



کاهش Loss Packet در شبکه های سیار موردی بر اساس پروتکل مسیریابی از مبدا پویا

عزیزاله رحمتی^۱، عبدالله آقایی^۲، مصطفی اسفندیار^۳

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد کنگاور، m_aziz_rahmati@yahoo.com

^۲دانشگاه آزاد اسلامی واحد توپسرکان، aghaei_arak1384@yahoo.com

^۳دانشگاه آزاد اسلامی واحد کنگاور، m.esfandiar@qazviniau.ac.ir

چکیده

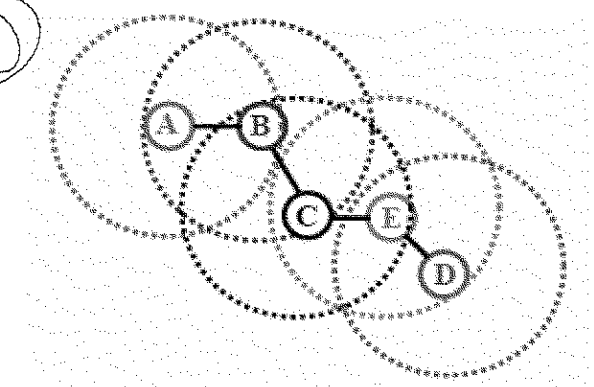
یک شبکه سیار موردی نوعی از شبکه های بی سیم بدون ساختار می باشد که بدون هیچ گونه زیرساختار خاصی خودش را سازماندهی می کند. توپولوژی در این نوع شبکه به صورتس غیر منظم می تواند تغییر کند. به علت وابسته نبودن به زیر ساخت ثابت در شبکه های حسگر، سیستم های حمل و نقل، عملیات نجات در مناطق آسیب دیده و استادیوم ها کاربرد بسیار دارند با توجه به محدودیت های موجود در شبکه های سیار موردی پروتکل های مسیریابی مختلفی در این نوع شبکه ها ارائه شده است که هر کدام دارای مزایا و معایبی می باشند؛ یک گروه از این پروتکل ها پروتکل های مبتنی بر تقاضا می باشند که نسبت به پروتکل های از پیش محاسبه شده از کارایی بهتری برخوردار هستند چون نیاز به بخش دوره ای اطلاعات ندارند. در این مقاله هدف افزایش نرخ تحویل بسته ها در ارسال اطلاعات در شبکه های سیار موردی بر اساس پروتکل مسیریابی از مبدا پویا می باشد که ضمن دارا بودن قابلیت اطمینان بالا بتواند عملیات انتقال اطلاعات را با وجود شکستگی لینکها به درستی به انجام رساند؛ طوری که هر گره در طول مسیر حداقل داده ها را از دست بدهد. نتایج شبیه سازی بر روی گره های متحرک نشان می دهد که در یک محیط مشابه روش پیشنهادی در مقایسه با پروتکل پایه، نرخ تحویل بسته ها را به میزان ۱۲ درصد افزایش می دهد.

واژه های کلیدی

Manet ، ODSR ، Topology Base Routing ، Loss Packet، مسیریابی در شبکه های موردی

۱- مقدمه

امروزه شبکه‌های بی‌سیم به خاطر سه خصوصیت ویژه‌شان بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند، آنها در هر زمان، هر مکان و توسط هر کسی قابل استفاده‌اند. شبکه‌های بی‌سیم بر اساس وابستگی آنها به زیر ساخت‌های ثابت، به دو نوع شبکه دارای زیرساخت و بدون زیرساخت تقسیم می‌شوند، در شبکه‌های دارای زیرساخت ارتباطات عموماً بین گره‌های بی‌سیم و نقاط دسترسی اتفاق می‌افتد و گره‌ها مستقیماً با هم ارتباط ندارند، ساختار شبکه‌های بی‌سیم دارای زیرساخت، ساده است چون بیشتر قسمت عملیاتی شبکه در نقاط دسترسی می‌باشد؛ اما یک شبکه بدون زیرساخت یا شبکه سیارموردی^۱ تنها شامل گره‌های سیار است که بدون هیچ ایستگاه ثابت و اتصال سیمی برای مبادله اطلاعات و مدیریت شبکه بکار گرفته می‌شوند. هر گره سیار تنها مانند یک میزبان عمل نمی‌کند، بلکه مانند یک مسیر یاب عمل می‌کند و گره‌ها خود، مسئول به جلو راندن بسته‌ها به سایر گره‌های سیار موجود در شبکه می‌باشند؛ مطابق شکل (۱) گره‌های بیشتری در فرایند رسیدن یک بسته از مبدا تا مقصد دخالت خواهند نمود. غالباً توپولوژی شبکه سیار موردی از گره‌هایی تشکیل می‌شود که به طور پویا و مداوم به شبکه وارد و یا خارج میشوند. هیچ کنترل مرکزی یا ساختار بندی ثابتی برای پشتیبانی پیکربندی شبکه و یا پیکربندی دوباره شبکه وجود ندارد [۱]. این شبکه‌ها بطور کلی ترکیبی از انواع گره‌های مختلف می‌باشند که بدون هیچگونه کنترل مرکزی بصورت بدون سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و به صورت خودگردان خودشان را سازماندهی می‌کنند. به شبکه‌های Mobile Ad Hoc Network به طور خلاصه MANET گفته می‌شود.



شکل (۱) نحوه برقراری ارتباط بین گره‌ها در شبکه‌های سیارموردی

حرکت، تنوع تجهیزات، نرخ خطای بالا، نویز، دامنه محدود ارسال، تغییر توپولوژی، امنیت، کیفیت سرویس، محدودیت باتری و پهنای باند، مسیریابی را در شبکه‌های سیارموردی مشکل‌تر کرده است [۲]. بنابراین الگوریتم‌های مسیریابی که برای شبکه‌های

سیمی استفاده می‌شوند مثل CBT^[۳]، RIP^[۴]، OSPF^[۵] در اینجا پراحتی قابل استفاده نیستند.

