه کوچکی از همه گرههای در دسترس و یک گُرم با مجموعه کوچکی از گرههای بک بن کار میکنند.

مقاله دیگری مبتنی بر گُرم در [۸] ارائه شده است که در آن اطلاعات موقعیت برای گرهها در جهت شمال و جنوب ارسال میشود. هر زمان که گرهی که موقعیت آن ناشناخته است تماس بگیرد، اطلاعات موقعیت در جهت شرق و غرب جستجو میشود تا زمانیکه اطلاع بدست آید.

<sup>1</sup> Timestamp

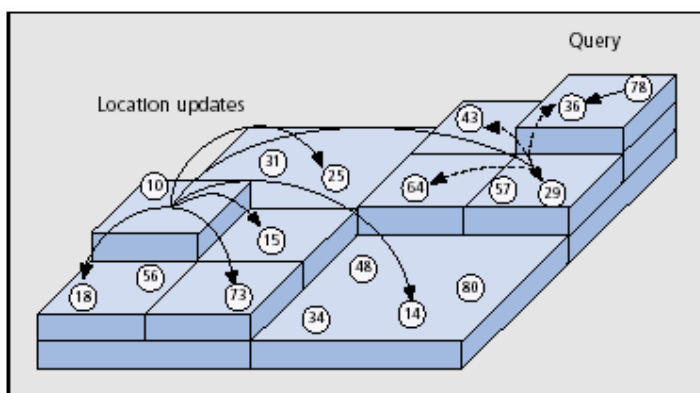
<sup>2</sup> quorum-based position services

<sup>3</sup> trade-off

## ۵-۱) سرویس مکان توری

GLS<sup>1</sup> و قسمتی از یک پروژه توری است. که نواحی شامل خود مختار رابه سلسله مراتبی از مربعات تقسیم میکند. در این سلسله مراتب، مربع مرتبه  $n$  شامل دقیقاً ۴ مربع مرتبه  $n-1$  بنام درخت چهارگوش<sup>۲</sup> است. هر گره یک جدول از همه دیگر گرهها در مربع مرتبه اول محلی نگه میدارد. جدول با کمک همه پخشی موقعیت پررودیک به میدان ناحیه مربع اول ساخته میشود.

این مکانیسم با شکل ۴ تشریح میگردد. برای تعیین جاییکه اطلاعات موقعیت ذخیره میشود، GLS یک نماد ID گره نزدیک ایجاد کرده است که بعنوان حداقل ID ای که بزرگتر از ID خود گره است تعریف میشود. هنگامیه گره ۱۰ در شکل می خواهد اطلاعاتش را توزیع کند برورسانیهای موقعیت را به گره با نزدیکترین ID در هر ۳ مربع مرتبه اول اطراف ارسال می کند. بنابراین اطلاعات موقعیت در گره ۱۵ و ۱۸ و ۷۳ و در همه گرهها که در همان مرتبه ای که ۱۰ است قرار دارند ارسال میکند. در اطراف ۳ مربع مرتبه دوم، دوباره گرهها با نزدیکترین ID برای میزبانی موقعیت گرهها انتخاب میشوند. در این مثال اینها گرههای ۱۴ و ۲۵ و ۲۹ هستند. این فرآیند تکرار می شودتا زمانیکه ناحیه شبکه خود مختار را پوشش دهد. چگالی اطلاعات موقعیت برای گره مورد نظر بطور لگاریتمی با فاصله آن از گرهایکاش می یابد. حال فرض کنید که گره ۷۸ می خواهد که موقعیت گره ۱۰ را بدست آورد. بنابراین آن باید گرههای نزدیک را که ۱۰ را می شناسند جستجو کند (در مثال گره ۲۹) در حالیکه گره ۷۸ نمی داند که گره ۲۹ اطلاعات مورد نیازش را دارد، آن قادر است که این اطلاعات را کشف کند. برای دیدن چگونگی این فرآیند بهتر است که سرور های موقعیت گره ۲۹ را بررسی کنیم که موقعیت خودش در سه مربع مرتبه اول اطراف، گرههای ۳۶ و ۴۳ و ۶۴ ذخیره می شود. توجه کنید هریک از این گرهها همانند گره ۲۹ بطور اتوماتیک در نزدیکترین ID به ۱۰ نسبت به مربع مرتبه اول هستند بنابراین یک دنباله کاهشی از ID های گرهها از هر مربع همه مرتبه ها به سمت موقعیت صحیح سرور وجود دارد. درخواست موقعیت برای یک گره می تواند به سمت گرهی با نزدیکترین ID که گره درخواستی را می شناسد جهت یابی شود. (در این مثال گره ۳۶) گره با نزدیکترین ID ضروری نیست که گره جستجو شده را بشناسد. اما یک گره با نزدیکترین ID را خواهد شناخت (گره ۲۹ که قبلا سرور موقعیت بعدی مورد جستجو بوده است) این فرآیند تا زمانیکه یک گره که اطلاعات موقعیت را دارد پیدا شود ادامه می یابد.



شکل (۱-۳) GLS

<sup>1</sup> Grid Location service

<sup>2</sup> quadtree

توجه کنید ضروری نیست که هر گره ID های سرور های موقعیتش را بداند که در نتیجه مکانیسم خودراه انداز<sup>۱</sup> برای کشف سرور های موقعیت یک گره غیر ضروری است. اطلاعات موقعیت به یک موقعیت معین هر المان در درخت چهارگوش ارسال میشود (گوشه پایین سمت چپ) بعد از رسیدن یک گره به نزدیک این موقعیت اطلاعات موقعیت در یک فرایند درخواستهای موقعیت مشابه به گرههای با ID نزدیکتر ارسال می گردد. این تضمین می کند که اطلاعات موقعیت به گره صحیحی برسند که در آن باید ذخیره گردند.

چون GLS درخواست می کند که همه گرهها اطلاعات روی بعضی گرهها ی دیگر را ذخیره کنند میتواند در طبقه "همه برای بعضی" دسته بندی شود.

## ۱-۶) قلمرو خانگی<sup>۲</sup>

دو سرویس مکانی یکسان بطور مستقل [۲۳ و ۲۴] ارائه شده است. هر دو از مفهوم قلمرو خانگی مجازی که اطلاعات موقعیت برای یک گره را ذخیره میکنند استفاده می کنند. موقعیت C قلمرو خانگی برای یک گره میتواند بوسیله اعمال یک تابع درهم ساز<sup>۳</sup> خوب - شناخته شده<sup>۴</sup> به شناسه گره بدست می آید. همه گرهها در یک دایره با شعاع R به مرکز C باید اطلاعات موقعیت را برای گره نگه دارند. بنابراین همانند حالت سرویس موقعیت توری ، یک بانک موقعیت میتواند بوسیله مفهوم تابع درهم ساز روی فرستنده و گیرنده بدون تبادل اطلاعات بدست آید. دیدگاه قلمرو خانگی جزو دسته "همه برای بعضی" است. [۳]

## ۱-۷) استراتژی های به جلو راندن

### ۱-۷-۱) جلو راندن بسته حریصانه

با استفاده از جلو راندن بسته حریصانه فرستنده یک بسته، موقعیت تقریبی گیرنده را در بسته قرار میدهد. این اطلاعات بوسیله یک سرویس مکانی مناسب جمع آوری میگردد. هنگامیکه یک گره میانی یک بسته را دریافت میکند بسته را به یک همسایه قرار گرفته در جهت گیرنده ارسال میکند. بطور ایده ال این فرایند تا زمانیکه بسته به گیرنده برسد تکرار میشود. [۸]

بطور عام استراتژی متفاوتی برای اینکه یک گره تصمیم بگیرد که بسته را به کدام همسایه ارسال کند وجود دارد. اینها در شکل ۵ تشریح شده است که S و D مبدا و مقصد یک بسته را نشان میدهند. دایره با شعاع r ماکزیمم محدوده انتقال S را نشان میدهد. یک استراتژی حسی آن است که بسته به گرهی که نزدیکترین به D میباشد ارسال گردد. که در مثال گره C می باشد. این استراتژی بعنوان MFR<sup>۵</sup> شناخته میشود. آن سعی میکند که تعداد گام های یک بسته را که باید به سمت D بپییمد مینیمم نماید.

MFR یک استراتژی خوب در سناریو است که فرستنده یک بسته نمی تواند قدرت سیگنال را با فاصله بین فرستنده و گیرنده وفق دهد. اما در استراتژی دیگری نشان داده شده است که بهتر از MFR این کار را انجام میدهد که فرستنده میتواند قدرت سیگنالش را سازگار نماید. در NFP<sup>۶</sup> بسته به نزدیکترین همسایه فرستنده که

<sup>1</sup> Bootstrapping

<sup>2</sup> Homezone

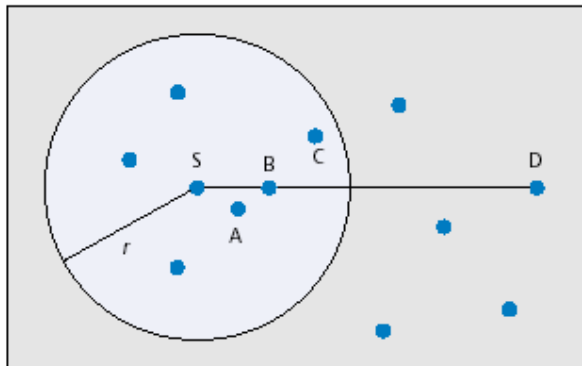
<sup>3</sup> hash function

<sup>4</sup> well-known

<sup>5</sup> most forward within r

<sup>6</sup> nearest with forward progress

به گیرنده نزدیک است ارسال می کند در شکل ۵ این گره A است. اگر همه گرهها NFP را به خدمت بگیرند احتمال تداخل بسته ها بطور واضحی کاهش می یابد. بنابراین متوسط پیشرفت بسته، بعنوان  $p.f(a,b)$  محاسبه میشود که عبارت است از احتمال یک انتقال موفق بدون تداخل و  $f(a,b)$  عبارت است از پیشرفت بسته از a تا b هنگامیکه بطور موفقیت آمیزی ارسال میگردد که برای NFP بزرگتر از MFR است.



شکل 4-1) استراتژی مسیریابی حریصانه

استراتژی دیگر برای جلو راندن بسته ها جهت یابی کردن مسیریابی است که نزدیکترین همسایه را که در خط مستقیمی بین فرستنده و مبدا قرار دارد انتخاب میکند. در مثال این گره B است. مسیریابی جهت یاب سعی میکند که فاصله فضایی مسافرت یک بسته را مینیمم کند. در نهایت ممکن است که اجازه دهیم فرستنده بطور اتفاقی یک گره نزدیکتر از خود را به مقصد انتخاب کند و بسته را به آن براند. این استراتژی دقت اطلاعات مورد نیاز دربارہ موقعیت همسایه ها را کم میکند و تعداد اعمال مورد نیاز برای رانش بسته را کاهش میدهد.

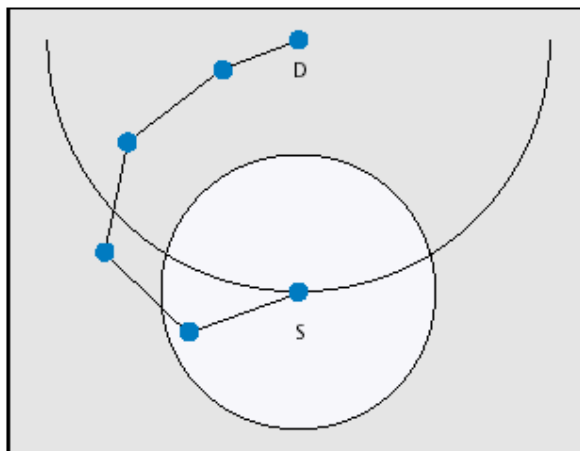
متأسفانه مسیریابی حریصانه ممکن است در بعضی موارد برای پیدا کردن مسیر بین فرستنده و گیرنده درست عمل نکند یعنی دچار خرابی گردد. یک مثال از این مشکل در شکل ۶ نشان داده شده است. در این شکل نیم دایره اطراف D دارای شعاع با فاصله بین S و D است و دایره اطراف S محدوده انتقال S را نشان میدهد. توجه کنید که یک مسیر معتبر از S به D وجود دارد. مشکل اینجاست که S نزدیکتر از هر گره دیگری به مقصد D در محدوده انتقال است. مسیریابی حریصانه بنابراین به یک ماکزیمم محلی<sup>۱</sup> رسیده است که نمی تواند آن را پوشش دهد. برای رفع این مشکل، اگر هیچ گرهی در جهت مستقیم ارسال پیدا نشود بسته باید به گرهی ارسال گردد که حداقل پیشبرد منفی را داشته باشد اما این باعث مسئله بسته های چرخنده می شود که هنگامیکه بسته ها فقط به سمت مقصد با پیشبرد مثبت ارسال میشوند اتفاق نمی افتد.

الگوریتم نما<sup>۲</sup>- و استراتژی مسیریابی پیرامون<sup>۲</sup> (GPSR) دو دیدگاه بازیافت شبیه هم براساس پیمایش گراف مسطح<sup>۳</sup> هستند. هر دو مبتنی بر- بسته انجام میشوند و احتیاجی نیست که گرهها اطلاعات اضافه ای را نگهداری کنند. هنگامیکه بسته ای در یک ماکزیمم محلی میرسد وارد مد بازیافت می گردد. و وقتی که به یک گره نزدیکتر به مقصد نسبت به گرهی که بسته را به مد بازیافت وارد کرده است میرسد به مد حریصانه برمیگردد.

<sup>1</sup> local maximum

<sup>2</sup> Gridy Perimeter Stateless Routing Protocol

<sup>3</sup> planar



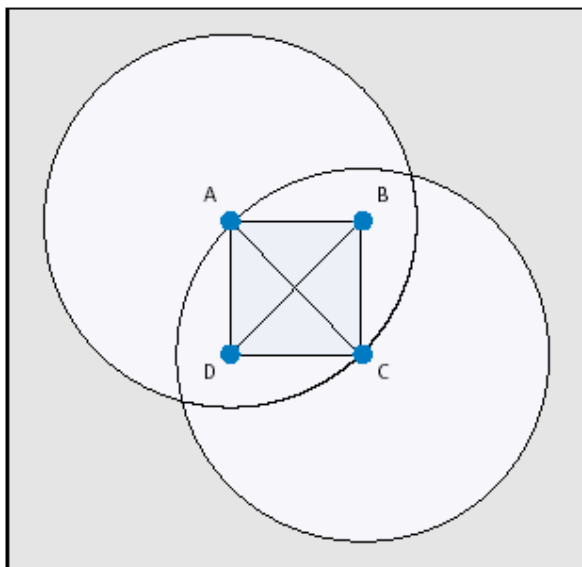
شکل 5-1) خرابی مسیریابی گریدی

گراف مسطح گرافی است که هیچ بسته متداخل ندارد. یک مجموعه گرهها در یک شبکه خود مختار می تواند بعنوان گرافی که گرهها در آن رؤس هستند و اگر آنها به قدر کافی برای مخابره بطور مستقیم به یکدیگر نزدیک باشند لبه هایی بین دو راس وجود دارد. گراف تشکیل شده بوسیله یک شبکه خود مختار بطور معمول مسطح نیست. (شکل ۷: که رنج انتقال هر گره همه گرههای دیگر است)

برای ساختن یک زیرگراف مسطح متصل یک گراف بوسیله گرهها در شبکه خود مختار یک مکانیسم خوب - شناخته شده مورد استفاده قرار گرفته: یک لبه بین دو گره A و B در اطراف دو گره آن شامل هیچ گره دیگری نیست. برای مثال شکل ۷ لبه بین A و C نباید در زیر گراف مسطح شامل گردد چون B و D در بخش متداخل دایره ها شامل می شود. مهم است که بدانیم تصمیمی را که یک لبه در زیر گراف مسطح میتواند بطور عملی با هر گره ساخته شود چون هر گره موقعیت همه گرههای مجاور خودش را میداند.

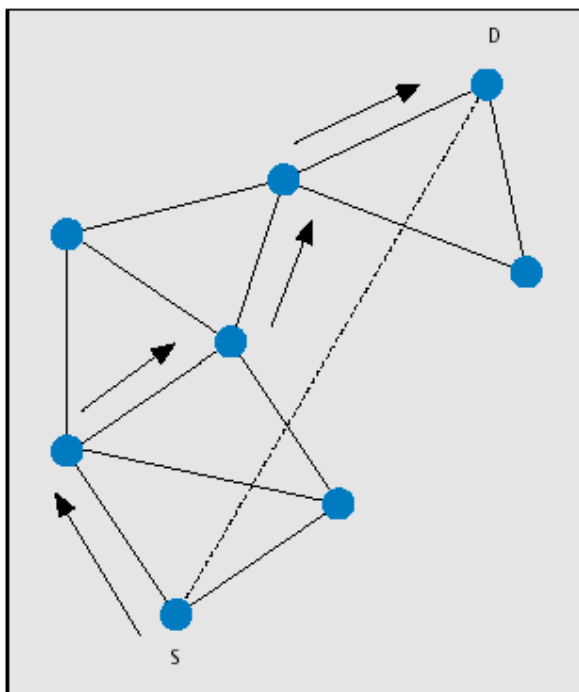
براساس زیر گراف مسطح، پیمایش یک گراف مسطح ساده برای یافتن یک مسیر به سمت مبدا استفاده میشود. مفهوم عمومی آن، ارسال کردن بسته روی نماهای زیر گراف مسطح نزدیکتر به مقصد است. شکل ۸ نشان میدهد که چطور این پیمایش هنگامیکه یک بسته از S به سمت D در مد بازیافت ارسال میشود انجام میگردد. در هر نما بسته در درون نما با استفاده از قانون "دست راست" ارسال میشود: ارسال بسته روی لبه بعدی در خلاف جهت عقربه های ساعت از لبه ای که بسته به آن رسیده است.

