

تبادل اطلاعات بین شبکه های MANET و اینترنت

هانیه رهبری بنائیان (کارشناسی مهندسی نرم افزار)

علی غفاری

(عضو هیئت علمی و مدیر فناوری اطلاعات و ارتباطات دانشگاه آزاد اسلامی تبریز)

E-Mail: A.Ghaffari@iaut.ac.ir

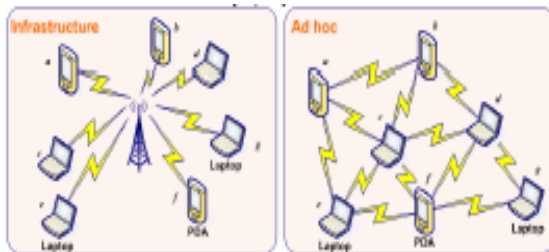
کلمات کلیدی: شبکه های MANet - اینترنت - پروتکل TCP/IP - Gateway - AODV

چکیده مقاله: با توجه به ویژگی انعطاف پذیری شبکه های بی سیم سیار (Manet)، این شبکه ها اخیراً مورد توجه زیاد متخصصان و کارشناسان قرار گرفته است. مقالات بسیاری شبکه های Manet را شبکه های مستقل و بدون ساختار مشخص معرفی کرده ولی ارتباط شبکه های Manet با شبکه اینترنت و شبکه های مبتنی بر پروتکل Tcp/Ip یکی از ضروریات می باشد. بعضی از ایستگاههای Mant با رابط های سلولی بنام Gateway مجهز شده تا امکان ارتباط با اینترنت از طریق Gateway برای آن امکان پذیر باشد و بدین منظور جهت ارتباط شبکه های Manet و اینترنت در پروتکل Ip سیار باید تغییراتی داده شود. برای شبکه های Manet پروتکل مسیریابی Aodv و برای شبکه های مبتنی بر پروتکل Tcp/Ip یا اینترنت پروتکل Ip ثابت در نظر گرفته شده است. بخاطر سیار بودن ایستگاهها در شبکه های Manet، از Ip سیار (MIP) استفاده شده است.

۱ - مقدمه

شبکه های ویژه سیار (Manet) شبکه های هستند که زیر ساخت مرکزی نداشته و از توپولوژی خاصی پیروی نمی کنند و با توجه به عدم وجود مسیریاب در این شبکه ها هر ایستگاه به عنوان مسیریاب نیز عمل می نماید. بدلیل بی سیم و سیار بودن ایستگاهها مشکلات خاصی در مسیر یابی و امنیت این شبکه ها وجود دارد. شکل شماره ۱ ساختار شبکه های بی سیم با توپولوژی و Ad hoc را نشان می دهد. ارتباط این شبکه ها با اینترنت یکی از مسائل مهم این شبکه ها می باشد. [1,2,4] الگوریتم های مسیریابی متعددی مثل ZRP, OLSR, DSR, AODV وجود داشته [5,10,11,15,17] که راه حل هایی را برای مسائل مسیریابی شبکه های Manet ارائه می کنند. از آنجائی که نه تنها ارتباط تجهیزات موبایل در داخل شبکه های Manet با مسائل خاصی روبرو است ارتباط این شبکه ها با ایستگاه های ثابت در شبکه های ثابت (مثل اینترنت) نیز با مشکلات زیادی روبرو است. به همین خاطر پروتکل های مسیریابی در شبکه های Manet باید تغییر یابد. در این مقاله مسیر یابی شبکه های Manet بر عهده لایه شبکه بوده که به دو قسمت

تبدیل شده است: شبکه و مسیر یابی ویژه. پروتکل بخش Network پروتکل Ip و پروتکل مسیریابی ویژه Aodv می باشد. دلیل استفاده از پروتکل Aodv گسترده بودن این پروتکل برای شبکه های Manet و کاربرد این پروتکل در پروتکل های مسیر یابی کشف Gateway می باشد. طبق بررسی های بعمل آمده [13] و [6] بسته های گم شده در



شکل ۱: شبکه های بی سیم (a) با توپولوژی، (b) Ad hoc

پروتکل Tcp/Ip بخاطر انبوه بسته ها بوده ولی در شبکه های Manet بسته های گم شده بدلیل خطاهای انتقال و تغییر مسیر ارسال بسته ها و تغییر خود مسیر می باشد.