پروتکل‌های بر مبنای تقاضا نیازمند تشکیل مسیری از گره مبدا به گره مقصد و هدایت داده بر روی گرافی از گره‌ها هستند. کارایی و قابلیت اطمینان پروتکل‌های مسیریابی در انتقال اطلاعات یکی از عوامل تعیین کننده در شبکه‌های سیار موردی می‌باشد که تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است؛ برخی از این پروتکل‌ها با، دریافت تأییدیه و یا کنترل تصادم به این مهم دست یافته‌اند [۶، ۷]، برخی دیگر نیز روش‌های دیگری را در این زمینه به کار برده‌اند.

در این مقاله هدف ارائه یک روش مسیریابی مبتنی بر تقاضا بر اساس پروتکل مسیریابی از مبدا پویا است که قابلیت اطمینان بالا داشته و بتواند عملیات انتقال اطلاعات را با وجود شکستن لینک‌ها به درستی به انجام رساند. در این مقاله برای دستیابی به اهداف ذکر شده مکانیسم نگهدارای مسیر در پروتکل مسیریابی از مبدا پویا را تغییر داده ایم تا بتواند در هنگام شکستن لینک‌ها و تغییر توپولوژی شبکه بهترین برخورد را داشته و تصمیم درستی اتخاذ نماید. زیرا پروتکل مسیریابی از مبدا پویا اولاً "ساده است ثانیاً" کارایی آن در شبکه‌های با مقیاس کوچک بهتر از سایر الگوریتم‌ها می‌باشد [۸، ۹]. نتایج شبیه سازی نیز حکایت از این دارد که با بکارگیری روش ارائه شده نرخ تحویل بسته‌ها در شبکه‌های سیار موردی نه تنها بهتر از الگوریتم پایه است بلکه از الگوریتم‌های مبتنی بر موقعیت مکان نیز بهتر می‌باشد. در ادامه این مقاله در بخش دوم به بیان کلی پروتکل مسیریابی از مبدا پویا پرداخته می‌شود؛ بخش سوم روش پیشنهادی برای تغییر مکانیسم نگهدارای مسیر به منظور کاهش Loss Packet در ارسال اطلاعات را شرح می‌دهد؛ در بخش چهارم نتایج شبیه سازی و ارزیابی قابل مشاهده است؛ نهایتاً در بخش پنجم نتیجه گیری و کارهای آینده بیان خواهد شد.

۲- تحلیل و بررسی پروتکل مسیریابی از مبدا پویا

در این بخش به معرفی پروتکل مسیریابی از مبدا پویا که یکی از پروتکل‌های مهم مبتنی بر تقاضا می‌باشد خواهیم پرداخت. پروتکل مسیریابی از مبدا پویا [۱۰] جزو روش‌های شناخته شده مسیریابی MANET می‌باشد، که از پروتکل ARP^۵ مورد استفاده در شبکه‌های اترنت مشتق شده است و جهت مسیریابی بسته‌های IP در شبکه‌های سیار موردی به گروه MANET از IETF^۶ پیشنهاد گردید. این پروتکل، ساده و در عین حال موثر برای استفاده در شبکه‌های سیارموردی می‌باشد. پروتکل مسیریابی از مبدا پویا بدون نیاز به زیر بنا و مدیریت شبکه‌ای این امکان را فراهم می‌کند که شبکه به صورت خودگردان و اتوماتیک خودش را سازماندهی کند.

پروتکل مسیریابی از مبدا پویا شامل دو مکانیسم کشف مسیر^۷ و نگهداری مسیر می باشد، که با یکدیگر تعامل دارند تا گره های مبدا بتوانند مسیر هایی را به گره های مقصد کشف کرده و آنها را حفظ کنند؛ گره ها برای ارسال اطلاعات بین گره هایی که در محدوده ارتباطی همدیگر نیستند با هم همکاری می کنند.

کشف مسیر فرایندی است که در آن گره مبدا بسته درخواست مسیر^۸ را به گره مقصد می فرستد تا یک مسیر را به گره مقصد کسب نماید. کشف مسیر هنگامی بکار میرود که گره مبدا قصد دارد پیامی را به گره مقصد بفرستد و مسیری را به سمت مقصد نمی شناسد.

نگهداری مسیر مکانیزمی است که برای نگهداری و بازسازی مسیرهای مورد استفاده بکار می رود و در صورت تشخیص شکستگی در مسیر، گره مبدا می تواند تلاش کند که مسیر دیگری را که بلد است یعنی در حافظه خود دارد شناسایی و برای ارسال به گره مقصد از آن استفاده کند و یا در صورت عدم موفقیت دوباره مکانیزم کشف مسیر را راه اندازی می کند تا یک مسیر جدید کشف کند؛ مکانیزم نگهداری مسیر فقط زمانی استفاده می شود که گره مبدا واقعا در حال ارسال بسته ها به گره مقصد باشد.

پروتکل مسیریابی از مبدا پویا به دلیل اینکه از مکانیزم مسیریابی از مبدا استفاده می کند آن را مسیر یابی از مبدا پویا^۹ نامیده اند؛ در مسیریابی مبدأ هیچگونه پیام آگاهی دهنده ای بین گره ها مبادله نمی شود؛ در مقابل، مسیرها بصورت پویا بر اساس اطلاعات موجود و در فاز کشف مسیر بدست می آیند. یک ویژگی کلیدی در مسیریابی براساس مبدأ این است که گره های میانی نیازی به نگهداری اطلاعات مسیریابی ندارند چراکه تمامی اطلاعات مورد نیاز برای مسیریابی در بسته های دریافتی وجود دارد.

چون مسیریابی از مبدا پویا جزء الگوریتم های مبتنی بر تقاضا می باشد هر دو مکانیزم کشف مسیر و نگهداری مسیر کاملاً بصورت On-demand کار می کنند. عملیات های کشف و نگهداری مسیر در مسیریابی از مبدا پویا طوری طراحی شده اند که توسط هر دو نوع لینک یکطرفه و لینک های متقارن پشتیبانی می شوند. مسیریابی از مبدا پویا می تواند ارتباط بین گره های با شعاع های متفاوت را پشتیبانی نماید [۱۱، ۱۲]. مسیر یابی از مبدا پویا بر مبنای مسیر یابی استاندارد اینترنت است که یک گره دروازه هم به اینترنت متصل است و هم عضوی از گره های درگیر در پروتکل مسیریابی شبکه سیار مژد می باشد. پروتکل مسیریابی از مبدا پویا همچنین با مسیریابی IP متحرک هم سازگار است که یک گره دروازه نقش یک Agent خارجی IP متحرک را انجام می دهد [۱۳، ۱۴].