هر زمان خط بین مبدا و مقصد با لبه ای که بسته را ارسال میکند تداخل میکند چک میگردد که آیا بخش متداخل از بخش متداخل دیگر که قبلا با آن مواجه شده است به مقصد نزدیکتر است. اگر اینگونه باشد به نما جدید که حاشیه آن روی لبه ای که بسته در آن در حال حرکت است سوئیچ میشود. بسته سپس روی لبه بعدی در خلاف جهت عقربه های ساعت لبه ای که قبل از سوئیچ کردن بین نما ها روی آن در حال حرکت بوده ارسال میشود. این الگوریتم تضمین میکند که اگر حداقل چنین مسیری در گراف غیر مسطح اصلی باشد، یک مسیر از مبدا تا مقصد خواهد بود.



شکل 6- (1) گراف غیر مسطح

هدر یک بسته شامل اطلاعات اضافه ای همچون موقعیت گرهی که وارد مد بازیافت شده است و موقعیت آخرین بخش متداخل که باعث تغییر نما شده است و اولین لبه پیمایش شده روی نما جاری است. بنابراین هر گره میتواند تمام تصمیمات مسیریابی را براساس فقط اطلاعات همسایه های محلی اش بگیرد. این شامل شناسایی یک مبدا غیر قابل دسترس نیز است هنگامیکه یک بسته اولین لبه را روی نما جدید برای دومین بار پیمایش میکند.

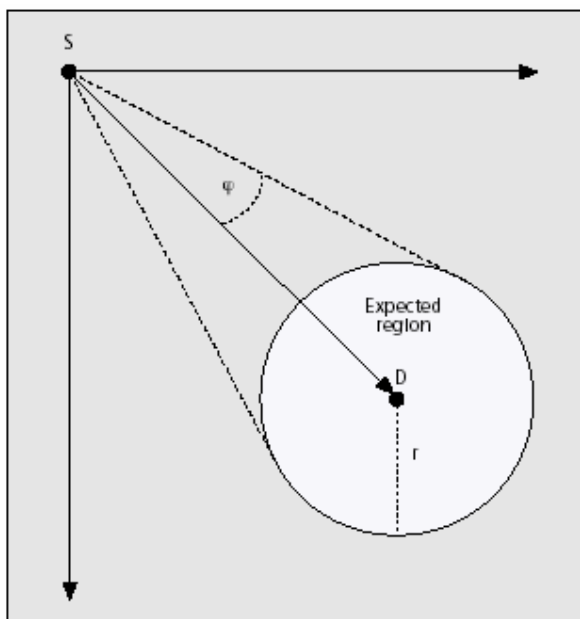


شکل 7- (1) پیمایش گراف مسطح

## ۲-۷-۱) رانش سیل آسا جهت دار محدود شده

## DREAM

در DREAM فرستنده S یک بسته را با مقصد D، به همه همسایه های با یک گام فاصله که در جهت D قرار دارند خواهد راند. برای تضمین این جهت یک گره ناحیه ای را که شامل D است را محاسبه میکند (با عنوان ناحیه مورد انتظار). همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است، ناحیه مورد انتظار دایره ای اطراف موقعیت D است که با عنوان S شناخته میشود. چون این اطلاعات موقعیت ممکن است تاریخ گذشته باشند شعاع r ناحیه مورد انتظار به  $(t_1 - t_0)v_{max}$  بست میگردد که t1 زمان جاری است و t0 زمان مهر زمانی اطلاعات موقعیت S است که درباره D دارد و  $v_{max}$  ماکزیمم سرعتی که گره میتواند در شبکه خود مختار بپییماید. ناحیه مورد انتظار در جهت D برای مثال در شکل ۹ داده شده است و بوسیله خط بین S و D و زاویه  $\varphi$  تعریف میشود. گام های همسایگی، این رویه را با استفاده از اطلاعاتشان روی موقعیت D تکرار میکنند. اگر یک گره یک همسایه با یک گام فاصله در جهت مورد نیاز ندارد یک رویه باز یافت باید شروع شود. این رویه قسمتی از DREAM نیست. [۱۰]



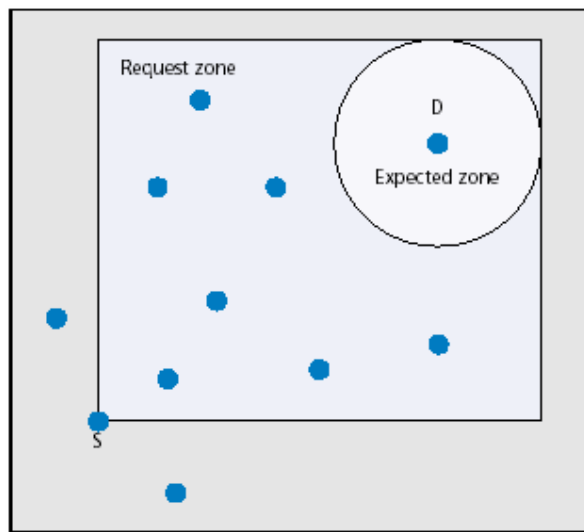
شکل (۸-۱) مثال برای ناحیه مورد انتظار در DREAM

## مسیریابی با استفاده از مکان گره ها (LAR)

دیدگاه LAR یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر مکان را تعریف نمیکند. اما به جای آن از اطلاعات موقعیت برای پیشبرد فاز کشف مسیر دیدگاه مسیریابی خود مختار انفعالی استفاده میکنند. پروتکل های مسیریابی انفعالی بطور مکرر از رانش سیل آسا برای کشف مسیر استفاده میکنند. با این فرض که گره ها اطلاعات درباره موقعیت گره های دیگر را دارند این اطلاعات موقعیت میتواند توسط LAR برای محدود کردن رانش سیل آسا در یک ناحیه معین استفاده گردد. این در یک مدلی شبیه DREAM انجام میگردد.

هنگامیکه گره S میخواهد یک مسیر به گره D برقرار کند، S یک ناحیه مورد انتظار را برای D براساس اطلاعات موقعیت در دسترس محاسبه میکند. اگر هیچ اطلاعی در دسترس نباشد LAR با رانش سیل آسا کاهش داده میشود. اگر اطلاعات مکان در دسترس است (از یک مسیر که قبلا برقرار شده بود) یک ناحیه درخواستی

بعنوان مجموعه ای از گرهها که باید بسته کشف مسیر را ارسال کند تعریف میشود. ناحیه درخواستی معمولاً شامل ناحیه مورد انتظار هستند. دو ناحیه درخواستی در ارائه شدند. اولین ناحیه جغرافیای چهارگوش است. در این حالت گرهها بسته کشف مسیر را اگر فقط در ناحیه خاصی باشند ارسال میکنند. این نوع ناحیه درخواست در شکل ۱۰ نشان داده شده است. دومین بوسیله مختصات مقصد خاص به اضافه فاصله تا مقصد تعریف میشود. در این حالت هر گره ارسال کننده فیلد فاصله را با فاصله جاری خودش با مقصد بازنویسی میکند. یک گره مجاز است که بسته را دوباره فقط اگر حداکثر در حدود  $\delta$  ( پارامتر سیستم ) دورتر از گره قبلی است براند.



شکل ۹-۱) مثال ناحیه های درخواست و مورد انتظار در LAR

### ۸-۱) مسیریابی سلسله مراتبی

در شبکه های سنتی، پیچیدگی گره بطور شگرفی با فرم سلسله مراتبی میتواند کاهش یابد. مسیریابی سلسله مراتبی اجازه میدهد که تعداد گرههای شبکه ها خیلی بزرگ باشد. بنابراین این یک سوال معتبر است که آیا مسیریابی مبتنی بر موقعیت برای شبکه های خود مختار سیار میتواند مفید باشد.

#### ۱-۸-۱) مسیریابی Terminodes

دیدگاهی که مسیریابی مبتنی بر موقعیت و سلسله مراتبی را ترکیب میکند قسمتی از پروژه Terminodes است. در مسیریابی Terminodes یک سلسله دو سطحی ارائه شده است. اگر مقصد به گره فرستنده (براساس گام) نزدیک باشد بسته ها مطابق با یک شمای بردار فاصله پیش فعال مسیریابی میشود. برای مسیریابی فاصله بزرگ یک دیدگاه " مبتنی بر موقعیت حریمانه " استفاده میشود. به محض اینکه یک بسته با فاصله طولانی به ناحیه نزدیک دریافت میرسد رانش آن با استفاده از پروتکل مسیریابی محلی ادامه می یابد. محققان به این منظور شبیه سازی هایی را انجام داده اند که بهبود قابل توجه نرخ موفقیت تحویل بسته ها و سر بار مسیریابی قابل مقایسه با الگوریتم های مسیریابی انفعالی خود مختار را نشان میدهد.

برای جلوگیری از افتادن در یک ماکزیمم محلی در رانش حریمانه برای مسیریابی فاصله های دور، فرستنده لیستی از موقعیتهای را در هدر بسته قرار میدهد. سپس بسته باید ناحیه هایی را در این موقعیتهای از طریق فرستنده

خودش پیمایش کند. ارسال بسته بین نواحی بر اساس حریم‌انگاری محض انجام میشود این دیدگاه میتواند بعنوان مسیریابی منبع مبتنی بر موقعیت تصور شود. و نیازمند آن است که فرستنده در مورد موقعیتهای مناسب رسیدن به مقصد آشنایی داشته باشد. در مسیریابی Terminodes فرستنده این اطلاعات را از گرههایی که قبلا با آنها در تماس بوده درخواست میکند. (گرههایی که با استفاده از پروتکل مسیریابی محلی قابل دسترس هستند) وقتی یک فرستنده اطلاعات را دارد لازم است که در فواصل منظمی چک کند که آیا مسیر موقعیتهای هنوز معتبر است یا میتواند بهبود یابد. بنابراین مسیریابی فاصله دور Terminodes شامل المانهای دیدگاههای مسیریابی انفعالی خود مختار است.

### ۱-۸-۲) مسیریابی توری

دومین متد برای مسیریابی خود مختار مبتنی بر موقعیت شامل المانهای سلسله مراتبی در پروژه توری معرفی میشود. تکنیک پراکسی مکان در تشریح میگردد و شبیه مسیریابی Terminodes است: یک پروتکل مسیریابی بردار فاصله پیش فعال در سطح محلی استفاده میشود در حالیکه مسیریابی مبتنی بر موقعیت برای رانش بسته در فواصل دور به خدمت گرفته میشود در مسیریابی توری، اما سلسله مراتبی بودن نه فقط برای بهبود مقیاس پذیری است بلکه برای آن است که به گرههایی که موقعیت خود را نمی دانند اجازه میدهد که در یک شبکه خود مختار شرکت کنند. ایده اصلی آن است که حداقل یک گره آگاه موقعیت در هر ناحیه باشد که در پروتکل بردار فاصله پیش فعال استفاده شود. گرههای آگاه - موقعیت<sup>۱</sup> در این ناحیه ممکن است سپس بعنوان پراکسی استفاده شوند: یک گره غیر آگاه - موقعیت<sup>۲</sup> از موقعیت گره آگاه - موقعیت بعنوان آدرس گره خودش استفاده میکند. بسته ای که به یک گره نا آگاه آدرس دهی میشود بنابراین به یک پراکسی آگاه - موقعیت میرسد و سپس مطابق اطلاعات پروتکل بردار فاصله پیش فعال ارسال میشود.

همانطور که یک مکانیزم بازسازی برای مسیریابی فاصله - بزرگ گزینی بعنوان INF ارسال گره میانی<sup>۳</sup> در ارائه شده است. در مسیریابی Terminodes, ایده آن است که مسیریابی مبدا براساس موقعیت انجام گیرد. اگر یک گره ارسال کننده هیچ همسایه ای در جهت پیشبرد ندارد آن بسته را حذف میکند و یک اطلاعیه به فرستنده ارسال میکند. فرستنده بسته سپس یک موقعیت میانی را بصورت اتفاقی برای یک دایره اطراف نقطه وسط خط بین فرستنده و گیرنده انتخاب میکند. بسته ها باید به آن نقطه میانی برسند. اگر بسته دوباره حذف شود، شعاع دایره افزایش می یابد و نقطه اتفاقی دیگری انتخاب میشود. این عمل تا زمانیکه بسته ها به مقصد تحویل شوند ادامه می یابد یا تا زمانیکه یک مقدار پیش تعریف دریافت شود و فرستنده فرض کند که مقصد غیر قابل دسترس است.

### ۱-۹) مقایسه ها

در ادامه ما سرویسهای مکانی و استراتژی های جلو راندن را بررسی میکنیم. یک کلید این مقایسه آن است که هر کدام از دیدگاههای با افزایش تعداد گرهها در شبکه خود مختار سیار چگونه رفتار میکنند. در ادامه ما فرض می کنیم که تراکم گرهها ثابت بماند هنگامیکه تعداد گرهها افزایش می یابد. بنابراین ناحیه پوشش داده شده بوسیله شبکه خود مختار افزایش می یابد همانطور که تعداد گرهها بیشتر میشود. چون فاصله مورد انتظار در دو نقطه نمونه

<sup>1</sup> position-aware

<sup>2</sup> position-unaware

<sup>3</sup> Intermediate node Forwarding

بطور یکنواخت در مربع با سایز  $a \times a$  با  $a$  قیاس میگردد، انتظار میرود که تعداد گامهای بین دو شریک نمونه بطور یکنواخت متناسب با ریشه دوم تعداد گرهما باشد.

### ۱-۹-۱) سرویس مکانی

جدول ۱ سرویس های مکانی را که مورد بحث قرار گرفتند نشان میدهد در این جدول گونه تعداد گرهمایی را که در فراهم کردن اطلاعات مکان شرکت میکنند و اینکه چه تعداد از این گرهما اطلاعات مکان را نگهداری میکنند را نشان میدهد. پیچیدگی مخابره<sup>۱</sup> متوسط تعداد انتقال های یک گام مورد نیاز برای جستجو یا بهنگام سازی موقعیت گرهما را نشان میدهد. پیچیدگی زمانی<sup>۲</sup> متوسط زمانیکه برای انجام بهنگام سازی موقعیت یا جستجوی موقعیت لازم است را اندازه گیری میکند. مقدار حالت مورد نیاز در هر گره که موقعیت گرهمای دیگر را نگهداری میکند بوسیله ولوم حالت<sup>۳</sup> نشان داده میشود. بعضی سرویس های مکان اطلاعات محلی شده ای را با نگهداری تراکم بالاتر یا کیفیت بهتر اطلاعات موقعیت نزدیک موقعیت گره فراهم میکنند. اگر مخابرات در یک شبکه خود مختار اساسا محلی است این مورد میتواند مهم باشد. میزان صحت<sup>۴</sup> یک سرویس مکانی بسته به اینکه آیا آن دچار خرابی یک گره، خرابی زیر مجموعه کوچکی از گرهما یا خرابی همه گرهما برای ارائه موقعیت یک گره مورد نظر غیر قابل دستیابی میشود به دسته های کم<sup>۵</sup>، متوسط<sup>۶</sup>، بالا<sup>۷</sup> تقسیم میشود پیچیدگی پیاده سازی<sup>۸</sup> میزان خوبی سرویس مکانی را برای فهم و میزان پیچیدگی آن برای پیاده سازی و تست را نشان میدهد.

DREAM بطور اساسی متفاوت از سرویس های موقعیت دیگر است که نیازمند آن است که همه گرهما اطلاعات موقعیت را درباره هر گره دیگر نگهداری کنند. پیچیدگی مخابره یک بروز رسانی موقعیت و اطلاعات موقعیت بوسیله هر گره با  $O(n)$  تغییر میکند، در حالیکه یک درخواست موقعیت نیازمند فقط یک جستجوی محلی است که وابسته به تعداد عناصر نیست. زمان مورد نیاز برای انجام بروز رسانی موقعیت در DREAM یک تابع خطی از قطر شبکه است و به سمت  $O(\sqrt{n})$  میل میکند. به دلیل پیچیدگی مخابره بروز رسانی های موقعیت، DREAM سرویس موقعیت مقیاس پذیر حداقل است و بنابراین برای شبکه های با مقیاس های بزرگ مناسب نیست. اما همچنین خصوصیت جالبی دارد که آن را برای کاربردهای خاص مناسب میکند: میزان درستی آن بالاست و اطلاعات محلی شده تولید میکند. همراه با ارسال بسته مورد نظر برای DERAM، آن یک کاندید جالب برای کاربردهای معین است (مخابرات محلی بین ماشین ها در یک وضعیت اورژانسی). عملیات DREAM در وضعیت استاتیک و دینامیک خیلی قابل فهم است و نکات اساسی پروتکل در یک مدل سراسر قابل شناخت است بنابراین پیچیدگی پیاده سازی پایینی دارد.

سیستم گُرم نیازمند همان اعمال بروز رسانی موقعیت و جستجوهای موقعیت است. در هر دو حالت یک تعداد ثابت گرهما (گُرم) باید تماس گرفته شوند. هر یک از این پیغام ها پیچیدگی مخابره و پیچیدگی زمانی دارد که بطور خطی به قطر شبکه بستگی دارد و با  $O(\sqrt{n})$  رشد میکند. اطلاعات حالت نگهداری شده در گرهمای بک بن ثابت است، چون یک بک بن منحصر برای یک تعداد ثابت گرهما تشکیل میشود. میزان درستی این دیدگاه متوسط است. چون موقعیت یک گره غیر قابل دسترسی خواهد بود اگر تعداد بالایی از گرهمای بک بن خراب شوند. اما این تعداد

<sup>1</sup> Communication complexity

<sup>2</sup> Time complexity

<sup>3</sup> state volume

<sup>4</sup> robustness

<sup>5</sup> low

<sup>6</sup> medium

<sup>7</sup> high

<sup>8</sup> implementation complexity

گرهها پارامتری است که میتواند بسادگی برای سرویس موقعیت پیکر بندی شود. بنابراین اطلاعات موقعیت بطور فضایی توزیع شده و مستقل نگهداری میشود. بنابراین میزان درستی بیشتر از GLS یا قلمرو خانگی بنظر میرسد. یک مانع بزرگ سیستم کُرم وابستگی آن به پروتکل مسیریابی خود مختار غیر موقعیتی برای یک بن مجازی است که بطور قابل توجهی پیچیدگی پیاده سازی را افزایش می دهد و ممکن است مقیاس پذیری این دیدگاه را تسویه کند. اما دو سرویس موقعیت، GLS و قلمرو خانگی که میتواند همانند سیستم کُرم بنظر برسند این اشکال را ندارند.