۲ - شبکه بندی

ارسال بسته ها توسط گره های سیار شبکه به گره های شبکه ثابت از طریق دروازه (Gateway) امکان پذیر است. پشته پروتکلی مورد استفاده جهت این ارتباط برای شبکه های Manet و گره های ثابت اینترنت در شکل نشان داده شده است. در حقیقت Gateway بعنوان یک پل ارتباطی شبکه های Manet و اینترنت مورد استفاده قرار می گیرد. بهمین دلیل دارای پشته پروتکل شبکه Manet و مدل Tcp/Ip باشد و بعنوان یک مترجم باید با ساختار و معماری هر دو شبکه آشنا باشد.

۳ - پروتکل های مسیریابی انفعالی، غیر انفعالی و ترکیبی

پروتکل های مسیر یابی بردار فاصله و حالت پیوند قدیمی جزء پروتکل های غیر انفعالی بوده که مسیر را برای تمام ایستگاه ها حتی آنهایی که دارای داده ارسالی نیستند نگهداری می کنند. بهمین خاطر این الگوریتم ها احتیاج به پیام های کنترلی پیوسته به خاطر افزایش سیار بودن ایستگاه ها دارند در نتیجه استفاده از پهنای باند و توان مصرفی آنها زیاد می باشد که (OLSER) پروتکل مسیر یابی انفعالی فقط موقعی فعال می باشد که نیاز به ارتباط بین دو ایستگاه وجود داشته باشد. ظرفیت جدول مسیر یابی الگوریتم های غیر انفعالی بیشتر بوده که بروز کردن آن احتیاج به ارسال پیام های سیل آسا به کل شبکه و زمان و مصرف پهنای باند آن بیشتر می باشد و پروتکل انعکاس جهت مسیر یابی برای ارتباط زمان زیادی لازم دارد. ترکیبی از پروتکل های انفعالی و غیر انفعالی پروتکل ترکیبی نامیده می شود که می توان به پروتکل مسیر یابی ناحیه ای (ZRP) اشاره نمود.

۱-۳- کشف مسیر در پروتکل AODR

وقتی ایستگاه مبدا قصد ارسال داده به ایستگاه مقصد را داشته باشد بطوریکه هیچ مسیری بین آنها وجود نداشته باشد ایستگاه مبدا اقدام به ارسال سیگنال RREQ (درخواست مسیر) به تمام ایستگاه‌های همسایه خود می‌نماید همسایگان اقدام به بروز کردن جدول مسیر یابی خود تا ایستگاه مبدا می‌نمایند. ایستگاه همسایه احتمالاً اقدام به ارسال سیگنال RREP به ایستگاه مبدا نماید، اگر ایستگاه مقصد بوده و یا یک مسیر ارتباطی تا مقصد داشته باشد، ایستگاه همسایه اقدام به ارسال سیگنال RREP به ایستگاه مبدا خواهد کرد در هنگام ارسال RREP ایستگاه‌های میانی اقدام به بروز کردن جدول مسیر یابی خود تا ایستگاه مبدا خواهند نمود. اگر هیچ کدام از شروط بالا رخ ندهد ایستگاه‌های همسایه اقدام به ارسال مجدد سیگنال RREQ به ایستگاه‌های همسایه خود خواهند نمود [12].

ایستگاه‌های سیار دارای حافظه نهان جهت ذخیره آدرس Ip مبدا و شماره ID ایستگاهی که سیگنال RREQ را دریافت می‌دارند می‌باشند بطوریکه اگر ایستگاه‌ها RREQ را با مشخصات یکسان دریافت نمایند آنرا دور می‌اندازند و بهترین مسیر از طریق مقایسه زمانهای TTL انتخاب می‌گردد.