الگوریتم مسیریابی از مبدا پویا، تغییر شرایط انتقال اطلاعات، تداخلات و تغییر توپولوژی را پشتیبانی می کند. پروتکل مسیریابی از مبدا پویا در شبکه های که دارای مقیاس کوچک هستند کارایی

بهرتر دارد و نیاز به وسیله موقعیت یاب ندارد. برای دستیابی به اهداف فرض می کنیم که همه گره ها تمایل به اجتماع با سایر گره ها در شبکه سیار مژدی و همکاری کامل در پروتکل شبکه را دارند. هر گره که خواهان شریک شدن در شبکه است مایل است که بسته ها را برای سایر گره ها ارسال کند. حداقل تعداد hop های مورد نیاز برای ارسال یک بسته از هر گره بی که در موقعیت منتهی الیه لبه شبکه سیار مژدی است به گره دیگری در موقعیت روبرو، را به عنوان قطر شبکه سیار مژدی در نظر می گیریم و فرض می کنیم که قطر شبکه کوچک است (چیزی بین ۵ تا ۱۰ hop).

بسته ها ممکن است در طول شبکه های سیار مژدی معیوب یا گم شوند، گره دریافت کننده بسته معیوب میتواند خطا را تشخیص داده و آن را دور بیندازد. تمام گره های شبکه سیار مژدی ممکن است بدون آگاهی قبلی جابجا شوند و ممکن است این جابجائی ادامه دار باشد که با توجه به نیاز در سناریوهای مختلف سرعت گره ها را می توان ثابت یا متغیر در نظر گرفت. شبکه دارای IP های مختلفی می باشد که هر گره یکی از آنها را انتخاب کرده و در شبکه سیار مژدی با استفاده از آن شناسائی می شود، و باعث می شود که هر گره توسط گره های دیگر در شبکه شناسائی گردد [۱۵].

۳- تحلیل روش پیشنهادی

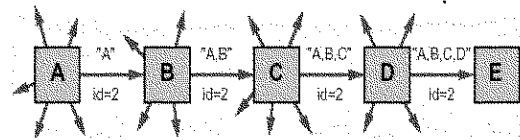
روش پیشنهادی (ODSR^{۱۰}) نیز دارای دو پروسه کشف مسیر و نگهداری مسیر می باشد که سعی شده است با تغییر مکانیسم نگهداری مسیر، نرخ تحویل بسته های ارسالی را در شبکه های سیار مژدی افزایش دهیم.

۳-۱- کشف مسیر در روش پیشنهادی

کشف مسیر در روش پیشنهادی به اینصورت انجام میشود که مبدا A می خواهد برای گره مقصد E اطلاعاتی را بفرستد، که برای این منظور گره A ابتدا حافظه موقت مسیرهایش را برای یافتن مسیری به مقصد جستجو می کند (که شامل مسیر هایی است که از قبل میداند) اگر مسیر در حافظه اش وجود داشت از آن جهت انتقال اطلاعات استفاده می کند در غیر این صورت اگر در حافظه اش مسیری به این مقصد پیدا نکرد پروتکل کشف مسیر را برای پیدا کردن یک مسیر فعال به مقصد E آغاز می کند، که در اینجا گره A آغاز کننده و گره E هدف کشف مسیر است، گره آغاز کننده یک بسته درخواست مسیر را برای مشخص کردن مسیری به گره مقصد ایجاد می کند.

در شکل (۲) یک مثال از کشف مسیر آورده شده است، گره A تلاش می کند که یک مسیر به گره E بدست آورد، برای آغاز مکانیزم کشف مسیر گره A یک پیغام درخواست مسیر بصورت یک بسته Broadcast به همه گره هایی که در محدوده ارسالش (دامنه انتقالش) هستند میفرستد،

هر بسته درخواست مسیر، گره مبدا و گره مقصد در کشف مسیر را مشخص کرده و حاوی یک ID درخواست منحصر بفرد است که توسط آغاز کننده تنظیم می شود و هم چنین حاوی رکوردی از لیست هر گره میانی است که یک کپی از پیغام درخواست مسیر به آن ارسال شده است این رکورد با یک لیست خالی توسط آغاز کننده کشف مسیر مقدار دهی اولیه می شود و هر گرهی که آنرا دریافت میکند نام خود را به آن اضافه میکند.



شکل (۲) مکانیزم کشف مسیر در روش پیشنهادی

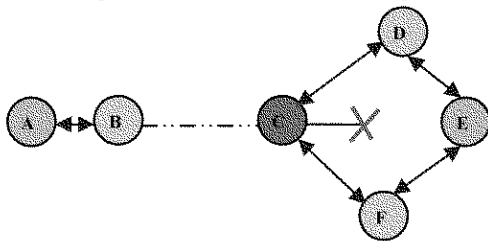
وقتی گره دیگر پیغام درخواست مسیر را دریافت می کند اگر خودش گره مقصد باشد یک پیغام پاسخ مسیر را همراه یک کپی از مسیر بدست آمده به آغاز کننده کشف مسیر بر می گرداند، و این مسیر از مبدا تا خودش را در حافظه مسیریابی برای ارسال متوالی بسته ها به این مقصد ذخیره می کند، در حالت دیگر یعنی اگر گره دریافت کننده بسته درخواست مسیر خودش مقصد نباشد و قبلاً بسته ی درخواست مسیریابی با همین ID دریافت کرده باشد و یا ID خودش در رکورد لیست مسیرهای انباشته شده در این بسته باشد آنرا دور می ریزد؛ در غیر این صورت آدرس خود را به رکورد مسیرهای بسته درخواست مسیریاضافه می کند و آنرا با همان ID به صورت یک بسته Broadcast محلی انتشار می دهد.