جدول 1-1) مشخصات سرویس مکان های ارائه شده

Criterion	DREAM	Quorum system	GLS	Homezone
Type	All-for-all	Some-for-some	All-for-some	All-for-some
Communication complexity (update)	$O(n)$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$
Communication complexity (lookup)	$O(c)$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$
Time complexity (update)	$O(+n)$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$
Time complexity (lookup)	$O(c)$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$
State volume	$O(n)$	$O(c)$	$O(\log(n))$	$O(c)$
Localized Information	Yes	No	Yes	No
Robustness	High	Medium	Medium	Medium
Implementation complexity	Low	High	Medium	Low
Abbreviations: $n$ = number of nodes, $c$ = constant				

GLS و قلمرو خانگی از این جهت که یک گره مجموعه ای از گرههای در دسترس را به عنوان سرورهای موقعیت انتخاب میکند شبیه به هم هستند. برای قلمرو خانگی بروز رسانی های موقعیت و جستجو ها لازم است که به یک ناحیه خانه مجازی<sup>1</sup> (VHR) ارسال شوند. متوسط فاصله از ناحیه بستگی خطی به قطر شبکه دارد بنابراین پیچیدگی زمانی و مخابره قلمرو خانگی از مرتبه  $O(\sqrt{n})$  است. اطلاعات حالت ثابت است، چون هر گره باید تعداد سرورهای ثابتی در قلمرو خانگی اش داشته باشد. کارایی<sup>2</sup> GLS وابسته به آن است که چگونه شرکای مخابراتی در سطح شبکه خود مختار توزیع شوند. اگر آنها بطور یکنواخت توزیع شوند تعداد سرورهای موقعیت بطور لگاریتمی با تعداد گرهها افزایش مییابند به دلیل استراتژی محلی سازی ارسال بروز رسانی ها و جستجوها، پیچیدگی زمانی و مخابره در این حالت فقط یک فاکتور ثابت بزرگتر از قلمرو خانگی است و در همان  $O(\sqrt{n})$  باقی می ماند. انتخاب اصلی بین GLS و قلمرو خانگی در فراهم کردن اطلاعات محلی و پیچیدگی پیاده سازی است. اگر شرکای مخابره نزدیک به یکدیگر باشند GLS خیلی مفید است و بنابراین قلمرو خانگی برای مخابره محلی خارج از زده است. این واقعیت است چون گرهها در قلمرو خانگی میتوانند در یک فاصله<sup>3</sup> VHR<sup>3</sup> چیده شوند. اگر VHR یک گره قابل رسیدن نباشد پیچیدگی زمانی و مخابره افزایش می یابد. همزمان، کنترل رفتار GLS در یک محیط دینامیک و در مقابل خرابی های گره سخت تر از قلمرو خانگی است بطور خلاصه هم GLS و هم قلمرو خانگی دیدگاههای امید بخشی برای سرویسهای موقعیت در شبکه های خود مختار همه منظوره هستند.

<sup>1</sup> Virtual home region<sup>2</sup> performance<sup>3</sup> virtual home region

جدول 2-1) مشخصات استراتژی های ارسال ارائه شده

Criterion	Greedy	DREAM	LAR	Terminodes	Grid
Type	Greedy	Restricted directional Flooding	Restricted directional Flooding	Hierarchical	Hierarchical
Communication complexity	$O(\sqrt{n})$	$O(n)$	$O(n)$	$O(\sqrt{n})$	$O(\sqrt{n})$
Tolerable position inaccuracy	Transmission range	Expected region	Expected region	Short-distance routing range	Short-distance routing range
Requires all-for-all location service	No	Yes	No	No	No
Robustness	Medium	High	High	Medium	Medium
Implementation complexity	Medium	Low	Low	High	High
Abbreviations: $n$ = number of nodes					

### ۱-۹-۲) استراتژی های رانش

جدول ۲ استراتژی های رانش را به همراه معیارهای ارزیابی نشان میدهد. گونه استراتژی اساسی که برای رانش بسته استفاده میشود را نشان میدهد. پیچیدگی مخابره<sup>۱</sup> متوسط تعداد انتقال های تک - گام مورد نیاز برای ارسال بسته از یک گره به گره دیگر را با فرض اینکه موقعیت مقصد شناخته شده است نشان میدهد. استراتژی های رانش تحمل درجه های متفاوتی از عدم دقت را با توجه به موقعیت گیرنده دارند. این با معیار عدم دقت موقعیت قابل تحمل<sup>۲</sup> منعکس میشود. معیار درخواستهای سرویس مکانی "همه برای همه" نشان میدهد آیا استراتژی رانش نیازمند یک سرویس مکانی "همه برای همه" برای انجام درست کار است. میزان درستی یک دیدگاه بالا است اگر خرابی یک گره منفرد میانی از رسیدن بسته به مقصدش جلوگیری نکند و متوسط است اگر خرابی یک گره میانی منفرد باعث گم شدن بسته شود اما نیازمند آن نباشد که مسیر دوباره ایجاد شود. در نهایت میزان درستی پایین است اگر در خرابی یک گره منحصر بفرد هم بسته گم شود و هم مسیر جدید ایجاد شود. استراتژی های براساس موقعیت تعریف شده در این مقاله مسیرها را نگه نمی دارد و بنابراین حداقل میزان درستی متوسط را دارد. همانند سرویس مکانی، پیچیدگی پیاده سازی نشان میدهد که پیاده سازی و تست استراتژی رانش چه مقدار پیچیده است.

رانش حریمانه با پیچیدگی مخابره  $O(\sqrt{n})$  هم کارآ است و هم برای استفاده از شبکه های خود مختار با توپولوژی دینامیک بالا خیلی مناسب است الگوریتم نما-2 و مسیریابی GPSR در حال حاضر پیشرفته ترین استراتژی در باز یافت هستند. فقط مانع دیدگاههای حریمانه جاری آن است که شناسایی دقیق یک گام رنج انتقال موقعیت مقصد لازم است. در غیر اینصورت بسته ها نمی توانند تحویل شوند. میزان درستی متوسط است چون خرابی یک گره منحصر میتواند باعث گم شدن بسته در ترانزیت گردد اما آن احتیاج به ایجاد مسیر جدید ندارد. به دلیل گنجایش یک استراتژی ترمیم شبیه مسیریابی پیرامون یا نما-2 رفتار را دینامیک فرض میکنیم و بنابراین پیاده سازی دارای پیچیدگی متوسط است.

محققین GPSR ارزیابی مقادیر کارایی الگوریتم های خود را در یک محیط دینامیک هدایت کرده و آن را با مسیریابی مبدا دینامیک (DSR) مقایسه کرده اند. DSR یک پروتکل مسیر یابی انفعالی برای شبکه های خود مختار است که مافوق پروتکل های دیگر مسیریابی خود مختار انفعالی موجود است. ارزیابی ها نشان داده است که GPSR بهتر از DSR در تقریباً همه معیار ها شامل کسری از بسته ها تحویل شده موفق و سربار پروتکل عمل

<sup>1</sup> communication complexity

<sup>2</sup> tolerable position inaccuracy

کرده است. اما این شبیه سازی ها شامل ترافیک و زمان مورد نیاز برای جستجوی موقعیت مقصد نبوده است و فرض آن است که موقعیت مقصد بطور دقیقی توسط فرستنده شناخته شده است.

روش سیل آسا محدود شده مانند DREAM و LAR دارای پیچیدگی مخابره  $O(n)$  است و بنابراین برای شبکه های بزرگ با حجم انتقال داده بالا مقیاس پذیر نیست. یک فرق بین DERAM و LAR آن است که DREAM گره های میانی در صورتیکه اطلاعات بهتری از موقعیت مقصد نسبت به فرستنده بسته داشته باشند آن را بروز میکنند. این عمل در LAR انجام نمی گیرد. در نتیجه درخواستهای ارسال بسته DREAM از سرویس های مکانی "همه برای همه" بطور بهینه استفاده میکنند در حالیکه LAR با هر نوع سرویس مکانی کار میکند البته از فواید سرویس مکانی "همه برای همه" در صورت استفاده بهره نمی برد. هر دو دیدگاه میزان درستی بالایی در مقابل خرابی یک گره منحصر و عدم دقت موقعیت دارند و برای پیاده سازی خیلی ساده هستند. همانطور که قبلا ذکر شد برای کاربردهایی که پایداری بالا و تحویل پیغام سریع برای انتقال داده های کم تکرار آنها را کیفیت خوبی دارند.

Terminodes و مسیریابی توری هر دو دیدگاه سلسله مراتبی را برای مسیریابی خود مختار براساس موقعیت فراهم میکنند. برای مسیر یابی با فواصل بزرگ هر دو از دیدگاه حریصانه استفاده میکنند بنابراین مشخصاتی شبیه به رانش حریصانه دارند. اما به دلیل استفاده از دیدگاه غیر موقعیتی در سطح محلی در مقابل عدم دقت موقعیت تحمل بهتری دارند در حالیکه برای پیاده سازی پیچیده تر هستند. مسیریابی توری اجازه میدهد که گره های ناآگاه - موقعیت از گره های آگاه موقعیت بعنوان پراکسی برای شرکت در شبکه خود مختار استفاده کنند در حالیکه برای terminodes یک سرویس موقعیت GPS-free توسعه داده شده است. استراتژی ترمیم احتمالاتی ارائه شده توسط توری ساده تر است و اطلاعات حالت کمتری را نسبت به terminodes درخواست میکند. از طرف دیگر آن ممکن است در حالاتی که Terminodes موفق در پیدا کردن مسیر از فرستنده به مقصد است خراب گردد.

#### جهت های تحقیقات آتی

در بخش قبلی نشان داده شد که تعدادی دیدگاه های متفاوت برای انجام سرویس مکان و انجام ارسال بسته براساس - موقعیت وجود دارد. اما مشکلاتی است که نیاز دارد در آینده تحقیق شود. در حالیکه ما یک بحث کمی درباره دیدگاه های جاری مطرح کردیم لازم است که یک بررسی کیفی نیز روی آن ها صورت گیرد. برای دیدگاه های غیر موقعیتی ارزیابی های [۵ و ۱۱] با نتایج جالبی انجام شده اند. و یک مقایسه کیفی میتواند اطلاعات بیشتری درباره نکات قوت و ضعف دیدگاهها و پتانسیل پیشرفت آن بدهد.

همانطور که قبلا بحث شد GLS و قلمرو خانگی بطور عمومی تری برای سرویس های موقعیت مفید هستند و هر دو تابع درهم ساز را برای مشخص کردن گره هایی که اطلاعات موقعیت را درباره گره مورد نظر نگهداری میکنند استفاده میکنند. در تحقیقات آینده بهتر است بررسی شود که آیا این درهم چینی به درستی در شبکه های خیلی دینامیک نیز کار میکنند. همینطور لازم است سرویس مکانی های "همه برای برخی" که از درهم چینی استفاده نکند توسعه داده شود برای مثال میتوان از متدهای احتمالاتی که ممکن است خصوصیات بهتری در محیط های شبکه دینامیک داشته باشد استفاده کرد.

بعضی از وجوه مهم نیز است که در دیدگاه های موجود سرویس مکان بررسی نشده است: مسئله تضمین بی نامی. هنگامیکه یک شناسه گره ماندگار بتواند سهولت مرتبط با موقعیتش باشد امنیت مکان به سختی تامین می شود. این مسئله مهمی است که لازم است بررسی شود.

استراتژی های رانش بسته مبتنی بر موقعیت موضوع تحقیق از اواسط دهه ۶۰ بوده است. رانش حریصانه بنظر میرسد که متد انتخاب داده منظم باشد کارآ و هم خیلی مناسب برای شبکه های خود مختار با توپولوژی با تغییرات بالاست. تحقیقات آینده روی این دو ایده میتواند متمرکز می گردد: استراتژی مورد استفاده برای انتخاب گام بعدی بسته ای که ارسال میشود، و مکانیزم ترمیم هنگام خرابی رانش حریصانه بسته. انتخاب گام بعدی وابسته

به سرویس های فراهم شده بوسیله سخت افزار بی سیم است. اگر ممکن است که توان سیگنال انتقال با فاصله بین شریک مخابراتی سازگار باشد یک استراتژی شبیه NFP باید به خدمت گرفته شود. در حالیکه مسیریابی نما2- و perimeter مکانیسم ساده ای برای دسترسی هستند بررسی نحوه جلوگیری از انحراف بسته میتواند با ارزش باشد. همچنین باید جالب باشد دانستن اینکه استراتژی های ترمیم در برابر تغییر توپولوژی شبکه هنگامیکه یک بسته با استفاده از قانون دست راست ارسال میشود چگونه رفتار میکنند. عنوان دیگری که قابل بررسی است آن است که چگونه میتوان تحمل مسیریابی حریصانه را در مقابل عدم دقت اطلاعات موقعیت بالا برد.

چون شبکه های خود مختار عمومی تر می شوند اتصال پذیری در شبکه های خود مختار منحصر، به همان خوبی اتصال پذیری هر شبکه خود مختار مورد نظر و اینترنت جهانی مورد درخواست خواهد بود. بیشتر از آن معرفی روشهای سلسله مراتبی که در terminodes و توری انجام شد مورد درخواست است. اما چون موقعیت گرهای منحصر در یک شبکه خود مختار بطور مکررتری از موقعیت شبکه خود مختار تغییر میکند میتواند مورد بحث قرار گیرد که دیدگاه سلسله مراتبی باید براساس مکان در سطح محلی استفاده شود و مسیریابی براساس توپولوژی در فواصل بزرگ و در اینترنت استفاده شود. همچنین قابل تصور است که حتی سلسله مراتبی ۳ سطحی استفاده شود. در پایینترین لایه یک پروتکل مسیریابی پیش فعال تجمع تعدادگره های کمی در نظر گرفته شود و درستی در مقابل پتانسیل خطا افزایش یابد. در لایه بعدی یک دیدگاه مبتنی بر موقعیت ممکن است مقیاس هایی از شبکه خود مختار با تعدادی شریک در نظر گرفته شود. در نهایت سومین لایه دیدگاههای پیش فعال و انفعالی را برای اتصال شبکه های خود مختار با یکدیگر و با اینترنت جهانی استفاده کند. [۱۱]

## خلاصه

در این مقاله مروری بر مسیریابی مبتنی بر موقعیت برای شبکه های خود مختار سیار داشته باشیم. نشان داده شد که وظیفه مسیریابی بسته ها از یک مبدا به یک مقصد میتواند به وجوه زیر تفکیک شود :

### کشف موقعیت مقصد

#### ارسال واقعی بسته براساس این اطلاعات

ما ۴ سرویس مکان برای کشف موقعیت بررسی کردیم. در DREAM، اطلاعات موقعیت در شبکه سیل آسا ارسال میشود زمان بین ارسال سیل آسا بستگی به میزان تحرک گرہ دارد. در حالیکه محدوده هر ارسال سیل آسا بطوری انتخاب میشود که گرہهای نزدیکتر بیشتر از گرہهای دور از هم بروز میشوند. کشف مسیریابی گرم نیازمند گرہهای هم پوشان مستقل برای شراکت است بروزرسانیها به یکی از آن گرہها ارسال میشوند و درخواستهای موقعیت به دیگری ارسال میشود. چون گرہهای هم پوشان وجود دارد، اطلاعات موردنیاز در هر گروه قابل دسترس است. دیدگاه GLS با درهم سازی ID یک گرہ روی ID های سرورهای مکان عمل میکنند. این سرورهای مکان بوسیله گرہ مقصد با توجه به موقعیت خودش بروز میشود و بوسیله گرہهای مبدا که میخواهند با گرہهای مقصد تماس بگیرند درخواست میشوند. در نهایت الگوریتم های قلمرو خانگی که نیازمند آن است که ID یک گرہ روی یک موقعیت چیده شود. همه گرہهای نزدیک به این موقعیت در باره موقعیت گرہ آگاه میشوند و این اطلاعات را برای مبدای که میخواهد با آن تماس بگیرد فراهم میکنند.

بسته های ارسالی براساس اطلاعات موقعیت به سه ناحیه جدا میشوند. مسیریابی حریصانه با رانش بسته ها در جهت مقصد کار میکنند. اگر یک ماکزیمم محلی رخ دهد یک استراتژی ترمیم مانند نما2- یا مسیریابی GPSR برای جلوگیری از از بین رفتن بسته میتواند استفاده شود. در " رانش سیل آسا جهت دار محدود شده " که بوسیله DREAM و LAR استفاده می شود بسته ها در یک جهت عمومی مقصد همه پخشی میشوند. در مسیرشان با اطلاعات موقعیت در بسته میتواند بروز شود اگر یک گرہ اطلاعات بیشتری درباره گرہ مقصد داشته باشد. LAR با DREAM فرق میکند که از اطلاعات موقعیت فقط برای ایجاد کردن یک مسیر در موارد کارآ استفاده میکند. بسته های داده واقعی با یک پروتکل مستقل موقعیت مسیریابی میشود. در terminodes و پروژه توری مسیریابی

سلسله مراتبی با یک پروتکل مستقل از موقعیت در سطح محلی و یک نسخه حریصانه در سطح فاصله-بزرگ انجام میگیرد.

ما یک ارزیابی کمی از دیدگاهها ارائه کردیم. براساس این ارزیابی ما بحث کردیم که بعضی سرویس های مکانی همانند قلمرو خانگی و GLS در ترکیب با رانش بسته حریصانه، استراتژی محتمل برای مسیریابی براساس موقعیت همه منظوره در شبکه های خود مختار سیار هستند. دیدگاههای شبیه DREAM و LAR میتواند در محلهایی که تعداد کمی از بسته ها بصورت مطمئن لازم است ارسال شوند استفاده شود. در نهایت ما برخی هدفهای آینده را برای دستیابی و متدهای احتمالی سرویس مکانی را مطرح کردیم.