۲-۳- نگهداری مسیر

اگر یک مسیر ارتباطی قطع شود گره مبدا تمام مسیرهایی که از مسیر قطع شده استفاده می‌نمایند را نامعتبر می‌نماید و سپس یک پیام خطا (RERR) به همسایه خود ارسال می‌نماید (TTL برابر یک پر). پیام RERR شامل آدرس IP ایستگاه‌های مقصدی بوده که از مسیر قطع شده استفاده می‌نمایند. ایستگاه مبدا به جستجوی جدول مسیریابی خود دنبال مسیرهایی می‌گردد که از مسیر قطع شده بعنوان یک مسیر ارتباطی استفاده می‌گردند اگر چنین مسیری وجود داشته باشد ایستگاه مبدا تمامی آنها را نامعتبر می‌نماید و یک پیام خطا RERR به تمام همسایه‌های خود ارسال می‌نماید این عمل تا زمانیکه ایستگاه اصلی از قطع ارتباط مطلع شود ادامه می‌یابد. ایستگاه مقصد تمام مسیرهای موجود را حذف کرده و در صورت نیاز اقدام به استفاده از الگوریتم کشف مسیر می‌کند.

۴- مسیریابی در پروتکل DSP

مسیریابی موقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک نود مبدا احتیاج به یک مسیر تا نود مقصد داشته باشد. در ابتدا ایستگاه مبدا جدول مسیریابی خود را برای یک مسیر مناسب تا مقصد جستجو می‌کند در صورت وجود مسیر اقدام به ارسال بسته‌های خود می‌نماید و در صورت عدم وجود مسیر اقدام به ارسال پیام درخواست مسیر می‌نماید. این پیام شامل آدرس مبدا و مقصد و یک شماره شناسائی منحصر بفرد می‌باشد. نودهای میانی با دریافت پیام درخواست مسیر جدول خود را برای یافتن مسیر تا مقصد

جستجو می‌نمایند. اگر مسیری نباشد با اضافه کردن آدرس خود به مسیر آنرا به همسایه خود ارسال می‌نمایند [14]. بسته مسیر یابی در عرض شبکه در حرکت بوده تا به مقصد برسد و یا توسط یک نود میانی که دارای مسیر مناسب تا مقصد می‌باشد دریافت گردد. بعد پیام اعمال مسیر با یک شماره ترتیبی قدم به قدم مناسب توسط ایستگاه مقصد به ایستگاه مبدا اعلام می‌گردد.

۱-۴ - نگهداری مسیر

با قطع ارتباط بین گره‌های مبدا و مقصد مسیر از بین رفته و گره مقصد یا مبدا اقدام به ارسال یک بسته خطای مسیر ارسال می‌نماید. این پیام به گره‌هایی که از مسیر از بین رفته استفاده می‌نمایند ارسال می‌شود. گره‌هایی که این پیام را دریافت می‌دارند پرش دارای خطا را از جدول خود حذف می‌نمایند. بسته‌های تایید و مسیر جهت بررسی عملکرد مناسب مسیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

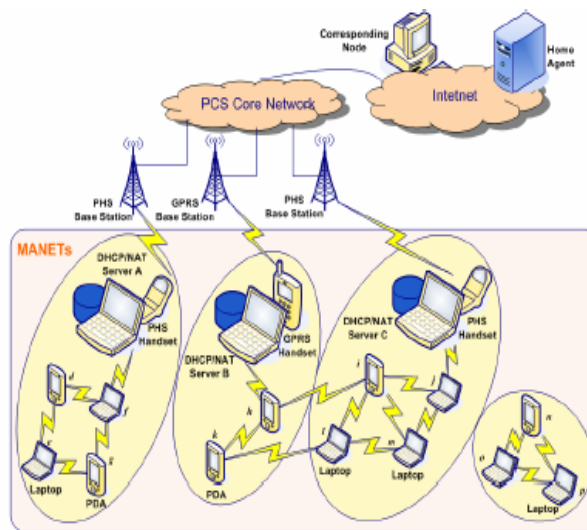
۵- پروتکل مسیریابی حالت پیوند بهینه (OLSR) و پروتکل مسیریابی ناحیه‌ای (ZRP)

پروتکل OLSR یکی دیگر از پروتکل‌های مسیریابی غیر انفعالی است که برای مسیریابی در شبکه‌های Manet مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایستگاه‌های سیار اطلاعات مربوط به توپولوژی خود را با هم‌دیگر بصورت منظم مبادله می‌نمایند. جهت بروز نگهداشتن جداول مسیریابی تمام ایستگاه‌های سیار اقدام به ارسال بسته‌های مسیریابی نموده و در نتیجه تمام ایستگاه‌ها این بسته‌ها را از نودهای همسایه خود دریافت می‌دارند در نتیجه باعث مصرف بیش از حد پهنای باند خواهد بود. در پروتکل OLSR فقط نودهای انتخابی اقدام به ارسال بصورت سیل آسا می‌نمایند.