در بازگرداندن پاسخ مسیر به آغاز کننده کشف مسیر، مثلاً از E به A در شکل (۲) گره E معمولاً حافظه مسیر خود را بررسی می کند تا ببیند آیا مسیری به A در حافظه اش وجود دارد و اگر بود آنرا برای برگرداندن پاسخ مسیر به گره A مورد استفاده قرار می دهد، در غیر این صورت گره E ممکن است برای پیدا کردن گره A یک مکانیزم کشف مسیر را استفاده کند ولی برای اجتناب از بازگشت نامتناهی (بازگشت های مکرر) احتمالی کشف مسیرها باید به صورت Piggybacking این پاسخ مسیر را روی درخواست مسیر A سوار کند و برگرداند، حتی می توان بسته های داده کوچک دیگر مثل بسته TCP-SYN [۱۶] را روی بسته درخواست مسیر با استفاده از یک مکانیزم مشابه سوار کرد و یا گره E می تواند به سادگی زنجیره hop های ثبت شده در لیست مسیر، بسته در خواست مسیر را معکوس کند و سعی کند پاسخ مسیر را با استفاده از آن به گره آغاز کننده بفرستد؛ و این مسیر را برای حمل بسته پاسخ مسیر خود استفاده کند.

۳-۲- نگهداری مسیر در روش پیشنهادی

مکانیزم نگهداری مسیر به این صورت عمل می کند که گره ای که روی یک مسیر است بسته های اطلاعاتی را که از مبدا فرستاده شده اند از hop قبلیش تحویل می گیرد و به hop بعدی تحویل می دهد؛ بعد از تحویل باید تصدیق دریافت این بسته را توسط hop

بعدی در یک مدت زمان خاص دریافت کند، اما اگر بعد از اتمام این زمان تصدیق دریافت این بسته توسط hop بعدی در طول مسیر را دریافت نکنند، شکست مسیر را تشخیص داده و فوراً "به گره مبدا این شکست را اطلاع نمی دهد، زیرا با توجه به اینکه ممکن است گره ای که شکست مسیر را تشخیص داده نزدیک گره مقصد و یا حتی همسایه مقصد باشد مانند شکل (۳)، منطقی نیست که مجدداً از گره مبدا بخواهد یک مسیر جدید را ایجاد نماید، چون به احتمال زیاد می توان از همین گره تشخیص دهنده شکست به گره مقصد یک مسیر جدید با هزینه خیلی کمتر ایجاد کرد و از بین رفتن بسته ارسالی جلوگیری شود؛ به این صورت که ابتدا گره مورد نظر (گره ای که شکست را تشخیص داده است) حافظه خود را جستجو کرده و اگر مسیری به گره مقصد در حافظه اش دارد از آن جهت ارسال اطلاعات استفاده کند، که نیاز به هیچگونه کشف مسیر جدیدی نباشد، مانند شکل (۳) که گره A مبدا و گره E مقصد است، گره C همسایه مقصد می باشد و بین گره B و گره C گره های زیادی وجود دارند، گره C شکست مسیر را تشخیص می دهد یعنی مسیری را به گره E از دست می دهد بنابراین با توجه به این شکل به جای اینکه گره C به گره مبدا این شکست را اطلاع دهد به راحتی می تواند از مسیرهای موجود در حافظه اش یعنی گره های D یا F بدون هیچ گونه هزینه ای به مقصد دسترسی داشته باشد.



شکل (۳) شکست مسیر در همسایگی مقصد در روش پیشنهادی

البته لازم به ذکر است که گره C حتی اگر نزدیک گره مقصد نباشد، اما در حافظه اش مسیری به مقصد وجود داشته باشد از آن استفاده می کند. در حالت های دیگر یعنی فرض کنیم که گره تشخیص دهنده شکست هیچ مسیری به گره مقصد در حافظه نداشته باشد که در این صورت پروسه کشف مسیر را به این صورت راه اندازی می کند که ابتدا با طول دو و سپس سه hop راه اندازی می کند، اگر با راه اندازی این پروسه کشف مسیر محدود شده، مسیری را به مقصد پیدا کرد نام آن استفاده می نماید، که به این صورت نیز می توان از هدر رفتن بسته های ارسالی جلوگیری کرد؛ اما در صورتی که با راه اندازی این کشف مسیر محدود شده، مسیری به مقصد پیدا نشد، به این صورت عمل میکنند که اگر فاصله گره مبدا تا گره تشخیص دهنده شکست کوچکتر از گره تشخیص دهنده تا گره مقصد باشد پیغام خطا به گره مبدا ارسال می کند، در غیر این صورت یک کشف مسیر ازدیادی به قطر طول مسیر شکسته بعلاوه دو hop راه اندازی می کند. چون با این روش احتمال پیدا کردن مسیری به مقصد افزایش پیدا می کند و از

تحلیل سرباراضافی به شبکه جلوگیری می کند و در صورت پیدا کردن مسیر جدیدی بسته را از آن مسیر ارسال می کند.

به طور کلی ارسال اطلاعات در روش پیشنهادی به این صورت انجام می شود که، هر گره ای که بسته اطلاعات را دریافت میکند اولاً" مسیر موجود در هدر بسته را با مسیر های فعال موجود در حافظه خود به مقصد مورد نظر مقایسه می کند اگر مسیر کوچکتری به مقصد داشته باشد، مسیر کوچکتر را با مسیر موجود در هدر بسته جایگذاری می کند، ثانیاً" اگر مسیر کوچکتری وجود نداشته باشد و مسیر موجود در هدر بسته فعال باشد بسته اطلاعاتی را برای دریافت توسط گره بعدی در طول مسیر منتشر می کند، ثالثاً" اگر مسیر موجود در هدر بسته شکسته شده باشد و یا بعد از ارسال بسته به گره بعدی تصدیق دریافت نکند، عملیات ایجاد مسیر جدید را مطابق آنچه که توضیح داده شد شروع می کند.