## فصل دوه

مروری بر سرویس های مکانی

## ۲) سرویس های مکانی

یک سرویس مکانی مسئول فراهم کردن اطلاعات مکانی گره ها در شبکه است. دو نوع سرویس مکانی عمومی وجود دارد: سرویس مکانی پیش فعال<sup>۱</sup> و سرویس مکانی انفعالی<sup>۲</sup>. سرویس های مکانی پیش فعال پروتکل هایی هستند که در آنها گره ها اطلاعات مکانی را به صورت متناوب تبادل می کنند. سرویس های مکانی انفعالی اطلاعات مکانی را هنگام نیاز درخواست می کنند.

سرویس های مکانی پیش فعال به دو نوع عمومی تقسیم بندی می شوند: سیستم های پایگاه داده های مکانی<sup>۳</sup> و سیستم های پخش مکانی<sup>۴</sup>. در سیستم های پایگاه داده های مکانی گره های خاصی در شبکه به عنوان یک پایگاه داده از اطلاعات مکانی برای دیگر گره ها در شبکه عمل می کنند. وقتی یک گره به مکان جدید حرکت می کند سرور پایگاه داده ای خود را با اطلاعات مکانی جدیدش بازسازی می کند.

در سیستم های پخش مکانی، تمام گره ها در شبکه به طور تناوبی با اطلاعات جدید گره ها به روزرسانی می شوند. بنابراین وقتی گره ای درخواست اطلاعات مکانی گره دیگری را می کند می تواند این اطلاعات را در جدول مکانی آن بیابد. یک سیستم پخش مکانی می تواند به عنوان نوعی سیستم پایگاه داده ای مکانی تلقی شود که در آن هر گره در شبکه حاوی اطلاعات مکانی تمام گره های دیگر است. مقایسه ای از این دو نوع سرویس مکانی نشان می دهد:

- ۱- در سیستم های پخش مکانی هر گره حالت های بیشتری را نگهداری می کند.
- ۲- به روزرسانی اطلاعات در سیستم های پخش مکانی هزینه برتر است زیرا باید در تمام گره ها اعمال شود.
- ۳- سیستم پخش مکانی پایدارتر است زیرا اطلاعات در تمام گره ها موجود است.
- ۴- یک درخواست مکانی در سیستم های پخش مکانی کم هزینه تر است زیرا اطلاعات مکانی در جدول مکانی خود گره موجود است.

سرویس های مکانی براساس معیارهای زیر دسته بندی می شوند:

- ۱- چه گره هایی مسئولیت سرویس دهی مکانی را بر عهده دارند (تمام گره ها یا برخی از آنها)
- ۲- سرورهای مکانی حاوی اطلاعات چه میزان از گره ها هستند (اطلاعات تمام گره ها یا برخی از آنها) برای مثال در شبکه های سلولی سنتی چندین سرور اطلاعات مکانی تمامی گره ها را نگهداری می کردند. این شبکه های سلولی در این تقسیم بندی جزو سرویس های مکانی "بعضی برای همه"<sup>۵</sup> قرار می گیرند. نوعاً سیستم های پایگاه داده ای مکانی جزو سیستم های همه برای بعضی تلقی می شوند و سیستم های پخش مکانی در طبقه بندی همه برای همه قرار می گیرند. به این نوع طبقه بندی، طبقه بندی Mauve اطلاق می شود.
- در ادامه ما ابتدا به سیستم های پایگاه داده ای مکانی پیش فعال می پردازیم سپس سیستم های مکانی پیش فعال را توضیح می دهیم و در پایان سیستم های مکانی انفعالی را مختصری توضیح می دهیم.

۲- سیستم های پایگاه داده ای مکانی پیش فعال

- 
1. Proactive
  2. reactive
  3. Location database systems
  4. Location dissemination systems
  5. Some for all

در این بخش ما دو نوع از این سیستم‌ها را بررسی می‌کنیم: سرویس مکانی قلمرو خانگی<sup>۱</sup> و سرویس مکانی براساس کُرْم<sup>۲</sup>. برای هر کدام از این دو نوع ما ۴ قرارداد<sup>۳</sup> را بررسی می‌کنیم. همانطور که قبلاً نیز گفته شد سیستم‌های پایگاه داده مکانی در طبقه‌بندی Mauve جزو طبقه "بعضی برای همه" قرار می‌گیرند زیرا همه گره‌ها در شبکه به عنوان سرور داده‌ای عمل می‌کنند و هر پایگاه داده‌ای شامل اطلاعات مکانی برخی از گره‌ها در شبکه است. هر گره هنگامی که به نقطه جدیدی مهاجرت می‌کند سرور داده‌ای خود را به روزرسانی می‌کند.

## ۲-۱) سرویس‌های مکانی قلمرو خانگی

سرویس‌های مکانی قلمرو خانگی مشابه شبکه‌های تلفنی سلولی و Mobile IP ها هستند. در این قراردادها هر گره در شبکه به یک قلمرو خانگی تعلق می‌گیرد و با آن مرتبط می‌شود. در بعضی جاها به واژه قلمرو خانگی، قلمرو خانگی انتزاعی نیز گفته می‌شود. یک قلمرو خانگی با یک ناحیه مستطیلی یا با یک نقطه که دایره‌ای به شعاع R آن را محصور کرده مشخص می‌شود. معمولاً مرکز این قلمرو خانگی دایره‌ای برای یک گره مکان اولیه آن گره در شبکه است. هر گره مکان اولیه خود را در شبکه به گره‌های دیگر اطلاع می‌دهد. بعضی اوقات مرکز قلمرو خانگی دایره‌ای از طریق اعمال یک تابع در هم ساز روی مشخصه گره تعیین می‌شود. [۵]

در قلمرو خانگی مستطیلی شبکه به صورت منطقی به ناحیه‌های مستطیلی هم اندازه تقسیم می‌شود و یک تابع نگاشت f، مشخصه هر گره را به ناحیه خاصی مرتبط می‌کند. این نگاشت چند به یک برای همه گره‌ها در شبکه شناخته شده است.

اگر تعداد گره‌های یک ناحیه خیلی بالا باشد نتیجه آن سربار بالاست و اگر خیلی پایین باشد پایداری شبکه پایین می‌آید. در صورت بروز هر کدام از این شرایط شعاع قلمرو خانگی را متنوباً تغییر می‌دهیم به صورتی که هر قلمرو خانگی تعداد تقریباً ثابتی از گره‌ها را در خود نگهداری کند.

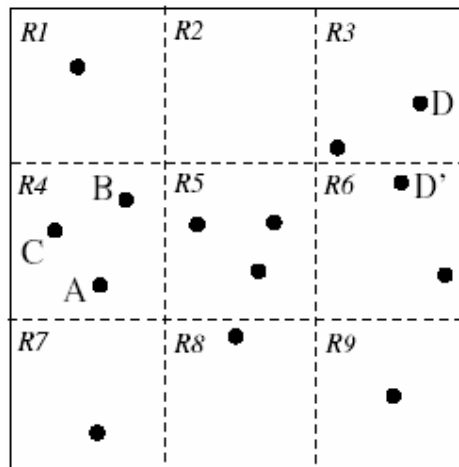
تمام گره‌هایی که در قلمرو خانگی یک گره هستند، اطلاعات مکانی این گره را نگهداری می‌کنند از این رو وقتی گره‌ای به مکان جدیدی حرکت می‌کند، اطلاعات مکانی فعلی خود را به تمام گره‌هایی که در قلمرو خانگی این گره هستند می‌فرستد به روزرسانی اطلاعات مکانی وقتی منتقل می‌شود که تعداد لبه‌های ارتباطی از بین رفته و بوجود آمده به سقف ثابتی برسد. چند راهکار دیگر برای تعیین شرایط به روز رسانی وجود دارد که از جمله آن "به روز رسانی براساس زمان"<sup>۴</sup> به روزرسانی براساس فاصله"<sup>۵</sup> و به "روزرسانی پیش‌بینی شده براساس فاصله"<sup>۶</sup> را می‌توان نام برد.

در نوع اول یعنی به روزرسانی براساس زمان، به روزرسانی اطلاعات مکانی به طور متنوب در یک زمان مشخص انجام می‌شود. در نوع دوم یعنی بروز رسانی براساس فاصله وقتی یک گره از مکان اولیه خود بیشتر از یک میزان مشخص حرکت می‌کند به روزرسانی انجام می‌شود در نوع سوم یعنی به روز رسانی پیش‌بینی شده براساس فاصله هر گره مکان و سرعت خود را به قلمرو خانگی خود اطلاع می‌دهد و به روز رسانی مکانی وقتی انجام می‌شود که اختلاف بین مکان پیش‌بینی شده و مکان واقعی گره از یک حد نصاب بالاتر رود. در بعضی راهکارها بروزرسانی وقتی انجام می‌شود که گره از یک قلمرو خانگی به قلمرو خانگی دیگری مهاجرت کند.

1. Home region location service
2. Quorum based location service
3. protocol
4. Time based
5. Distance based
6. Predictive distance based

شکل زیر مثالی از یک قلمرو خانگی مستطیلی ارائه می‌دهد. فرض کنید قلمرو خانگی گره  $R6, D$  باشد و در اینصورت وقتی گره  $D$  از ناحیه  $R3$  و  $R6$  مهاجرت می‌کند گره‌های  $A$  و  $B$  و  $C$  بسته به روز رسانی مکان را دریافت می‌کنند. این بسته در طول یک ناحیه خانگی از طریق قرارداد پیشروی جغرافیایی حرکت می‌کند. وقتی یک گره در یک قلمرو خانگی یک بسته به روزرسانی اطلاعات مکانی را دریافت می‌کند این بسته را به تمام گره‌ها در این ناحیه منتقل می‌کند. به منظور کاهش سربار در این نوع قرارداد بهتر است هر گره لیست همسایگان خود را در بسته به روزرسانی داشته باشد. وقتی گره‌ای در ناحیه خانگی خود یک بسته به روز رسانی دریافت می‌کند در صورتی این بسته را دوباره به بقیه گره‌ها ارسال می‌کند که همسایگان جدیدی پیدا کند. به این تکنیک رانش سیل آسا با هرس خود گره<sup>۱</sup> گفته می‌شود. وقتی گره مبدأ می‌خواهد بسته‌ای را به مقصد ارسال کند از ناحیه خانگی مقصد مکان جاری مقصد را درخواست می‌کند. هر گره‌ای که این درخواست را دریافت می‌کند بعد از زمان معینی تأخیر که براساس طول عمر ورودی نهانگاه تعیین می‌شود به آن جواب می‌دهد و پاسخ را ارسال می‌کند. این تأخیر به منظور جلوگیری از سیل پاسخها ایجاد می‌شود.

هنگامی که هیچ گره‌ای در ناحیه خانگی یک گره وجود ندارد (مانند ناحیه  $R2$  در شکل) تمام ناحیه‌های اطراف این ناحیه خالی به عنوان نواحی خانگی برای گره‌هایی عمل می‌کنند به این ناحیه خانگی خالی نگاشت شده‌اند. اگر ناحیه خالی در وسط شبکه باشد ۸ ناحیه مستطیلی اطرافش به عنوان نواحی خانگی عمل می‌کنند. برای مثال در شکل ۲، نواحی  $R1, R3, R4, R4, R6, R6$  به عنوان ناحیه خانگی برای گره‌هایی هستند که شناسه‌هایشان آنها را به ناحیه  $R2$  نگاشت کرده‌اند. [۱۲]



شکل ۲-۱) مثالی از سرویس مکانی قلمرو خانگی

چهارمین روش در نواحی خانگی، "مسیریابی حالت سلسله مراتبی"<sup>۲</sup> است. تفاوت عمده این روش با سه روش قبلی این است که این قرارداد فرض می‌کند شبکه به صورت سلسله مراتبی سازماندهی شده است. بنابراین یک درخواست مکان یا به روزرسانی مکانی باید در طول یک ساختار درختی سلسله مراتبی حرکت کند تا به ناحیه خانگی برسد.

## ۲-۲) سرویس های مکانی براساس گُرم

تا کنون تعداد زیادی سرویس های مکانی براساس گُرم گره ها ایجاد شده اند که همه این سرویس ها براساس چندی کردن اطلاعات مکانی روی گره های متعدد عمل می کنند که این گره ها به عنوان پایگاه های اطلاعاتی هستند. به معنای دیگر خواندن و نوشتن گُرم ها (زیرمجموعه ای از گره ها) در شبکه تعریف می شود. وقتی یک گره تعیین می کند که یک به روزرسانی مکانی نیاز دارد این به روزرسانی را به یک گُرم نوشتن ارسال می کند. وقتی گره مبدأ می خواهد بسته ای را به گره مقصد ارسال کند یک درخواست به یک گُرم خواندن ارسال می کند. چالش اصلی در سیستم هایی که براساس گُرم عمل می کنند تعریف گُرم های خواندن و نوشتن است به صورتیکه احتمال پاسخ به درخواست را بالا ببرد. یعنی هدف این است که گُرم ها به صورتی تعریف شوند که گُرم خواندن یک گره با گُرم نوشتن برای گره های دیگر تداخل داشته باشد و به این ترتیب اطلاعات مکانی به روز شده برای هر مقصدی را می توانیم در اختیار داشته باشیم.

یک راه حل بسیار ساده برای تعیین گُرم های خواندن و نوشتن به صورت زیر است: گُرم نوشتن برای هر گره  $i$  همان  $I$  است و گُرم خواندن برای هر گره  $j$  تمام گره های موجود در شبکه هستند. در این راه حل سایز گُرم نوشتن  $1$  و سایز گُرم خواندن  $n$  است که  $n$  تعداد گره های موجود در شبکه است. بنابراین هر چند به روزرسانی مکانی کم هزینه است درخواست مکانی گره ها عمل بسیار پرهزینه ای است. در این بخش ما سرویس های مکانی را بررسی می کنیم که سعی در کاهش مجموع این هزینه ها دارند.

### ۲-۲-۱) سیستم گُرم یکپارچه (UQS)

در طول برپایی اولیه این سیستم، زیرمجموعه ای از گره ها در شبکه انتخاب می شوند بصورتیکه بتوانند بهترین سرویس دهی را برای پیکره شبکه داشته باشند. این گره ها برای مثال می توانند گره هایی باشند که به صورت یکپارچه در طول شبکه توزیع شده اند. سپس این گُرم ها به گونه ای انتخاب می شوند که هر دو گُرم با هم اشتراک داشته باشند. هر گره برای به روزرسانی اطلاعات مکانی خود اطلاعات مکان جدید خود را به نزدیکترین گروه پیکره می فرستند. سپس این گره اطلاعات به روز را به گُرمی که بصورت تصادفی انتخاب می شود می فرستد. [۱] به معنای دیگر هیچ ارتباط ثابتی بین یک گره و گُرم به روز شده وجود ندارد. رویه ای که برای درخواست اطلاعات مکانی در نظر گرفته می شود نیز مشابه است: هر گره درخواست اطلاعات مکانی را به نزدیکترین گره در پیکره می فرستد که این گره نیز برای پاسخ دهی به این درخواست به یک گُرم تصادفی متصل می شود.

پیشنهاد Liang, Haas برای بروزرسانی اطلاعات یک گره در سه روش زیر خلاصه می شود:

۱- تغییر پیکره: وقتی نزدیکترین گره به گره مزبور در پیکره تغییر می کند عملیات به روزرسانی اطلاعات مکانی انجام می شود.

۲- درخواست مکانی: وقتی یک گره یک درخواست اطلاعات ارسال می کند، به روزرسانی مکانی در گُرم درخواست شده انجام می شود.

۳- تناوبی: وقتی در یک پریود زمانی هیچگونه به روزرسانی اطلاعات صورت نمی گیرد، اطلاعات را به روز می کنیم.

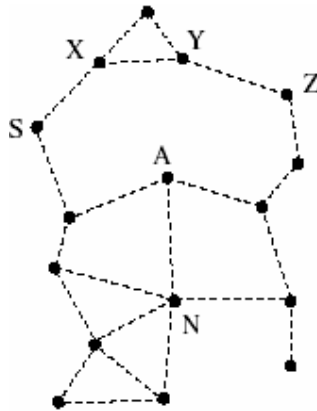
Liang, Haas متوذهای متعددی را برای تولید گُرم ها ارائه داده اند. اگر سایز اشتراک گُرم ها را به عنوان یک پارامتر پیکربندی در نظر بگیریم می توانیم انواع سیستم های براساس گُرم را از نظر سربار با هم مقایسه کنیم. به این معنا که هر چه اندازه گُرم بزرگتر باشد به روزرسانی و درخواست اطلاعات مکانی پرهزینه است در عوض میزان اشتراک گُرم ها نیز بیشتر می شود. براساس طبقه بندی Mauve، سیستم های گُرم یکپارچه می توانند طوری پیکربندی شوند که در رده "همه برای همه"، "همه برای بعضی"، یا "بعضی برای بعضی" قرار گیرند.

از آنجاییکه نوعاً گره‌های پیکره شبکه زیرمجموعه‌ای از کل گره‌های موجود در شبکه هستند و گره‌های هر گُرم زیرمجموعه‌ای از گره‌های پیکره هستند سیستم یکپارچه گُرم اغلب در دسته‌بندی "بعضی برای بعضی" قرار می‌گیرد.

### ۲-۲-۲) متد سطری \_ ستونی

یک سرویس مکانی دیگر براساس گُرم براساس متد سطری \_ ستونی تعریف می‌شود. وقتی یک گره تشخیص می‌دهد که یک به روزرسانی مکانی نیاز دارد اطلاعات جدید خود را به تمام گره‌های واقع در ستون خود می‌فرستد. ستون یک گره شامل تمام گره‌هایی است که در شمال و جنوب یک گره قرار دارند. به معنای دیگر گره اطلاعات مکانی خود را در جهت شمال و جنوب خود ارسال می‌کند. برای درک بهتر این موضوع یک ستون به صورت یک مسیر تعریف می‌شود. تمام گره‌ها و همسایه‌های آنها در یک مسیر اطلاعات به روز شده را دریافت می‌کنند. برای اینکه اندازه ستون را به دو افزایش دهیم گره‌های همسایه باید هر به روزرسانی را دوباره ارسال کنند. [۱]

وقتی یک گره مبدأ یک درخواست مکانی برای یک گره مقصد میدهد این درخواست ابتدا به تمام همسایگان این مبدأ که تا  $q$  نقطه با آن فاصله دارند ارسال می‌شود. اگر هیچ پاسخی دریافت نشود گروه مبدأ این درخواست را در طول یک ردیف ارسال می‌کند که مسیر شرق و غرب را در بر می‌گیرد. بسته درخواست مکانی شامل زمان جاری‌ترین اطلاعات مکانی شناخته شده توسط مبدأ است. اگر گره‌ای که درخواست مکانی را دریافت می‌کند اطلاعات مکانی به روزتری داشته باشد پاسخ درخواست را ارسال می‌کند.



شکل ۲-۲) مشکل موجود در روش سطری-ستونی

یک مشکل اساسی متد سطری \_ ستونی در شکل بالا نشان داده شده است. هنگامی که گره  $N$  به روزرسانی مکانی را ارسال می‌کند شمالی‌ترین گره جاری  $A$  است. اگر به روزرسانی مکانی در  $A$  قطع شود آنگاه یک جستجو بوسیله گره  $S$  که مسیر  $Z-X-Y$  را دنبال می‌کند جاری‌ترین اطلاعات مکانی گره  $N$  را بدست نمی‌دهد. به منظور حصول اطمینان از اشتراک بین مسیر شمال - جنوب و شرق - غرب پیشنهاد شده است که گره  $A$  به حالت FACE، سویچ کند تا وقتی که گره دیگری به عنوان شمالی‌ترین گره پیدا شود.

## ۲-۲-۳) سرویس مکانی گرید

GLS سرویس مکانی است که اطلاعات موقعیت را برای یک گره در یک شبکه سیار خود مختار فراهم می کند. GLS مکانیزی را برای ردیابی موقعیت گرههای دیگر در توپولوژی شبکه برای یک گره فراهم می کند. یک شبکه خود مختار سیار یک سیستم خود مختار از روتورهای سیار (و میزبانهای مرتبط) متصل شده بوسیله لینکهای بیسیم است - مجموعه ای که یک گراف اختیاری را تشکیل میدهد. روتورها در حرکت تصادفی آزاد هستند و بطور دلخواه خود را سازماندهی میکنند بنابراین توپولوژی بیسیم شبکه ممکن است که بطور سریع و غیر قابل پیش بینی تغییر یابد. نتایج مقدماتی نشان میدهد که GLS ترکیب شده با پروتکلهای مسیریابی مبتنی بر جغرافیا یک پاسخ مقیاس پذیر محتمل برای شبکه های سیار خود مختار های خیلی بزرگ است. بطور خاص GLS باید با سرویسهای مکانی دیگر مقایسه شده و با پروتکلهای مسیریابی مبتنی بر جغرافیا<sup>۱</sup> ترکیب گردد.

تحقیقات فراوانی در جهت تلاش برای طراحی یک پروتکل مسیریابی که یک شبکه خود مختار سیار را به خوبی اجرا کند وجود دارد. تحقیقات نشان میدهد که GLS، ترکیب شده با ارسال جغرافیای، یک پروتکل مسیریابی را فراهم میکند که بطور وسیعی مقیاس پذیر است. به عبارت دیگر آنالیز کارایی با استفاده از یک شبیه ساز نشان میدهد که GLS در شبکه های متراکم به خوبی جواب میدهد بنابراین نتایج ثابت میکند که GLS میتواند بعنوان یک سرویس مکانی در یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر جغرافیا جهت بهبود مهم و معنی دار خصوصیات مقیاس آن استفاده گردد. این مقاله کارایی GLS را با نسخه های مختلفی از تراکم شبکه ها آنالیز میکند. نرخ متوسط موفقیت یک درخواست بعنوان یک نشانگر برای مقایسه کارایی شبکه ها با تراکم های مختلف استفاده شده است. [۵]

طراحان GLS کارایی آن را برای شبکه های با گرههای سیار ۱۰۰-۶۰۰ در یک ناحیه بزرگ امکان پذیر می دانند. نتایج نشان میدهد که مصرف منابع با سایز شبکه های با آرامی رشد میکند. تحمل خطای گرهها خوب است، بطور نسبی نسبت به جابجایی گرهها غیر حساس است، نرخ موفقیت درخواست و تروپوت مصرف منابع خوب است. طراحان GLS آن را نه با سرویس های مکانی دیگر و نه با GLS ترکیب شده با پروتکل مسیریابی مکانی کاراً مقایسه نمی کنند.

طراحان GLS همچنین کارایی GLS را در شبکه های خلوت نشان نمیدهند ( کمتر از ۱۰۰ گره). ممکن نیست که GLS در شبکه های کوچک خوب عمل نماید زیرا از ارسال جغرافیای همانند پروتکل مسیریابی اش استفاده می کند.

هدف فوری ما درک GLS، آنالیز کردن کارایی آن ( نرخ موفقیت درخواست ) و سربار ( تعداد بسته ها و بایتهای انتقال داده شده بر حسب درخواست های مکان پاسخ داده شده ) در یک محدوده ای از تراکم های شبکه. این مقاله نتایج را با شبیه سازی شبکه های با گرههای کم، متوسط و زیاد بررسی میکند. بخش ۲ جزئیات پروتکل رانش جغرافیایی و پروتکل GLS را تشریح میکند. بخش ۳ و بخش ۴ محیط شبیه سازی و آنالیز نتایج شبیه سازی را تشریح می کند بخش ۵ کار موجود روی سرویس مکانی را توضیح میدهد. در نهایت بخش ۶ نتایج ما و طرحهای آینده را بیان میکند.

## ۲-۲-۳-۱) پیاده سازی

در رانش جغرافیایی هر گره موقعیت خودش را با استفاده از GPS و اعلان حضورش و موقعیت و سرعت همسایگانش را بوسیله انتشار بسته های Hello بطور پریودیک نگه میدارد. جدول ۱ محتویات بسته Hello را نشان میدهد. رانش جغرافیایی از پروتکل بردارفاصله دو گام استفاده می کند. بنابراین هر بسته Hello شامل یک

<sup>1</sup> Geographic-Based

لیستی از همسایگان گرورها و مکان ها است. بعلاوه هر گره یک جدول مسیریابی بر روی همه گرورها در دو گام خودش نگه میدارد که از طریق بسته های hello که گره دریافت میکند بروز میشود. هر ورودی در جدول مسیریابی شامل ID همسایه، مکان، سرعت و زمانی است که اطلاعات مکان ذخیره شده است هر ورودی در جدول مسیریابی بعد از یک زمان مشخص منقضی شده و از جدول حذف میشود.

HELLO		
Source ID	Source location	Source speed
Neighbor list: IDs and location		
Forwarding pointers		

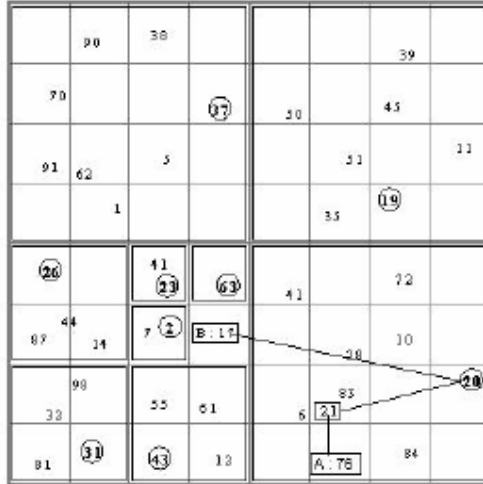
جدول ۲-۱) فیلدهای بسته Hello

هنگامیکه یک گره نیاز دارد که یک بسته را به یک مقصد ارسال کند، آن جدول مسیریابی خودش را بررسی میکند تا نزدیکترین همسایه برای ارسال بسته را انتخاب نماید که همان الگوریتم را اعمال میکند. اما یک مسئله بالقوه وجود دارد اگر یک گره هیچ گرھی را نزدیکتر از خودش به مقصد نشناسد. این وضعیت بن بست میتواند با استفاده از GPSR رفع شود. یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر جغرافیا که از یک زیر گراف مسطح برای هدایت holle های اطراف استفاده میکند. با توجه به نتایج شبیه سازی بوسیله طراحان GLS ما نتیجه گرفتیم که رانش جغرافیایی هنگامیکه گرورها به حد کافی متراکم اند خوب عمل میکند اگر بن بست عمومی نباشد.

## ۲-۲-۲-۲) سرویس مکانی توری

GLS یک سرویس مکانی است که تعدادی سرور مکان توزیع شده در میان شبکه می سازد. سه فعالیت اصلی در GLS وجود دارد: انتخاب سرور مکان، درخواست پرس وجوی مکان، بروز آوری سرور مکان. بطور ابتدایی ناحیه پوشش داده شده توسط شبکه خود مختار بطور سلسله مراتبی از توری هایی با مربعات افزایشی تشکیل مییابد. کوچکترین مربع یک مربع مرتبه ۱ نامیده میشود. ۴ مربع مرتبه ۱، یک مربع مرتبه ۲ میسازند، ۴ مربع مرتبه ۲ یک مربع مرتبه ۳ میسازند و بهمین ترتیب. یک مثال کوچک از مرتبه های مختلف مربعات در شکل ۱ با سایه تاریک نشان داده شده (این شکل از گرفته شده) بطور خاص ۵ مربع مرتبه ۱، ۳ مربع مرتبه ۲، یک مربع مرتبه ۳ و یک مربع مرتبه ۴ نشان داده شده اند. مختصات گوشه پایین چپ یک مربع مرتبه n باید از  $a2^{n-1}$  تا  $b2^{n-1}$  که a,b اعداد صحیح هستند باشد. بنابراین در شکل ۱ مختصات گوشه پایین چپ مربع با سایه روشن (1,5) است. اگرچه این یک مثال از مربع  $2 \times 2$  است اما آن یک مربع مرتبه ۲ نیست چون هیچ عدد صحیح a,b وجود ندارد که  $(2a, 2b) = (1, 5)$ .





شکل ۲-۴) یک مثال GLS

شکل ۲ مسیر یک بسته درخواست را از A به B تشریح میکند. A (ID76) یک درخواست مکان به گره با ID21 ارسال میکند، چون A مکان گره ۲۱ را میشناسد و حداقل بزرگتر از B (ID17) در مربع مرتبه توری است. عبارت دیگر هیچ گره با ID بین ۱۷ تا ۲۱ در مربع مرتبه A موجود نیست. گره ۲۱ سپس بسته درخواست را با استفاده از همان الگوریتم به گره های مربع مرتبه بعدی در توری سلسله مراتبی ارسال میکند که بطور مثال ID آن ۲۰ است. چون گره ۲۰ یک سرور مکان برای B در آن مربع مرتبه توری است مکان B را میشناسد و قادر است که بسته درخواست را مستقیماً به B براند. چون بسته درخواست شامل مکان A است، B بوسیله ارسال مکان جاری خودش به A با استفاده از رانش جغرافیایی پاسخ میدهد. [۱۲]

### ۲-۲-۳-۲-۲) بروز آوری سرور مکان

یک سرور مکان هنگامیکه گرهی جابجا میشود وقایع را بروز میکند. هر گره که بعنوان سرور مکان برای گرهها عمل میکند دو جدول نگه میدارد. جدول مکان که موقعیت گرههایی را که این گره را بعنوان سرور مکان خودشان انتخاب کرده اند را نگه میدارد، هر ورودی شامل یک ID گره و یک مکان جغرافیایی است. یک نهانگاه<sup>۱</sup> مکان نیز هنگامیکه گرهی یک بسته داده را سازماندهی میکند برای نگه داشتن اطلاعات بسته های بروز که یک گره رانده است استفاده میگردد. چون یک گره از جدول مسیریابی بدست آمده بوسیله رانش جغرافیایی برای همسایگان مربع مرتبه ۱ استفاده میکند آن احتیاج ندارد که بروز آوری های GLS را در مربع مرتبه ۱ ارسال کند.

هنگامیکه یک گره حرکت میکند آن باید یک بسته بروز آوری برای همه سرورهای مکان خودش ارسال کند و اطلاعات بروز شده را به نهانگاه مکان خودش اضافه کند. برای جلوگیری از ترافیک بروز آوری بیش از اندازه ، فرکانس بروز آوری با توجه به یک آستانه<sup>۲</sup> فاصله و مرتبه مربع سرورهای مکان محاسبه میشود. آستانه فاصله، فاصله گرهی است که در آخرین بروز آوری حرکت کرده است برای مثال تصور کنید یک گره، سرور مکان خودش را در مربعات مرتبه ۲ هنگامیکه در یک فاصله d حرکت میکند بروز می کند، سپس گره سرورهای مکان خودش را در مربع مرتبه ۳ هنگامیکه آن در یک فاصله 2d حرکت میکند بروز میکند. عبارت دیگر یک گره سرورهای مکان

<sup>1</sup> cache

<sup>2</sup> threshold

خودش را در یک نرخ مناسب از سرعتش بروز میکند و سرورهای مکان دورتر با فرکانس کمتری از سرورهای مکان نزدیکتر بروز میشوند.

قبل از اینکه یک گره یک بسته داده را ارسال کند، آن نهانگاه مکان خودش و جدول مکان را برای پیدا کردن مکان مقصد چک میکند. اگر برای آن مقصد یک ورودی پیدا نماید بسته را به آن مکان ارسال میکند. در غیر این صورت آن درخواست مکان را با استفاده از GLS ایجاد میکند و بسته داده در یک بافر برای نتیجه درخواست منتظر میماند. اگر هیچ نتیجه ای بدست نیامد گره بطور دوره ای درخواست را مطابق با فواصل Timeout ارسال می کند به محض اینکه نتیجه درخواست را گرفت از رانش جغرافیایی برای ارسال بسته استفاده میکند.

### ۲-۲-۳-۲ خرابی های درخواست مکان

دو نوع خرابی ناشی از حرکت گره ایجاد میشود. یک سرور مکان ممکن است اطلاعات تاریخ گذشته داده باشد یا یک گره ممکن است از توری جاری خودش خارج شود. راه حل برای اولین نوع خرابی استفاده از اطلاعات مکان قدیمی است. برای رفع نوع دوم خرابی که عمومی تر نیز است، گره متحرک یک اشاره گر رانش<sup>۱</sup> در توری ای که از آن خارج شده<sup>۲</sup> قرار میدهد. این اشاره گر رانش به گریدی که گره در آن وارد شده است اشاره میکند. بعبارت دیگر قبل از اینکه گره از یک گرید خارج شود، اشاره گر رانش خود را به همه گرهای در گرید پخش میکند. هر گره این گرید اشاره گر رانش مرتبط با گرهی را که خارج شده است ذخیره میکند و هنگامیکه گره از گرید خارج میشود آنها را حذف میکند.

برای به اشتراک گذاشتن اشاره گر های رانش با گرهای که وارد مربع مرتبه ۱- شده اند، بطور تصادفی زیر مجموعه ای از اشاره گرهای رانش با هر بسته hello ارسال میشود. گرهی که یک بسته hello را دریافت میکند اگر منتشر کننده بسته hello در همان گرید گره باشد، اشاره گرهای رانش را به مجموعه اشاره گرهای رانش خود اضافه می کند. یک اشاره گر رانش اجازه میدهد که یک بسته داده به یک گرید که ممکن است شامل یک گره باشد ارسال شود. ما توجه میکنیم که شبکه متراکم به اشاره گرهای رانش موثر نیاز دارد. همه نتایج شبیه سازی ارائه شده در از شبکه های متراکم استفاده میکند.

#### محیط شبیه سازی

شبیه ساز GLS ما از یک گستره بیسیم GMU برای شبیه سازی شبکه ns2 استفاده میکند. ما پارامترهای شبیه سازی را برای تکرار کار در انتخاب میکنیم. در حقیقت فقط تفاوت بین نتایج ارائه شده در و نتایج ارائه شده در اینجا ارزیابی شبکه های با تراکم کم است. بعبارت دیگر همه نتایج ارائه شده در برای شبکه های با ۱۰۰ گره یا بیشتر است و همه نتایج ارائه شده در اینجا برای ۱۰۰ گره یا کمتر است. جدول ۲ جزئیات پارامترهای ورودی شبیه سازی را نشان میدهد.

<sup>۱</sup> forwarding pointer

<sup>۲</sup> Departed

Input Parameters					
Number of Nodes	15	25	50	75	100
Transmission Range	250m	250m	250m	250m	250m
Simulation Area	1000x1000m <sup>2</sup>	1000x1000m <sup>2</sup>	1000x1000m <sup>2</sup>	1000x1000m <sup>2</sup>	1000x1000m <sup>2</sup>
Derived Parameters					
Node Density	1/66,667m <sup>2</sup>	1/40,000m <sup>2</sup>	1/20,000m <sup>2</sup>	1/13,334m <sup>2</sup>	1/10,000m <sup>2</sup>
Coverage Area	196,349m <sup>2</sup>	196,349m <sup>2</sup>	196,349m <sup>2</sup>	196,349m <sup>2</sup>	196,349m <sup>2</sup>
Transmission Footprint	19.63%	19.63%	19.63%	19.63%	19.63%
Maximum Path Length	1,414m	1,414m	1,414m	1,414m	1,414m
Network Diameter (max. hops)	5.656	5.656	5.656	5.656	5.656
Avg. # of Neighbors (no edge effect)	2.945	4.909	9.817	14.725	19.635
Avg. # of Neighbors (edge effect)	n/a	3.2	6.32	9.68	15.8

جدول ۲-۲) جزییات شبیه سازی

محاسبات پارامترهای بدست آمده اجازه میدهد که محیطهای مختلف را که شبیه سازی کرده اند ارزیابی کنیم تراکم گره<sup>۱</sup> تعداد گرههایی است که در کل ناحیه شبیه سازی گسترده شده اند. ناحیه پوشش<sup>۲</sup> ناحیه دایره ای است که شعاع آن فاصله انتقال است. رد پای انتقال<sup>۳</sup> یک گره درصد ناحیه پوشش داده شده بوسیله گره انتقال است، که از نرخ انتقال گره و سایز ناحیه شبیه سازی بدست آمده است. حداکثر طول مسیر<sup>۴</sup> عبارت است از فاصله گوشه سمت چپ پایین تا گوشه سمت راست بالا در ناحیه شبیه سازی. قطر شبکه<sup>۵</sup> حداکثر طول مسیر تقسیم بر نرخ انتقال است. در نهایت اتصال پذیری<sup>۶</sup> شبکه تعداد همسایه های یک گام را که گره دارد نشان میدهد. مقدار برچسب شده با " هیچ اثر لبه " یا تقسیم ناحیه پوشش به تراکم گره محاسبه میشود. مقدار برچسب شده با " اثر لبه " با توجه به این حقیقت محاسبه میشود که گرههای نزدیک لبه ها در هیچ طرف همسایه ای ندارند. همانطور که ذکر شد پارامترهای ورودی انتخاب شده ما براساس شبکه های با تراکم کم میباشد.