هر چه به سمت گره مقصد نزدیکتر شویم اطلاعات مسیرهای منتهی به این مقصد بروزتر و جدیدتر می باشد، بنابراین با این روش گره تشخیص دهنده شکست به راحتی می تواند مسیر فعالی را به گره مقصد پیدا کند. هنگامیکه گره تشخیص دهنده خطا مسیر جدید را کشف کرد این مسیر را بدون هیچ گونه هزینه ای جهت جایگزینی مسیر قبلی به صورت piggybacking در هنگام ارسال اطلاعات به گره های همسایه، تصدیق بسته های دریافتی یا پیغام خطا به گره مبدا، ارسال می کند. زمانی که به این صورت عمل می شود کارایی و اطمینان پروتکل پیشنهادی بهتر از پروتکل پایه می باشد، زیرا با جلوگیری از بین رفتن مسیرهای شکسته، بسته های ارسالی از بین نمی روند و با درصد اطمینان بالایی به مقصد می رسند.

۴- ارزیابی روش پیشنهادی

در این بخش ما به ارزیابی روش پیشنهادی با روش مسیریابی از مبدا پویا و روشهای مسیریابی همسطح در شبکه های سیار مبرودی مانند TORA [۱۸و ۱۷] و AODV [۱۹] می پردازیم؛ خواهیم دید که روش پیشنهادی دارای نرخ تحویل بسته بهتری نسبت به روش مسیریابی از مبدا پویا و روشهای همسطح می باشد، ضمن اینکه کارایی و قابلیت اطمینان بالایی نیز پیدا میکند. برای ارزیابی، روش شبیه سازی را انتخاب کرده ایم که روش پیشنهادی را با استفاده از نرم افزار شبیه ساز OPNET با روش های دیگر مقایسه نموده ایم و نتایج شبیه سازی را بصورت نمودارهایی بر اساس معیارهای مختلف ارائه میکنیم؛ در پایان هم براساس نتایج شبیه سازی نتیجه گیری نهایی را انجام میدهیم.

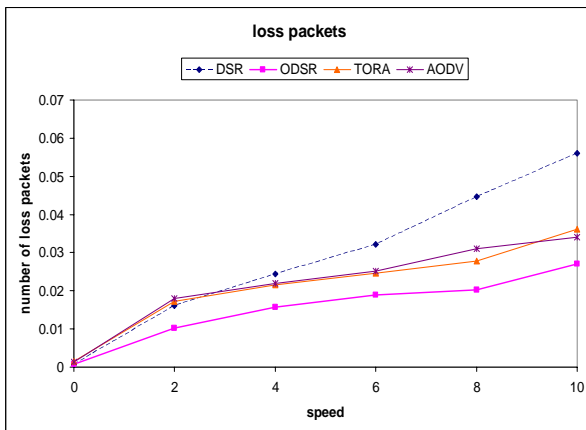
۴-۱- ارزیابی با استفاده از شبیه سازی

بهترین روش برای ارزیابی پروتکل ها این است که آنها را در محیط های واقعی به اجرا گذاشته و نتایج حاصله را مورد بررسی قرار

دهیم، ولی به دلایلی اینکار در بسیاری از موارد امکان پذیر نمی باشد، اما میتوان پروتکل ها را با استفاده از امکاناتی که نرم افزارهای مخصوص شبیه سازی در اختیار قرار میدهند شبیه سازی کرده و نتایجی نزدیک به نتایج محیط واقعی را بدست آورد. نرم افزاری که برای شبیه سازی استفاده کردیم، شبیه ساز OPNET ورژن ۱۰ میباشد. OPNET یک محیط توسعه جامع را برای پشتیبانی از مدلسازی شبکه های ارتباطی و سیستم های توزیع شده فراهم میکند، هم رفتار و هم کارایی سیستم های مدل شده میتواند با شبیه سازی در این محیط تحلیل شود. محیط این شبیه ساز برای تمامی فازهای یک مطالعه مثل طراحی مدل، شبیه سازی، جمع آوری و تحلیل داده ابزارهایی را در اختیار قرار می دهد. از پروتکل IEEE 802.11 در لایه MAC استفاده شده است که شعاع ارسال رادیویی هر گره در حالت هایی که در شبیه سازی ثابت در نظر گرفته شده مطابق استاندارد IEEE 802.11 برابر ۲۵۰ متر میباشد؛ ناحیه شبکه به صورت مستطیل با ابعاد 1500m*1500m میباشد که تعداد گره ها در حالت عادی برابر ۵۰ گره در ناحیه شبکه در نظر گرفته شده است و در حالتی که گسترش پذیری را بررسی میکنیم، مقدار آن را تا ۲۰۰ گره و در حالت ناپایدار گره ها به تعداد ۱۰۰ گره تغییر پیدا می کند؛ مدل حرکتی گره ها در شبکه بصورت Random way point میباشد، در این مدل گره ها بصورت تصادفی و با توزیع یکنواخت در شبکه پخش میشوند و هر گره بصورت تصادفی با توزیع یکنواخت یک مقصد جدید پیدا میکند و با سرعتی که در سناریوهای مختلف مقدار آن متفاوت می باشد، به سمت آن مقصد حرکت مینماید، پس از آنکه به مقصد مورد نظر رسید مدت زمانی بنام Pause time در آنجا مانده و سپس مجدداً یک مقصد جدید پیدا کرده و مجدداً همین پروسه را تا پایان زمان شبیه سازی تکرار میکند. Pause time را برابر پنج ثانیه فرض کرده ایم، یعنی گره ها بعد از رسیدن به مقصد تعیین شده، پنج ثانیه ساکن می مانند و بعد یک مقصد جدید پیدا کرده و بسمت آن حرکت میکنند؛ در حالت معمول زمان شبیه سازی را برابر ۲۰۰ ثانیه قرار دادیم. برای اینکه کارایی روش پیشنهادی را نسبت به پایه بسنجیم، نرخ تحویل بسته ها را از منظر قابلیت گسترش پذیری، تاثیر تحرک گره ها در شبکه و قابلیت تحمل پذیری در برابر خطا مورد ارزیابی قرار میدهیم.