اندازه مربع GLS مرتبه ۱-  $250m \times 250m$  میباشد که از نرخ انتقال بدست آمده است. بعبارت دیگر همه گرهها در فاصله یک گام از یکدیگر در یک مربع مرتبه ۱- GLS قرار دارند. مدل تحرک نقطه ای اتفاقی استفاده میشود. در این مدل هر گره یک مقصد اتفاقی را انتخاب میکند و به سمت مقصد با سرعت ثابت  $10m/s$  حرکت می کند. شبیه سازی هیچ زمان قطع ندارد. مدل ارتباطی در ادامه : هر گره بطور متوسط ۱۵ درخواست مکان در ثانیه با شروع از ثانیه ۳۰ ام ( زمان شبیه سازی ۳۰۰ میلی ثانیه ) ارسال میکند. در آستانه بروزآوری مکان ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ متر ارزیابی میشود در سه حالت فوق نرخ موفقیت درخواست بالای ۹۰ درصد بدست می آید. در این مقاله ما آستانه بروزآوری مکان را ۱۰۰ متر در نظر گرفتیم. از  $ns2.1b1$  بعنوان شبیه ساز و از  $IEEE802.11$  بعنوان پروتکل لایه رسانه استفاده کردیم. این شبیه سازی از  $2MBPS$  پهنای باند استفاده میکند و درگیر هیچ ترافیک داده ای نیست. هر نقطه در هر شکل از ۵ بار اجرای شبیه سازی بدست آمده است. [۳]

<sup>1</sup> node density

<sup>2</sup> Coverage Area

<sup>3</sup> Transmission Footprint

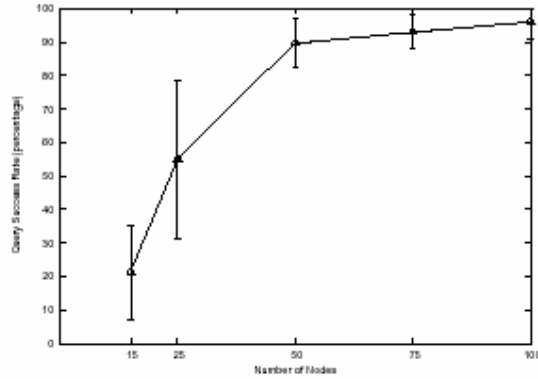
<sup>4</sup> Maximum Path Length

<sup>5</sup> Network Diameter

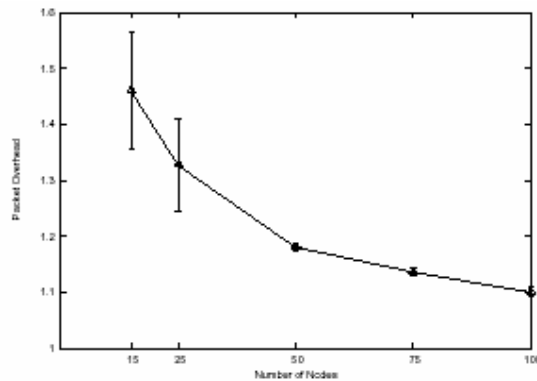
<sup>6</sup> Connectivity

<sup>7</sup> no edge effect

<sup>8</sup> edge effect



شکل ۲-۹) نرخ موفقیت درخواست GLS

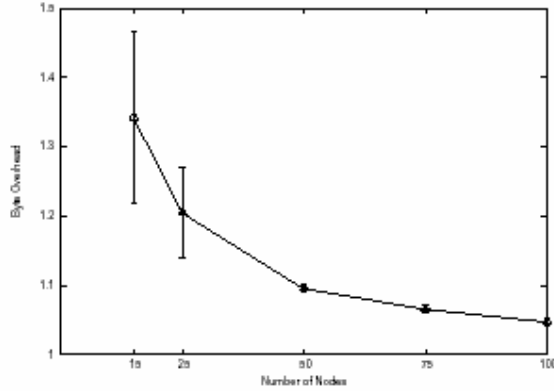


شکل ۲-۱۰) سربار بسته

## نتایج شبیه سازی

در یک ناحیه شبیه سازی  $250 \times 250 m^2$ ، بدون توجه به سرعت گره نرخ موفقیت درخواست در ۵۰ و ۱۰۰ گره ۱۰۰ درصد میباشد. این نتیجه قابل انتظار بوده زیرا محدوده انتقال ما ۲۵۰m میباشد. همانطوریکه در نشان داده شده، نرخ موفقیت درخواست از شبیه سازی با استفاده از شبکه با تراکم بالا (بیشتر از ۱۰۰ گره در  $10000 m^2$ ) بالای ۹۰ درصد است (شکل ۳ که نرخ موفقیت درخواست را بصورت تابعی از تعداد گرهها نشان میدهد)، نرخ موفقیت درخواست در شبکه های با تراکم کمتر (کمتر از ۵۰ گره در  $10000 m^2$ ) بسرعت کاهش مییابد. نتایج شکل ۳ نشان میدهد که GLS در شبکه های خلوت به خوبی عمل نمیکند.

شکل ۴ و ۵ سربار درخواست های GLS را نشان میدهد. شکل ۴ میزان بسته های انتقالی و شکل ۵ میزان بایتهای انتقالی را برای هر درخواست با افزایش گرهها از ۱۵ تا ۱۰۰ نشان میدهد. نتایج میزان بسته های انتقالی و میزان بایتهای انتقالی نشان میدهد که همچنانکه تراکم شبکه کاهش می یابد، GLS باید  $packets/bytes$  بیشتری را نسبت به  $packet/byte$  دریافتی ارسال کند. هنگامیکه تعداد گرهها ۱۰۰ است سربار  $packet/byte$  کاملاً پایین است در حالیکه با کاهش تعداد گرهها به ۵۰ گره بطور غم انگیزی سربار  $packet/byte$  افزایش می یابد. همچنین می بینیم که فواصل اطمینان برای شبکه های کمتر از ۵۰ گره بزرگ هستند که نشان میدهد که کارایی GLS در شبکه های خلوت قابل پیش بینی نیست.

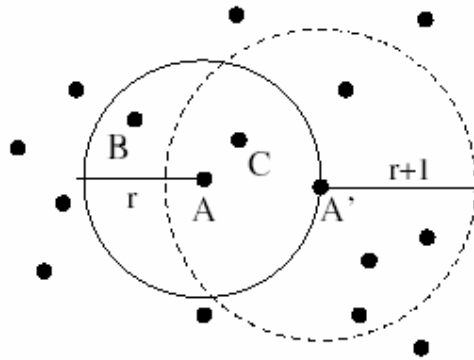


شکل ۲-۱۱) سربار بایت

هدف از این مطالعه درک GLS و ارزیابی آن در شبکه های با تراکم مختلف بود. برای دستیابی به این هدف ما شبیه سازی هایی را با استفاده از پارامترهای ارائه شده در اجرا کردی. نتایج شبیه سازی نشان داد که GLS در شبکه های خلوت خوب عمل نمیکنند. یک راه برای کار آینده مقایسه کارایی GLS با دیگر پروتکل های سرویس مکان است یک سرویس مکان موثر که اطلاعات مکان را روی همه گرهها در شبکه فراهم می کند میتواند برای بهبود کارایی مقیاس پذیری یک پروتکل مسیریابی که اطلاعات مکان را درخواست میکند استفاده گردد. بنابراین هدف دیگر ما برای کار آینده ادغام سرویس مکان هایی است با پروتکل مسیریابی جغرافیایی بهتر عمل میکنند. کارایی GPSR میتواند با پروتکل مسیریابی تک پخشی از دید مقیاس پذیری مقایسه شود.

#### ۲-۲-۴) دواير دوگانه

این نوع سرویس مکانی بسیار مشابه GLS است. فقط در این نوع سرویس مکانی شبکه به جای تقسیم شدن به مربعاتی با سایز افزایشی به دوايري با سایز افزایشی تقسیم می شود که مرکز آن مکان گره است، شعاع هر دایره پسین یک متر بزرگتر از شعاع دایره پیشین است. فرض کنیم یک گره هنگامی که آخرین اطلاعات مکانی خود را به روز کرده است در مکان  $i$  است. وقتی این گره به بیرون از دایره ای به شعاع  $r$  که مرکز آن مکان  $i$  است حرکت می کند اطلاعات مکانی به روز شده خود را به تمام گره هایی که در دایره ای به شعاع  $r+1$  و به مرکز مکان جدید گره هستند ارسال می کند. شکل زیر یک مثال از این مورد را نشان می دهد وقتی گره  $A$  به  $A'$  تغییر مکان می دهد بسته به روزسانی اطلاعات را به تمام گره هایی که در دایره خط چین به



شکل ۲-۵) مثالی از بروزسانی مکانی در روش دواير دوگانه

شعاع  $r+1$  است ارسال می کند. بازپخش چند نقطه ای که یک قرارداد پخشی در طول شبکه است به منظور محدود کردن سربار مربوط به ارسال روزرسانی در دایره مزبور استفاده می شود. مشابه دیگر سرویس های مکانی، فاصله ای که در طول آن بسته به روزرسانی پخش می شود و بستگی به فاصله گره از به روزرسانی قبلی دارد. به معنای دیگر گره هایی که نزدیک به مقصد هستند اطلاعات مکانی دقیقتری نسبت به گره های دورتر دارند. برای مثال گره B در شکل یک بسته برای A در مرکز دایره می فرستد. وقتی گره C این بسته را دریافت می کند آن را به مرکز دایره نقطه چین ارسال می کند.

## ۲-۲-۵) جزئیات گرم

همانطور که قبلاً نیز گفته شد چالش اصلی در سیستم های مبتنی بر گرم تعریف گرم های خواندنی، نوشتنی است طوریکه احتمال پاسخ به درخواست مکان ماکسیمم شود. این چالش خصوصاً در شبکه های موبایل سخت تر است.

در اینجا سرویس مکانی براساس گرم را مطرح میکنیم که برای پخش اطلاعات در شبکه های موبایل با بخش های مختلف استفاده می شود. در این جا فرض این است که هر دو مجموعه از گرم ها حداقل در یک گره مشترک هستند و مجموعه گرم ها توسط تمام گره ها در شبکه شناخته شده است. در اینجا به نحوی پیکربندی گرم نمی پردازیم ولی سعی مان بر آن است که به ۳ سوال اساسی در مورد گرم پاسخ دهیم:

۱- چه هنگام یک گره اطلاعات مکانی به روز شده را ارسال می کند؟

۲- یک گره اطلاعات به روز شده را باید به کجا بفرستد؟

۳- درخواست اطلاعات مکانی باید به کدام گره ها ارسال شود؟

برای پاسخ به سؤال اول یعنی چه هنگام یک گره اطلاعاتش را ارسال کند ۴ استراتژی وجود دارد.

به منظور بالا بردن کارایی "سیاست مطلق براساس ارتباطات" بهترین استراتژی برای زمان به روزرسانی اطلاعات شناخته شده است. در این استراتژی هنگامی به روز رسانی صورت می گیرد که تعداد مشخصی از لینک ها از زمان به روزرسانی قبلی برقرار یا قطع شده باشند. در این مدل دلوژی اظهار می شود که به روزرسانی هایی که براساس فاصله یا سرعت هستند غیرکارا هستند.

سه استراتژی برای پاسخ به دو سؤال باقیمانده پیشنهاد شده است. در این سه استراتژی یک گره از اطلاعات دسترسی به گره ها استفاده می کنند برای تعیین اینکه کدام گرم برای به روزرسانی یا درخواست استفاده شود. این بدان معناست که یک گره از دانش گره های غیردسترس برای انتخاب مجموعه گرم استفاده می کند تا امکان خرابی درخواست جاری یا آینده را کمتر کند.

در ارزیابی کارایی استراتژی "حذف سپس انتخاب"<sup>۱</sup> بهترین استراتژی برای به روزرسانی مکانی است استراتژی "انتخاب سپس حذف"<sup>۲</sup> بهترین استراتژی برای درخواست اطلاعات مکانی و تعیین گرم های به روزرسانی و درخواست است.

در ETS، هر گره ابتدا تمام مجموعه گرم هایی را که حداقل یک گره غیرقابل دسترس دارند حذف می کند. سپس از مجموعه های باقیمانده به صورت تصادفی انتخاب می کند. استراتژی ETS تعداد گره هایی را که یک به روزرسانی را دریافت می کنند محدود می کند. در STE، یک گره ابتدا به صورت تصادفی یک مجموعه گرم را انتخاب می کند و سپس از این مجموعه گره های غیرقابل دسترس را حذف می کند. استراتژی STE تعداد گرم هایی را که مورد درخواست قرار می گیرند را ماکسیمم می کند.

1. Eliminate – then – select (ETS)

2. Select – then – Eliminate (STE)

### ۲-۳) سیستم های پخش مکانی پیش فعال

در این بخش ما شش سیستم پخش مکانی پیش فعال را بررسی می کنیم. براساس طبقه بندی Mauve، سیستم های پخش مکانی در دسته "همه برای همه" قرار می گیرند. زیرا هر گره در این سیستم ها اطلاعات مکانی تمام گره های دیگر در شبکه را در بر می گیرد.

### ۲-۳-۱) سرویس مکانی DREAM

سرویس مکانی DREAM مشابه پروتکل مسیریابی براساس مکان DREAM است. هر بسته مکان (LP)، که جدول مکانی را به روز می کند شامل گره منبع، سرعت گره مبدأ و زمانی است که این بسته ارسال می شود. هر گره متحرک در شبکه موبایل اطلاعات مکانی به روز شده خود را با نرخ زمانی ثابتی به گره های نزدیک خود می فرستد و با نرخ زمانی کمتر از آن نیز به گره های دورتر می فرستد. نرخ زمانی که براساس آن گره مکان به روز شده خود را به گره های دیگر می فرستد با میزان حرکت آن از مکان قبلی ارتباط مستقیم دارد. از آنجا که حرکت گره های دورتر نسبت به گره های نزدیکتر کندتر به نظر می رسد نیازی نیست که گره های یک شبکه موبایل اطلاعات به روز شده را در گره های دورتر نگهداری کنند. این فرضیه به نام فرضیه تأثیر فاصله نام گرفته است و در شکل زیر نشان داده شده است. با فرق گذاشتن بین گره های نزدیک و دور هنگام به روزرسانی سر بار "بسته مکانی" محدود می شود. [۱]

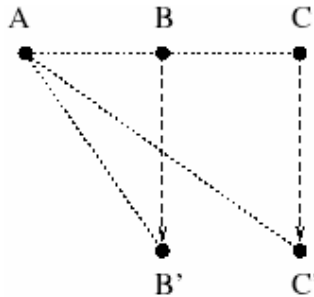
DREAM دقت اطلاعات مکانی در شبکه را از طریق فرکانس ارسال LP و محدوده ارسال LP کنترل می کند. راه حل DLS برای انتقال LP بصورت زیر است:

$$\left(\frac{T_{range}}{\alpha}\right) * \left(\frac{1}{v}\right) = \frac{T_{range}}{\alpha v}$$

انتقال در نزدیکی:

One for every X nearby LPs or at least every Y seconds

در اینجا Trange، محدوده انتقال یک گره موبایل است، V سرعت متوسط گره و  $\alpha$  فاکتور تناسب است. در LP، DLS هایی که به گره های دورتر می روند اطلاعات تمام گره های موجود در شبکه را به روزرسانی می کنند که شامل گره های نزدیکتر نیز می شود.



شکل ۲-۶) تأثیر فاصله

## ۲-۳-۲) سرویس مکانی ساده (SLS)

سرویس مکانی ساده نیز جزو سرویس های مکانی پخشیه هستند، ولی این سرویس اطلاعات مکانی را فقط به همسایگانش ارسال می کند. خصوصاً هر بسته مکانی که جداول مکانی را به روز می کند شامل اطلاعات مکانی، سرعت و زمان ارسال گره های متعددی است. سرعتی که یک گروه متحرک LP ها را ارسال می کند با تغییر مکانی آن نسبت مستقیم دارد.

$$\left(\frac{Trange}{\alpha}\right) * \left(\frac{1}{v}\right) = \frac{Trange}{\alpha v}$$

At Least every Z seconds

در این رابطه  $Trange$  محدوده حرکت یک گره،  $v$  سرعت گره و  $\alpha$  فاکتور ثابتی است که از طریق شبیه سازی بهینه می شود. برای یک  $Trange$  داده شده، فرکانس ارسال LP ها توسط یک گره با زمانی که آن گره برای میزان مشخصی حرکت لازم دارد سازگاری دارد. به این معنا که هر اندازه یک گره سریعتر حرکت کند آن گره با فرکانس بالاتری LP ها را ارسال می کند. در SLS، هر LP شامل حداکثر  $E$  ورودی از جدول مکانی گره است. این  $E$  ورودی براساس مکانیزم round-robin از جدول مکانی گره انتخاب می شوند.

این بدان معناست که هر انتقال LP اطلاعات مکانی گره های متعددی را با همسایگان این گره ها به اشتراک می گذارد. همچنین وقتی گره ای از SLS استفاده می کند متناوباً بسته های مکانی را از همسایگان خود دریافت می کند. سپس گره جدول مکانی خود را براساس جاری ترین اطلاعات مکانی بدست آمده از LP ها به روز می کند.

## Ants (۳-۳-۲)

عامل های نرم افزاری متحرک که براساس رفتار ant مدل شده اند برای جمع آوری و پخش اطلاعات مکانی در GpsAI استفاده می شوند. یک ant یک عامل است که توسط گره مبدأ به گره مقصد فرستاده می شود. گره مقصد می تواند دورترین گره نسبت به مبدأ باشد که اطلاعات مکانی آن در جدول مکانی مبدأ قدیمی است یا می تواند یک گره تصادفی باشد. یک هنگامی که به طرف گره مقصد می رود از گره های میانی عبور می کند، اگر اطلاعات این گره های میانی قدیمی تر باشد ant جدول مکانی آنها را به روز می کند و اگر اطلاعات ant قدیمی تر باشد بسته ant براساس جداول مکانی گره های میانی به روز می شود.

## (GRSS) (۴-۳-۲) سرویس ناحیه جغرافیایی

در سرویس ناحیه جغرافیایی مشابه GLS ناحیه ای که با شبکه موبایل پوشانده می شود به گره های تقسیم می شود که مربعاتی با سایز افزایش هستند. سرویس مکانی براساس دو تابع اصلی عمل می کند. ابتدا هر گره در مربع درجه صفر اطلاعات مکانی خود و همسایگانش را به تمام گره های دیگر در مربع درجه صفر ارسال می کند. بنابراین تمام اطلاعات توپولوژی در هر مربع درجه صفر شناخته شده است. سپس گره های مرزی می توانند اطلاعات مکانی را به گره های مربعات مجاور ارسال کنند. بنابراین گره های مرزی در مربع درجه  $i$  اطلاعات مکانی شان را با تمام گره های مربعات درجه نامجاور از طریق بسته های مکانی "Summary" به اشتراک می گذارند. (هر ۴ مربع درجه  $i$ ، یک مربع درجه  $i+1$  می سازند).

یک بسته Summary لیستی از اطلاعات مکانی را به همراه دارد. این بسته حاوی لیستی از تمامی گره ها در مربع درجه  $i$  و مکان مرکز مربع درجه  $I$  است. به معنای دیگر زیرساخت سلسله مراتبی ایجاد شده به منظور تولید و پخش اطلاعات مکانی استفاده می شود.

یک مزیت GRSS، این است که هر گره اطلاعات مکانی خود را به کل شبکه ارسال نمی کند یک نکته منفی آن نیز این است که ممکن است اطلاعات مکانی فقط حاوی مرکز ناحیه ای باشد که گره در آن قرار دارد نه مکان واقعی خود گره. هر چند از آنجائیکه سایز هر ناحیه تقریباً یک برد رادیویی است تمام گره ها در یک مربع درجه صفر از دو نقطه قابل دسترسی هستند. بسته های اختصاری به دو نوع تقسیم می شوند: دقیق و غیر دقیق. بسته های دقیق سر بار بالایی را نسبت به بسته های نوع دوم متحمل می شوند ولی در عوض باعث می شوند که یک گره کمتر اطلاعات مکانی را که با اطلاعات مکان گره دیگر در تضاد است دریافت کند و کمتر باعث از بین رفتن بسته شود.

## DR (۵-۳-۲). تکنیک پیش بینی مکان:

در DRM، هر گره یک مدل از حرکت خود ایجاد می کند که به همراه مکان جاری گره پخش می شود. بر این اساس گره ها قادرند حرکت سایر گره ها را در شبکه پیش بینی کنند اساس این تکنیک متد پیش بینی است. مدل حرکتی که توسط هر گره ایجاد می شود می تواند یک تابع معین یا تابع احتمالی از درجه یک یا بالاتر باشد. برای مثال یک مدل بصورت زیر است، یک گره میزان سرعت  $(v_x, v_y)$  خود را از روی دو نمونه مکانی خود  $(x_1, y_1)$  و  $(x_2, y_2)$  که در زمانهای  $t_1, t_2$  گرفته شده اند محاسبه می کند:

$$v_x = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \text{and} \quad v_y = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$$

هنگامی که این مقادیر محاسبه شدند گره این مقادیر را به همراه مکان فعلی خودش و زمانی که این مقادیر محاسبه شدند پخش می کند. به این بسته ارسالی، بسته به روزسان DRM گفته می شود. یک گره مکان گره دیگر را براساس در تساوی زیر پیش بینی می کند:

$$X_{predict} = X_{location} + (V_{xmodel} * (t_{current} - t_{model})).$$

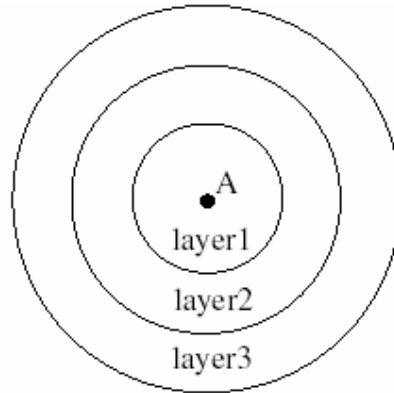
$$y_{predict} = y_{location} + (v_{ymodel} * (t_{current} - t_{model})).$$

در دو تساوی بالا  $(x_{location}, y_{location})$ ،  $(v_{xmodel}, v_{ymodel})$  و  $t_{model}$  مقادیری هستند که از بسته به روزسان DRM استخراج شده اند و  $t_{current}$  زمان فعلی است. هر گره متناوباً مکان خودش را نیز پیش بینی می کند که با میزان واقعی مقایسه می شود. اختلاف بین مکان اصلی گره با مکان پیش بینی شده آن از طریق رابطه زیر محاسبه شود:

$$\alpha = \sqrt{(X_{current} - X_{predicted})^2 + (y_{current} - y_{predicted})^2}$$

اگر اختلاف مکان پیش بینی شده مکان واقعی گره از یک حد نصابی بالاتر رود آنگاه گره یک بسته به روزسان DRM جدید ارسال می کند. بنابراین اگر گره یک مدل حرکتی دقیق ارسال کند هزینه به روزسانی مکانی در DRM بسیار پایین می آید.

اگر اختلاف مکان بدست آمده از رابطه بالا کوچک باشد آنگاه گره بسته به روزسانی DRM را فقط به گره های نزدیکش ارسال می کند. شکل مقابل این متد لایه بندی براساس مکان فعلی گره را نشان می دهد. وقتی یک گره می تواند مکان تمامی گره های دیگر موجود در شبکه را پیش بینی کند گفته می شود که هر گره قادر است توپولوژی شبکه را محاسبه کند.



شکل ۲-۷) متود لایه بندی در DRM

## ۲-۴) سیستم های مکانی انفعالی

به عنوان آخرین نوع سیستم های مکانی سیستم انفعالی را معرفی می کنیم. همانطور که قبلاً نیز گفته شد سرویس های مکانی انفعالی به هنگام نیاز درخواست اطلاعات مکانی می کنند در این بخش ما سه سیستم مکانی انفعالی را مرور می کنیم. براساس طبقه بندی Mauve، سیستم های مکانی انفعالی در طبقه بندی "همه برای بعضی" قرار می گیرند. زیرا هر گره در شبکه اطلاعات مکانی بعضی گره های دیگر موجود در شبکه را نگهداری می کند. [۷]

### ۲-۴-۱) سرویس مکانی انفعالی (RLS)

در سرویس مکانی انفعالی هنگامی که یک گره متحرک درخواست اطلاعات مکانی گره دیگری را میدهد و این اطلاعات تاریخ گذشته یا ناشناخته است در آنصورت ابتدا این درخواست را به همسایگان گره مقصد ارسال می‌کند. اگر همسایگان گره نیز اطلاعات مکانی در دست نداشتند و تا زمان معینی پاسخ را ارسال نکردند آنگاه این درخواست در طول شبکه منتشر می‌شود. وقتی یک گره یک بسته درخواست مکانی دریافت می‌کند و اطلاعات درخواست شده را ندارد این درخواست را منتشر می‌کند. ولی اگر اطلاعات درخواست شده در جدول مکانی گره موجود باشد یک پاسخ در طول عکس مسیری که این درخواست به گره رسیده است را ارسال می‌کند. به معنای دیگر هر بسته درخواست مکانی حاوی مسیری است که بسته طی کرده است (سلسله‌ای از گره‌ها) به منظور برگشت پاسخ به مبدأ ارتباطات باید دو طرفه باشند. همچنین اگر میسر باشد گره‌هایی که از RLS استفاده می‌کنند اطلاعات جداول مکانی خود را هنگام دریافت یک بسته مکانی جدید به روز کنند.

شباهتهایی بین DSR, LAR, RLS وجود دارد که دو تای آخر پروتکل‌های مسیریابی هستند که در شبکه‌های موبایل وجود دارند. هر سه این پروتکل‌ها، قراردادهای انفعالی هستند زیرا هنگام نیاز اطلاعات درخواست شده را بازیابی می‌کنند. به علاوه هر سه این پروتکل‌ها از مسیر عکس برای پاسخ‌دهی به مبدأ استفاده می‌کنند یک فرق اساسی بین این سه پروتکل این است که RLS سعی در بدست آوردن اطلاعات مکانی دارد در حالیکه DSR, LAR سعی در تعیین کل مسیر دارند. ارسال درخواست مکانی به همسایگان گره و اجازه دریافت پاسخ از گره‌های میانی دو خصیصه‌ای هستند که در RLS, DSR مشترک است.

### ۲-۴-۲) سرویس مکانی انفعالی (RLS)

یک پروتکل دیگر همزمان با (RLS) ایجاد شده است که در مسیریابی در نواحی شهری استفاده می‌شود. برای جلوگیری از اشتباه ما پروتکل دوم را RLS نامگذاری می‌کنیم. فرق‌های عمده بین RLS, RLS در زیر آمده است: \_ در RLS به گروه‌های میانی اجازه داده می‌شد که در صورت داشتن اطلاعات مکانی گره مقصد پاسخ را ارسال کنند در حالیکه در RLS حتماً باید گره مقصد پاسخ را ارسال کند. \_ در RLS بسته پاسخ از طریق مسیر عکس به مبدأ برگردانده می‌شود در RLS بسته پاسخ از طریق بعضی از قراردادهای مسیریابی برگردانده می‌شود. \_ با آنکه انتخاب‌های متعددی برای نحوه نشر بسته درخواست مکانی در RLS وجود دارد، با این وجود اصلی‌ترین روش آن مشابه RLS است. به این روش نشر دوتایی گفته می‌شود. \_ RLS شامل نشر شعاعی است که به گره‌های خیلی دورتر از مبدأ اجازه نشر دوباره درخواست را قبل از گره‌های نزدیکتر می‌دهد. RLS این خصوصیت را ندارد.

### ۲-۴-۳) مسیریابی به کمک جستجوی مکانی (LOTAR)

LOTAR یک پروتکل مسیریابی مشابه LAR است که در آن همسایگان یک گره متناوباً جداول مکانی خود را با تبادل اطلاعاتی می‌کنند. با اطلاعات اخیر و به روز شده می‌توان پاسخ‌های دقیقتری به درخواست‌ها داد. در این بخش ما انواع سرویس‌های مکانی و طبقه‌بندی متعدد آنها را بیان کردیم در بخش بعدی به مقایسه این سرویس‌های مکانی از نقطه‌نظرهای مختلف می‌پردازیم.

## فصل سوم :

مقایسه کارآیی سرویس مکانی مقیاس  
پذیر برای مسیر یابی خود مختار جغرافیایی

### ۳) مقایسه کارایی سرویس مکانی برای مسیریابی خود مختار جغرافیایی

#### مقدمه

پروتکل های مسیریابی جغرافیایی اجازه مسیریابی بدون حالت را با گرفتن فواید اطلاعات مکان گرهای سیار در شبکه های خود مختار سیار (MANET) میدهد بنابراین بطور اعلائی مقیاس پذیر است. یک چالش مهم در پروتکل های مسیریاب جغرافیایی طراحی سرویس مکان توزیع شده است که مکان گر سیار را دنبال کند. در ادامه مقایسه کارایی از سه سرویس مکان مبتنی بر - مکان ملاقات که یک محدوده ای از انتخابهای طراحی را پوشش میدهد انجام میدهیم: پروتکل مبتنی بر Quorum (XYLS) که مکان هر گر را به  $O(\sqrt{N})$  گر منتشر میکند، یک پروتکل سلسله مراتبی (GLS) که مکان هر گر را به  $O(\log(N))$  گر منتشر میکند و یک پروتکل مبتنی بر - درهم ساز جغرافیایی (GHLS) که هر مکان گر را به  $O(1)$  گر منتشر میکند.

ما یک مدل کمی از سربارهای پروتکل را برای پیش بینی کردن کارایی انتخاب پروتکل ها برای شبکه های استاتیک ارائه میدهیم و سپس کارایی اثر جابجای روی این سرویس مکانی را بررسی میکنیم.

#### ۳-۱) رده بندی سرویس های مکانی

یک شبکه سیار خود مختار (MANET) حاوی یک مجموعه از گرهای سیار بی سیم است که بطور دینامیکی یک شبکه موقت را بدون استفاده از هیچ زیر ساختار شبکه موجود یا مدیریت مرکزی تشکیل میدهد. در این شبکه، هر گر نه تنها بعنوان یک میزبان بلکه بعنوان یک روتر هدایت کننده بسته ها به گرهای سیار دیگر عمل میکند. [۴]

یک چالش اساسی در شبکه های سیار خود مختار طراحی پروتکل های مسیریابی مقاوم در مقابل خرابی و مقیاس پذیر است. پروتکل های مسیریابی موجود در دو دسته هستند: (۱) پروتکل های مسیریابی مبتنی بر توپولوژی که هیچ شناختی از موقعیت گرهای سیار ندارند بطور مثال پروتکل های پیش فعال مانند DSDV و پروتکل های انفعالی مانند AOPV, DSR و پروتکل های هیبرید مانند ZRP. این پروتکل ها روی کشف و نگهداری حالت های عمومی هدایت کردن بسته ها تکیه دارند و مقیاس پذیری آنها محدوده شده میباشد. (۲) پروتکل مسیریابی جغرافیایی که اطلاعات مکان گرهای قابل دسترس از سیستم موقعیت یاب را بکار میبرد همانند GPS که بسته ها را میزند. چون اطلاعات محلی (مکان همسایه) برای مسیریابی عمومی استفاده می شود پروتکل مسیریابی جغرافیایی برای تعداد گرهای بزرگتر پتانسیل بالاتری نسبت به پروتکل های مبتنی بر توپولوژی دارد.

اما قبل از مسیریابی یک بسته با استفاده از پروتکل مسیریابی جغرافیایی، گر مبدا احتیاج دارد که مکان گر مقصد را بازبایی کند. چون یک چالش مهم در پروتکل های مسیریابی جغرافیایی طراحی سرویس مکانی کار است که بتواند مکان های گرهای سیار را ردیابی کند و پاسخی برای درخواست های مکان داشته باشد. همچنین یک سرویس برای حفظ قابلیت مقیاس پذیری مسیریابی جغرافیایی باید مقیاس پذیر باشد و بطور ایده ال با مسیریابی جغرافیایی عمل کند. بطور کلی یک پروتکل که یک سرویس مکانی موثر را پیاده سازی میکند باید کارا<sup>۱</sup>، مقیاس پذیر<sup>۲</sup>، مقاوم<sup>۳</sup>، بار متوازن<sup>۴</sup>، آگاه محلی<sup>۵</sup> باشد.

<sup>1</sup> efficient

<sup>2</sup> Scalable

<sup>3</sup> robust

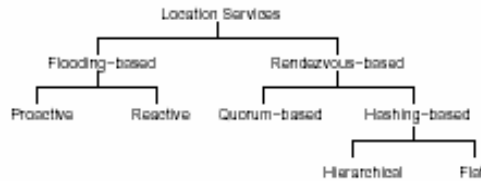
<sup>4</sup> load balanced

<sup>5</sup> locality aware

پروتکل های متعددی برای سرویس مکان ارائه شده که مسئله ردیابی<sup>۱</sup> و بازیابی<sup>۲</sup> مکان را در مسیریابی جغرافیایی برای شبکه های سیار خود مختار ها حل میکند.

در این بخش ابتدا تحلیل های کمی و واقعی که کارایی طیف مقیاس پذیر پروتکل های سرویس مکانی را مقایسه میکند ارائه میکنیم. ما روی سرویس های مکانی مبتنی بر - مکان ملاقات<sup>۳</sup> تمرکز میکنیم زیرا آنها مقیاس پذیر تر از پروتکل های مبتنی بر - رانش سیل آسا هستند. ما یک مقایسه کارایی عمیق از سه سرویس مکان مبتنی بر - مکان ملاقات انجام میدهیم شامل یک پروتکل مبتنی بر Quorum (XYLS) که هر مکان گره را به  $O(\sqrt{N})$  گره منتشر میکند، یک پروتکل مبتنی بر - درهم ساز<sup>۴</sup> سلسله مراتبی (GLS) که هر مکان گره را به  $O(\log(N))$  گره منتشر میکند و یک پروتکل مبتنی بر - درهم ساز جغرافیایی (GHLS) که هر مکان گره را به  $O(1)$  گره منتشر میکند

شکل ۱ یک طبقه بندی از سرویس های مکان را ارائه میدهد. در سطح اول سرویس های مکانی میتواند به دو دیدگاه مبتنی بر - مکان ملاقات و مبتنی بر رانش سیل آسا تقسیم شود. پروتکل های مبتنی بر رانش سیل آسا میتواند به دو بخش پیش فعال، انفعالی تقسیم شود در پیش فعال هر گره بطور دوره ای مکان خودش را به گره های دیگر شبکه که یک جدول مکانی را نگه میدارند بطور آشاری ارسال میکند که آخرین مکان روی مقادیر قبلی ذخیره میگردد. فواصل و محدوده چنین تغریقی میتواند مطابق با جابجایی گرهها و اثر فاصله، بهینه شود. لذای مثال تغریق برای گره های با جابجایی بیشتر، مکررتر اتفاق میافتد و برای گره های دورتر با تکرار کمتری انجام میگردد. DREAM بعنوان یک مثال خوب سرویس های مکان مبتنی بر رانش سیل آسا ست. در دیدگاه های رانش سیل آسا انفعالی اگر یک گره نتواند آخرین مکان یک مقصد را که سعی دارد به آن بسته ارسال کند پیدا کند، درخواست مورد نظر را برای جستجوی مقصد در شبکه بطور سیل آسا میراند.