۴-۱-۱- قابلیت گسترش پذیری

در این شبیه سازی ما گسترش پذیری را در شبکه ای به وسعت 1500m*1500m در نظر گرفتیم و تعداد گره ها را از ۲۵ تا ۲۰۰ گره افزایش دادیم تا ببینیم که عملکرد روش ها در شبکه با تعداد گره های مختلف چگونه است؛ برای حرکت گره ها از همان مدل Random way point که در مورد آن صحبت شد، استفاده کردیم که گره ها با سرعت ۲ متر بر ثانیه در حال حرکت هستند.

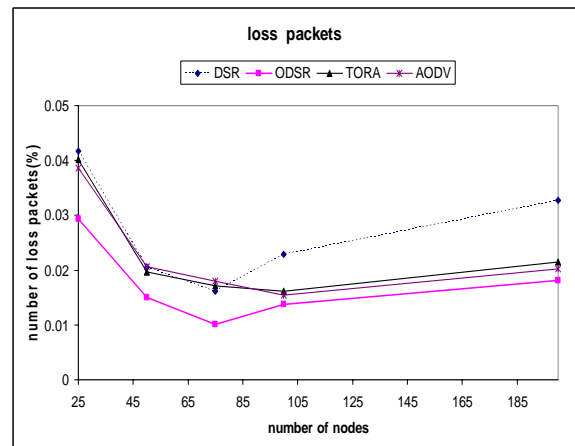


شکل (۶) تاثیر تحرک گره ها بر روی نرخ گم شدن بسته ها

شکل (۶) تاثیر تحرک گره ها بر روی نرخ گم شدن بسته ها را نشان می دهد، مشاهده می شود که هر چه سرعت گره ها در شبکه بیشتر شود نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی (ODSR) کمتر از روش مسیریابی از مبدا پویا است و روند افزایش آن کمتر از روش مسیریابی از مبدا پویا می باشد و این به دلیل به کار بردن مکانیسم برخورد با شکست لینکها در روش پیشنهادی می باشد؛ زیرا با بالا رفتن سرعت گره ها، مسیرهای ارتباطی سریعتر قطع خواهند شد در نتیجه شکست لینکها بیشتر می شود، بنابراین با توجه به ارتباط مستقیم بین شکست لینکها و از بین رفتن بسته های ارسالی، در روش مسیریابی از مبدا پویا نرخ گم شدن بسته ها نسبت به روش پیشنهادی از مقدار بیشتری برخوردار است.

۴-۱-۳- تحمل پذیری در برابر خطا

حال به بررسی تحمل پذیری گره ها در برابر خطای پردازش؛ منظور از خطا در چنین محیطی قطع و وصل شدن گره ها می باشد. برای بررسی اثر این عامل در این سناریو تعداد گره ها را برابر ۱۰۰ در نظر گرفتیم و سرعت هر گره برابر ۱۰ متر بر ثانیه تنظیم شده است. در این شبیه سازی فرض کردیم که تعدادی از گره ها همیشه وصل هستند و سایر گره ها که گره های ناپایدار نامیده میشوند، در بازه های زمانی که به تصادف و بصورت یکنواخت بین [0,60] ثانیه انتخاب میشوند، قطع و در بازه های زمانی که به تصادف و بصورت یکنواخت بین [0,120] ثانیه انتخاب میشوند، وصل هستند، به این ترتیب همواره $\frac{2}{3}$ گره های ناپایدار وصل هستند. ما در این سناریو تعداد گره های ناپایدار را از ۱۰ تا ۵۰ گره افزایش دادیم.

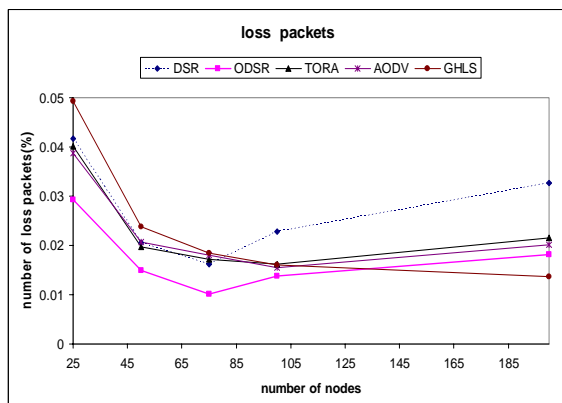


شکل (۵) تاثیر گسترش پذیری بر روی نرخ گم شدن بسته ها

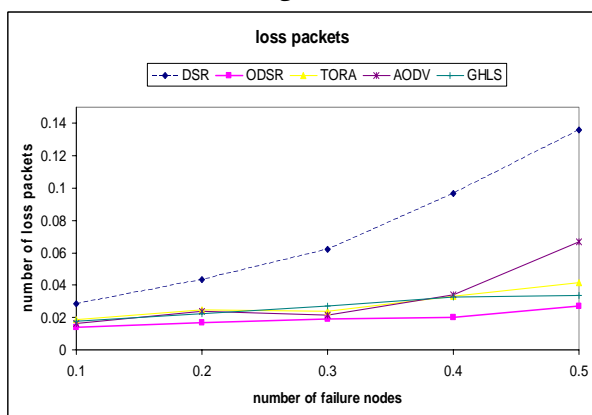
شکل (۵) تاثیر افزایش گره های شبکه بر روی نرخ گم شدن بسته ها را نشان می دهد، روش پیشنهادی (ODSR) در مقایسه با سایر روش ها مانند TORA، AODV و همچنین روش پایه از نرخ تحویل بسته ی بهتری برخوردار است و هر چه تعداد گره های شبکه بیشتر شوند این اختلاف بیشتر می شود و نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی تقریباً به یک مقدار ثابت می رسد، در حالیکه در پروتکل مسیریابی از مبدا پویا نرخ گم شدن بسته ها با رشد بیشتری افزایش می یابد؛ علت افزایش نرخ گم شدن بسته ها در روش مسیریابی از مبدا پویا به این دلیل است که بعد از هر شکست بسته ای که برای ارسال فرستاده شده است از بین می رود در حالی که در روش پیشنهادی به علت تغییر مکانیسم نگهداری مسیر بعد از شکست یک مسیر، سعی می شود یک مسیر دیگر به مقصد پیدا کند؛ که با افزایش تعداد گره ها در شبکه هر گره همسایه های زیادی پیدا می کند در نتیجه امکان اینکه بعد از شکست، یک مسیر جدید به گره مقصد پیدا کند زیاد می شود در نتیجه بسته های ارسالی از بین نمی روند و به همین دلیل درصد بالایی از بسته ها به مقصد می رسند.

۴-۱-۲- تاثیر تحرک گره ها

در این قسمت تاثیر تحرک گره ها یا همان Mobility را بر روی کارایی روش های پیشنهادی، مسیریابی از مبدا پویا، TORA و AODV بررسی میکنیم. ما ابعاد شبکه را $1500m \times 1500m$ و تعداد گره ها را برابر ۵۰ گره در نظر گرفتیم. بیشترین مقدار سرعت را تا ۱۰ متر بر ثانیه تغییر دادیم و با شعاع ارسال ۲۵۰ متر برای هر گره نتایج شبیه سازی را مورد بررسی قرار دادیم.



شکل (۹) تاثیر افزایش تعداد گره های ناپایدار بر روی نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی و روشهای مبتنی بر موقعیت مکان

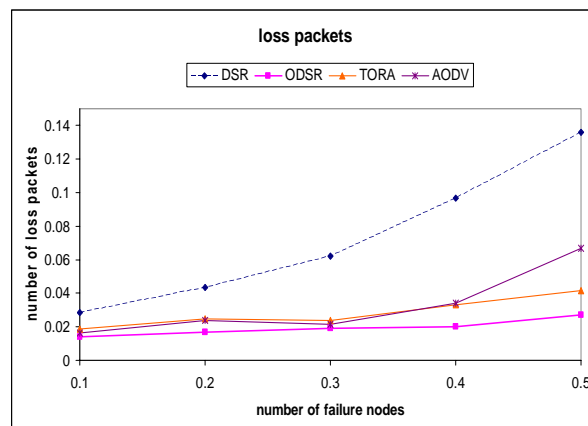


شکل (۱۰) تاثیر افزایش تعداد گره های ناپایدار بر روی نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی و روشهای مبتنی بر موقعیت مکان

شکل (۸)، (۹) و (۱۰) مقایسه نرخ گم شدن بسته ها بین روش پیشنهادی و روشهای مبتنی بر موقعیت مکان را نشان میدهد، همانطور که نشان داده شده است روش پیشنهادی در زمانی که سرعت گره ها یا تعداد گره های ناپایدار در شبکه سیار موردی افزایش پیدا کند از روشهای مبتنی بر موقعیت مکان مثل روش GHLS^[21] و DREAM^[۲۰] بهتر است. (روش GHLS^[۲۱] نشان داده شده است نسبت به دیگر روشهای مبتنی بر موقعیت مکان بهتر عمل می کند)

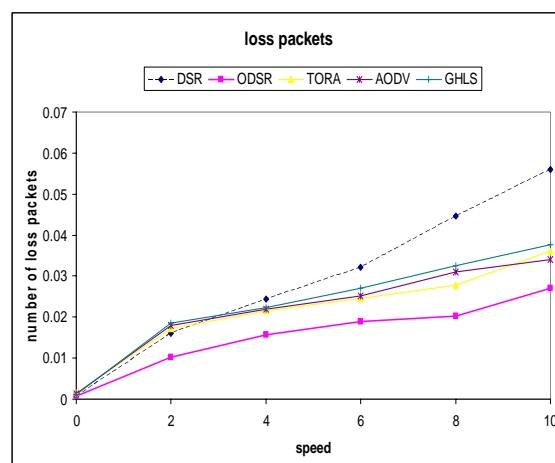
۵- نتیجه گیری و کارهای آینده

نتایج بدست آمده از این شبیه سازی نشان می دهد که روش پیشنهادی در شبکه های سیار موردی که تعداد گره های ناپایدار بیشتر شود، عملکرد بهتری دارد و نرخ تحویل بسته ها را تقریباً ۱۲ درصد افزایش می دهد و در این حالت و حالتی که سرعت گره ها افزایش پیدا می کند و زمانی که سائز شبکه کوچک است، روش پیشنهادی بهتر از روشهای مبتنی بر موقعیت مکان عمل می کند.



شکل (۷) تاثیر افزایش تعداد گره های ناپایدار بر روی نرخ گم شدن بسته ها

همانطور که در شکل (۷) دیده میشود با افزایش تعداد گره های ناپایدار نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی (ODSR) نسبت به روش مسیریابی از مبدا پویا کمتر است که دلایل متعددی می تواند داشته باشد، یکی اینکه ممکن است گره ها در زمان دریافت بسته ها قطع باشند و دوم اینکه ممکن است گره ها بعد از اینکه بسته را ارسال نمودند سریعاً قطع شوند و در نتیجه پاسخ دریافت بسته توسط گره بعدی را دریافت نکنند و بر این اساس امر های ارسال کننده فرض را بر شکست مسیر می گذارند، همین امر باعث می شود که بسته های ارسال شده از بین بروند اما به دلیل تغییر مکانیسم نگهداری مسیر در روش پیشنهادی نرخ گم شدن بسته ها به یک مقدار ثابت میرسد و همانطور که در شکل (۷) مشاهده می گردد هر چه تعداد گره های ناپایدار بیشتر می شود نرخ گم شدن بسته ها در روش مسیریابی از مبدا پویا به شدت افزایش پیدا می کند در حالی که در روش پیشنهادی تعداد گره های ناپایدار هیچ تاثیری در نرخ تحویل بسته ها ندارد.