شکل ۱-۳) طبقه بندی سرویس های مکانی

## ۲-۳) مقایسه تحلیلی اثر جابجایی

اثر جابجایی را روی کارایی سه سرویس مکانی بررسی میکنیم. در همه دیدگاهها هر گره در نقش خودش بعنوان گره مقصد احتیاج دارد که یک بروز آوری جدید را هر زمان که از فاصله آستانه عبور میکند یا هنگامیکه پنجره Timeout ناشی از تغییر سرعت منقضی میشود ارسال کند. بنابراین یک افزایش یا کاهش مقدار بسته های پروتکل و انتقال ها ناشی از جابجایی گره وجود دارد. در XYLS جابجایی هیچ اثری روی پیچیدگی ارتباط ندارد. در GHLS یک گره در نقش خودش بعنوان سرور مکان همچنین احتیاج دارد که پایگاه داده مکان محلی خودش را به گره های همسایه رد کند. در GLS چون درهم سازی در فضای شناسه گره است هیچ احتیاجی به رد کردن پایگاه داده نیست اما چون درهم سازی بطور منحصر برای هر مربع همبنا در هر سطح سلسله مراتب انجام میشود هر زمان که یک گره یک محدوده گرید را قطع میکند آن باید بعضی از سرورهای مکان خودش را بروز کند. در بدترین حالت هنگامی: یک گره یک محدوده بین دو گرید بالاترین سطح را قطع میکند آن باید  $O(\log N)$  سرور مکان خودش را انتخاب و بروز کند. بنابراین با وجود جابجایی سرورهای مکان برای مجاز کردن درخواست یک گره، اشاره گره های رانش را از طریق همه پخشی به گرهها در مربع مرتبه ۱- قبل خودش باقی گذارد.

<sup>1</sup> track

<sup>2</sup> retrieval

<sup>3</sup> rendezvous-based location service

<sup>4</sup> hashing – based protocol

همچنین اشاره گرهای رانش بطور مداوم برای تازه واردها بوسیله کول کردن<sup>۱</sup> آنها بر روی بسته های امواج رادیویی منتشر شده و در نتیجه سایز بسته های رادیویی افزایش می یابد.

### ۳-۳) بررسی کارآیی سرویس مکانی

#### ۳-۳-۱) مقایسه مقداری سه پروتکل :

جدول ۱ نشان میدهد که در حالیکه سر بار پروتکل GLS، ۱/۸۹ برابر GHLS-1/0 و ۰/۸۱ برابر XYLS در شبکه ایستا است این نرخ ها به ۳/۸۹ و ۱/۷۴ در شبکه های سیار افزایش مییابد. در عمل در حالیکه تعداد مخابره های بروزآوری GLS، ۲/۵۴ برابر GHLS-1 و ۰/۴۵ برابر XYLS در شبکه ایستا است این نرخ ها به ۱۱/۴۸ و ۲/۱۱ در شبکه سیار افزایش می یابد. بنابراین جایجایی روی GLS بیشتر از XYLS, GHLS اثر میگذارد. به این معنی که اگر در شبکه های ایستا سایز شبکه GLS برای رسیدن به GHLS در مخابره های بروزآوری باید ۲۵۰۰۰ گره باشد پس برای شبکه های سیار سایز شبکه برای GLS باید بزرگتر باشد تا بتواند با GHLS برحسب مخابره های بروزآوری ها برابری کند. در حرکت از شبکه های ایستا به شبکه های سیار، سر بار پروتکل XYLS یکسان باقی میماند در حالیکه GLS بیشتر از دو برابر میشود. XYLS سر بار پروتکل کمتری از GLS در شبکه های سیار دارد اگرچه سر بار آن در شبکه های ایستا از GLS بیشتر است.

جدول ۱-۳) مقایسه سه سرویس مکانی

Metrics	XYLS	GLS	GHLS
Type	quorum	hier. hashing	flat hashing
Updates per interval	1	$3 \cdot (2 - \frac{1}{2}^{h-2})$	1
Avg. update transmissions per interval	$2^{h+1}$	$\frac{3}{2} \cdot (2 + \sqrt{2}) \cdot (h - 1)$	$\frac{1}{3} 2^{h-1} \sqrt{2}$
Average query path length	$\frac{2}{3} \cdot 2^h$	$\frac{2}{3} 2^{h-1} \sqrt{2}$	$\frac{1}{3} 2^{h-1} \sqrt{2}$
Average query rep. path length	$\frac{1}{3} \cdot 2^{h-1}$	$\frac{1}{3} 2^{h-1} \sqrt{2}$	$\frac{1}{3} 2^{h-1} \sqrt{2}$
Robustness	high	medium	high

جدول ۳ متوسط طول گام ها درخواستهای انجام گرفته و پاسخ های آنها را نشان میدهد. برای XYLS طول درخواست عبارت است از تعداد گامهای طی شده توسط درخواست برای رسیدن به سرور مکان. چون در GLS درخواستها باید از سرور مکان به مقصد حرکت کنند در حالیکه برای دو پروتکل دیگر آنها فقط احتیاج دارند که به سرورهای مکان حرکت کنند، متوسط طول درخواست در GLS دو برابر XYLS, GHLS است. در GHLS پاسخ یک درخواست به همان تعداد گامهای درخواست حرکت میکند. در GLS از گره مقصد به سمت گره مبدا به عقب بر میگردد و بنابراین متوسط طول نصف طول درخواست است. در XYLS، یک پاسخ درخواست گامهای کمتری از درخواست بطور متوسط طی میکند. به این دلیل که در XYLS ماکزیمم گام ممکن را استفاده نمیکند در حالیکه در پاسخ خای درخواست حداکثر گام ممکن را در برگشت به سمت مبدا استفاده میکنند. البته طول مسیر درخواست و پاسخ درخواست در جدول ۳ با جدول ۲ متفاوت است چون آن فقط درخواست های موفق را در نظر میگیرد.

<sup>1</sup> piggy-backing

جدول ۳-۲) سر بار پروتکل LS برای ۶۰۰ گره شبکه

	Static Network				Mobile Network			
	XYLS	GLS	GHLS-1	GHLS-0.5	XYLS	GLS	GHLS-1	GHLS-0.5
Beacon Ovhd.	89,400	89,400	89,400	89,400	89,400	89,400	89,400	89,400
LS Protocol Ovhd.	311,181	254,504	134,643	112,317	302,771	526,327	134,962	115,046
UPDATES								
Sent	19,200	24,466	4,800	4,800	17,708	44,502	4,427	4,427
Txed	184,319	83,099	32,611	26,752	166,798	351,940	30,651	24,396
QUERIES								
Sent	14,368	8,055	8,578	8,613	13,498	7,445	8,459	8,464
Txed	97,232	120,218	51,639	43,829	110,452	124,534	48,139	38,092
REPLIES								
Sent	6,893	7,073	8,386	8,308	7,191	6,793	8,190	8,361
Txed	29,630	51,187	50,392	41,736	25,521	45,980	45,815	37,235
HANDOFFS	-	-	1	0	-	-	10,357	15,323
FP UPDATES	-	0	-	-	-	3,873	-	-

جدول ۳-۳) طول متوسط درخواست و پاسخ درخواست

Protocol	XYLS	GLS	GHLS-1	GHLS-0.5
Query Length	4.53	10.42	5.05	4.03
Query Rep. Length	3.34	5.91	5.05	4.04

۲-۳-۳) توازن بار<sup>۱</sup>

هنگامیکه  $\alpha < 1$  استفاده میشود، گرهها در محدوده  $\alpha$  بطور بالقوه ترافیک بروزآوری و درخواست بیشتری از یک گره بیرونی تولید میکنند. برای اندازه گیری این اثر با آزمایش روی ۶۰۰ گره با شبیه سازی ۱۵۰۰ ثانیه و همان نرخ درخواست و ثبت کردن مخابره های بسته پروتکل LS درون و بیرون منطقه  $\alpha$  که در حدود ۰/۵ است. نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است.

در XYLS، نرخ سر بار ( بیرون و درون ناحیه  $\alpha$ ) با نرخ ناحیه های خودشان یکسان است (3:1). XYLS توازن بار کامل را نشان میدهد برای اینکه بروزآوری ها و درخواستها مستقل از محل گرهها در عرض شبکه در ابعاد X, Y ارسال میگردند. برای GLS نرخ سر بار (1.7:1) است به این معنا که یک بار نامتوازن و بزرگتر در ناحیه  $\alpha$  است. به این دلیل که در GLS بعضی بروزآوری ها به سرورهای مکان دور در گرید های قطری ارسال میشوند در نتیجه بیشتر بار در مرکز شبکه است. در GHLS-1 نرخ سر بار تقریباً (1:1) است به این دلیل که خطوط اتصال نقاط انتخاب شده تصادفی در یک مربع شبیه تقاطع مرکزی مربع است. GHLS-0/5 سر بار درونی ناحیه  $\alpha$  را در حدود ۰/۲۵ در مقایسه با GHLS-1 افزایش میدهد. اما همچنین سر بار ناحیه بیرونی تا ۶۰ درصد کاهش میدهد. بنابراین انتخاب  $\alpha$  یک tradeoff بین سر بار کل اتفاق افتاده در کل شبکه و بار درونی ناحیه  $\alpha$  است.

نتیجه جدول ۴ نشان میدهد که با وجود اینکه بار در GHLS بیشتر از XYLS و GLS نامتوازن میشود اما GHLS سر بار پروتکل LS کمتری در مقایسه با XYLS هم در ناحیه درونی و هم بیرونی  $\alpha$  دارد. در GHLS-5/0 اگرچه بار ذخیره متوسط روی هر گره در ناحیه  $\alpha$ ، ۴ مدخل مکان است در حالیکه گرههای بیرون هیچ مدخل ندارند، هر مدخل ذخیره شده ۲۰ بایت است. ساختن بار ذخیره در گرههای درونی کم اهمیت تر است. در مقابل GLS هر مدخل را در روی  $O(30 \log_4^N)$  سرور ذخیره میکند و بنابراین تعداد متوسط مدخلهای ذخیره شده در هر گره در شبکه میتواند به آسانی به ۴ برای شبکه های بزرگتر از متوسط برسد. [۳]

<sup>1</sup> load balance

جدول ۳-۴) سربار پروتکل LS درونی و بیرونی ناحیه  $\alpha$  /۵

	LS Protocol Overhead	
	Inside	Outside
XYLS	334,605	1,044,216
GLS	729,951	1,308,840
GHLS-1	331,971	299,009
GHLS-0.5	416,635	119,828

## ۳-۳-۳) اثر هم جواری در الگو ترافیک

بررسی را با سه نوع الگو که هم جواری آن در حال افزایش است انجام می‌دهیم. اولین الگو یک الگو تصادفی است در دومین الگو که با 10/15 نمایش داده میشود ۱۰ تا ۱۵ درخواست هر مبدا آماده میشود که به گره نزدیک برود ( $\leq 750$ ) در حالیکه ۵ تای باقی مانده به گرههای تصادفی میروند. در سومین الگو که با 15/15 نمایش داده میشود همه ۱۵ درخواست به گرههای نزدیک ( $\leq 750$ ) میروند.

جدول ۴ سربار برای سه پروتکل تحت سه الگو را نشان میدهد. سربار درخواست GLS و XYLS همزمان با افزایش هم جواری در ترافیک، کاهش مییابد. به این دلیل که درخواست ها و پاسخ ها به بزرگترین مربع شامل مبدا و مقصد، محدود شده است و بنابراین زمانیکه ترافیک محلی است متحمل سربار کمتری است. در XYLS درخواست و فواصل پاسخ و در نتیجه سربار کاهش می یابد چون ستونهای مقصد نزدیکترند. اگرچه GHLS وجوه خاصی برای بهره برداری از هم جواری در مقیاس ناحیه  $\alpha$  ندارد، سربار درخواستهایش به دلیل اثر افزایش نهانگاه کاهش مییابد. به این دلیل که همچنان که هم جواری در ترافیک افزایش می یابد گرههای هم جوار بیشتری مکان یک مجموعه مقصد مشابه را جستجو میکنند. البته هم جواری افزایش یافته در ترافیک اثر نهانگاه را هم در XYLS و هم GLS بهبود می دهد.

با همجواری خیلی بالا در ترافیک (15/15) GLS متحمل سربار کمتری از GHLS دارد که آن هم سربار کمتری از XYLS دارد. اما سربار بروزآوری GLS و XYLS بالاتر از GHLS است چون مستقل از ترافیک هم جواری است. به دلیل فاصله زیاد ثابت بین سربار های بروز آوری GHLS سربار پروتکل کلی کمتری از GLS و XYLS دارد. البته این نتیجه برای نرخ درخواست بالاست. برای اینکه هر گره در هر ۲۰ ثانیه یک درخواست میفرستد.

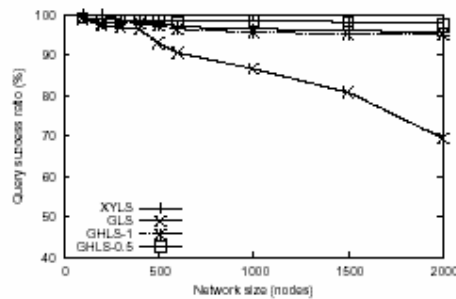
جدول ۳-۵) اثر هم جواری در الگو ترافیک

	Queues	Replies	Updates	Total
Random				
XYLS	97,232	29,630	184,319	311,181
GLS	120,218	51,187	83,099	254,504
GHLS-1	51,639	50,392	32,611	134,643
GHLS-0.5	43,829	41,736	26,752	112,317
10/15 Local				
XYLS	73,088	16,988	184,319	274,395
GLS	60,756	30,675	83,099	174,530
GHLS-1	41,325	41,383	32,611	115,319
GHLS-0.5	34,541	34,446	26,752	95,739
15/15 Local				
XYLS	41,932	4,069	184,319	230,320
GLS	13,113	4,702	83,099	100,914
GHLS-1	22,003	21,332	32,611	75,946
GHLS-0.5	18,762	18,481	26,752	63,995

## ۳-۳-۴) مقیاس پذیری

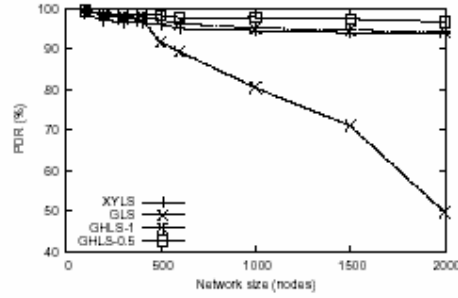
مقیاس پذیری سه پروتکل را براساس سایز شبکه بررسی میکنیم. شکل ۱ کارایی ۳ سرویس مکانی را در شرایطی که سایز از ۱۰۰ به ۲۰۰۰ گره میرسد نشان میدهد. شکل ۱ نرخ موفقیت درخواست های مکان را بصورت تابعی از سایز شبکه برای همه سرویس های مکانی نشان میدهد. مفهوم موفقیت، موفقیت در اولین بار ارسال است. پس درخواست دوباره تکرار نمی شود. نتایج نشان میدهد که برای یک سایز شبکه کوچک از ۱۰۰ گره همه پروتکل ها نرخ موفقیت درخواستی نزدیک به ۱۰۰ درصد دارند. همچنان که سایز شبکه افزایش می یابد QSR مربوط به GLS سریعاً افت میکند و به ۷۰ درصد در ۲۰۰۰ گره میرسد در حالیکه GHLS-0/5 یک QSR بالای ۹۸ درصد را داراست. XYLS برای شبکه های کوچک و متوسط بطور مشابه با دو نسخه GHLS عمل میکند اما برای شبکه های بزرگتر QSR کمتر از GHLS-0/5 دارد.

برای اندازه گیری کمیت مکان بازیابی شده، هر درخواست مکان با یک بسته داده منفرد راه می افتد و نرخ تحویل بسته از بسته های داده اندازه گیری میشود. البته انحراف جغرافیایی مکان را که در پاسخ درخواست از مکان واقعی مبدا دریافت می شود در نظر نگریم چون رانش جغرافیایی در مقابل عدم دقت ناچیز در مکان مقصد مقاوم<sup>۱</sup> است. شکل ۵ PDR را تحت سه سرویس مکانی نشان میدهد. شکل نشان میدهد که PDR برای همه سرویس های مکانی به غیر از GLS خیلی شبیه به منحنی QSR است به این معنی که تقریباً همه مکانهای بازیابی شده به اندازه کافی دقیق هستند. برای موفقیت تحویل بسته داده در GLS همچنان که سایز شبکه افزایش می یابد (در حدود ۶۰۰ گره) PDR افت میکند. این با افزایش تیزی سربار پروتکل افزایش می یابد که نتیجه افزایش ازدحام است.

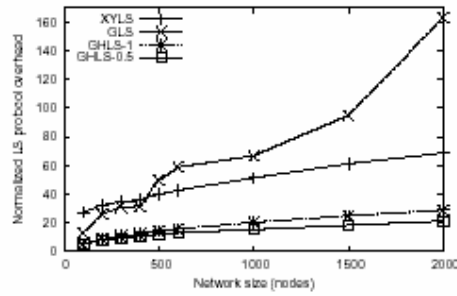


شکل ۳-۱۱) نرخ موفقیت درخواست

<sup>۱</sup> robust



شکل 3-1-b) PDR



شکل 3-1-c) سربار پروتکل LS نرمال شده

شکل 1c سربار پروتکل ۳ سرویس مکانی را نشان میدهد. آن نشان میدهد که سرویس مکانی شباهت به سربار شبکه کوچک ۱۰۰ گرهی دارد که سربار هر دو نسخه GHLS کمتر از GLS و XYLS در شبکه های بزرگ است و فاصله بین GHLS و GLS همچنان که سایز شبکه افزایش می یابد وسیع میشود. مهم تر اینکه GHLS نه فقط سربار پروتکل کمتری دارد همچنین QSR و PDR بالاتری از GLS و XYLS دارد. XYLS سربار کمتر و QSR/PDR بالاتر از GLS در شبکه های بزرگتر دارد.

مراجع