شکل (۸) تاثیر تحرک گره ها بر روی نرخ گم شدن بسته ها در روش پیشنهادی و روشهای مبتنی بر موقعیت مکان

- International Conference on Mobile Computing and Networking, pages 85-97, Dallas, TX, October 1998.
- [10] David B Johnson and David A Maltz. "Dynamic source routing in ad hoc Wireless Networks". Edited by Tomasz Imielinski and Hank Korth, *Mobile Computing*, volume 353 chapter 5, pages 153-181. Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [11] Randy H. Katz and Eric A. Brewer. *The Case for Wireless Overlay Networks*. In *Proceedings of the SPIE Multimedia and Networking Conference (MMNC'96)*, San Jose, CA, January 1996. SPIE.
- [12] Josh Broch, David B. Johnson, and David A. Maltz. "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks". Internet-Draft, draft-ietf-manet-dsr-03.txt, October 1999. Work in progress. Earlier revisions published June 1999, December 1998, and March 1998.
- [13] Charles Perkins, editor. *IP Mobility Support*. RFC 2002, October 1996.
- [14] David B. Johnson. "Scalable Support for Transparent Mobile Host Internetworking. *Wireless Networks*", 1(3):311-321, October 1995.
- [15] Ralph Droms. *Dynamic Host Configuration Protocol*. RFC 2131, March 1997.
- [16] J. B. Postel, editor. *Transmission Control Protocol*. RFC 793, September 1981.
- [17] V.D Park and M.S Corson "A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks", Proc. INFOCOM'97, Apr. 1997, 9 pages.
- [18] V.D Park and M.S Corson, *Temporally Ordered Routing Algorithm(TORA) Version 1 Functional Specification*. IETF Internet draft, 1997.
- [19] C.E. Perkins and E.M. Royer, Ad hoc on demand distance vector (AODV) routing in: *Mobile Ad-hoc Network (MANET)*, proceeding of the 2nd IEEE workshop on mobile computing systems and applications, New Orleans, LA, February 1999, pp.90-100.
- [20] S. Basagni, I. Chlamtac, V. R. Syrotiuk, and B. A. Woodward, "A distance routing effect algorithm for mobility (DREAM)," in *ACM International conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, (Dallas, USA), pp 78-84, Oct. 1998.
- [21] H. Pucha, Y.C. Hu, *Performance comparison of scalable location services for geographic ad hoc routing*, Proc. IEEE INFOCOM 2005, Miami, FL, March 13-17, pp. 1228-1239, 2005.

زیرنویس ها

- ¹ -Ad Hoc Network
- ² -Core-Based Tree
- ³ -Routing Information Protocol
- ⁴ -Open Shortest Path First
- ⁵ -An Ethernet Address Resolution Protocol
- ⁶ -Internet Engineering Task Force
- ⁷ -Route Discovery
- ⁸ -Route REQuest
- ⁹ -Dynamic Source Routing
- ¹⁰ -Optimizing Dynamic Source Routing
- ¹¹ -Distance Routing Effect Algorithm For Mobility
- ¹² -Grid Hashing Location Service
- ¹³ -Global Positioning System

بنابراین با توجه به ساده بودن و عدم نیاز گره های سیار به دستگاه GPS¹³ در این روش، سازمانها، ادارات، شرکتها و... می توانند از این پروتکل در شبکه های سیار موردی استفاده کنند.

با اینکه روش پیشنهادی دارای نرخ تحویل بسته ی بهتری نسبت به پروتکل پایه و سایر روشهای همسطح در شبکه های سیار موردی دارد و در مقیاس کوچک نسبت به روشهای مبتنی بر موقعیت مکان نیز بهتر کار میکند، اما همچنان در برخی موارد جای سوال باقیست. یک موضوع اینست که اگر شبکه سیار موردی بزرگ شود روشهای مبتنی بر توپولوژی نرخ تحویل بسته ی خوبی ندارند (شکل ۹) و از طرفی اگر بخواهیم از روشهای مبتنی بر موقعیت مکان استفاده کنیم باید همه گره ها مجهز به GPS باشند که در حال حاضر غیر ممکن است و مطمئناً تعدادی از گره ها مجهز به GPS نمی باشند و آنها نمی توانند از شبکه سیار موردی استفاده کنند که برای رفع این مشکل می توان روی روشهای کار کرد که با ترکیبی از روشهای مثل روش پیشنهادی و روشهای مبتنی بر موقعیت مکان، امکانی را فراهم آورد که گره هایی که مجهز به GPS هستند موقعیت گره های فاقد GPS را نگهداری کنند و برای این مدل الگوریتم هایی ارائه داد؛ یکی دیگر از مواردی که میتواند بعنوان زمینه تحقیقاتی مطرح باشد بحث کیفیت سرویس میباشد، که امروزه در شبکه های بی سیم بسیار مورد توجه می باشد.

منابع

- [1] C.Siva Ram Murthy and B.S.Manoj, "Ad Hoc Wireless Networks Architectures and Protocols," PRENTICE HALL, 2004.
- [2] Yu-Chee Tseng Shih-Lin Wu Wen-Hwa Liao Chih-Min Chao. *location aware-ness*. *IEEE Network Magazine*, 0018-9162, Jun 2001, Pages 46-52.
- [3] A. Ballardie, P. Francis, and J. Crowcroft, "Core-Based Trees (CBT): An Architecture for Scalable Multicast Routing," *Proceedings of ACM SIGCOMM 1993*, pp.85- 95, September 1993.
- [4] J. Moy, RFC 2328: *OSPF version 2. Network Working Group*. April 1998.
- [5] C. Hedrick, RFC 1058: "Routing Information Protocol". Network Working Group. June 1988.
- [6] W. Liao and Ming-Yu Jiang, "Family ACK tree (FAT): supporting reliable multicast in mobile ad hoc networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Volume: 52, Issue: 6, pp.1675-1685, Nov. 2003.
- [7] Ming-Yu Jiang, Wanjiun Liao, "Family ACK tree (FAT): a new reliable multicast protocol for mobile ad hoc networks," *ICC 2002*, Volume: 5, pp.3393-3397, April/May 2002.
- [8] M. Royer and C.-K. Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks," *IEEE Personal Communications Magazine*, pages 46-55, April 1999.
- [9] J. Broch, A. Maltz, B. Johnson, Y.C. Hu and J. Jetcheva, "A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols," *Proceedings of the Fourth Annual ACM/IEEE*