پروتکل (ZRP) برای شبکه‌های Mnet طراحی شده که بصورت ترکیبی از پروتکل‌های انفعالی و غیر انفعالی عمل می‌نماید، بخش غیر انفعالی مشابه بردار فاصله بوده و منطقه مسیر یابی توسط پارامتری بدست می‌آید که به آن حداقل شماره تعداد پرش تا رسیدن به مقصد گفته می‌شود. بنابر این هر گره دارای ناحیه‌ای می‌باشد که توسط گره‌های محلی آن ناحیه تعیین می‌گردد. به عناصر غیر انفعالی، IARP (پروتکل مسیریابی بین ناحیه‌ای) و به عناصر انفعالی IERP (پروتکل مسیر یابی در داخل ناحیه) گفته می‌شود.

۶ - اتصال شبکه‌های سیار ویژه (Manet) به اینترنت

گرچه شبکه‌های Manet بصورت مستقل و خود مختار عمل می‌نمایند اتصال این شبکه‌ها به اینترنت ضروری است [16]. جهت برقراری این اتصال از یک Gateway که به پروتکل شبکه‌های Manet و مدل TCP/IP آشنا باشد استفاده می‌شود. بطوریکه ارتباطات بین این دو شبکه باید از طریق Gateway مذکور انجام شود. مسئله اصلی پیدا کردن Gateway و نودهای شبکه Manet جهت مسیر یابی است. شکل شماره ۲ ساختار اتصالاتی شبکه‌های Manet و اینترنت را نشان می‌دهد.



شکل ۲: ساختار اتصالات شبکه‌های Manet و اینترنت

۱ - ۶ - بسته توسعه یافته درخواست مسیر

بسته توسعه یافته درخواست مسیر در حقیقت مشابه بسته RREQ معمولی بوده فقط با تغییر یک بیت پرچم به اسم پرچم I (I-Flag) که به آن پرچم شفاف سازی آدرس عمومی اینترنت گفته می‌شود بدست می‌آید بنابراین در این مقاله RREQ به RREQ-I و همچنین بسته RREP معمولی تبدیل به بسته RREP-I گردیده است. شکل ۳ و ۴ فرمت این بسته‌ها را نشان می‌دهد. اگر در بسته RREP-I پرچم I با یک تنظیم شده باشد بیانگر این است که این بسته حاوی اطلاعاتی در زمینه Gateway می‌باشد.

0	8	12	24	31
TYPE	J R G I	RESERVED	HOP COUNT	
RREQ ID				
DESTINATION IP ADDRESS				
DESTINATION SEQUENCE NUMBER				
ORIGINATOR IP ADDRESS				
ORIGINATOR SEQUENCE NUMBER				

شکل ۳: فرمت بسته RREQ توسعه یافته

0	8	11	19	24	31
TYPE	R A I	RESERVED	PREFIX SZ	HOP COUNT	
DESTINATION SEQUENCE NUMBER					
DESTINATION IP ADDRESS					
ORIGINATOR IP ADDRESS					
LIFETIME					

شکل ۴: فرمت بسته RREP توسعه یافته

۲ - ۶ - تعیین مسیر و اتصال به Gateway

ایستگاه‌هایی سیار شبکه Manet جهت دسترسی به اینترنت باید بتوانند با Gateway در ارتباط باشند، مشخصات این دروازه از راه‌های گوناگون قابل تشخیص است.

- با تقویت پیام‌های متناوب پخش شده از طرف دروازه (کشف دروازه غیر انفعالی)
- با ارسال بسته RREQ-I به آدرس تمام دروازه‌های شبکه Manet (کشف دروازه انفعالی)
- با ارزیابی بسته RREQ که توسط دروازه دریافت شده است.

وقتی که ایستگاه سیار یک دروازه را تشخیص می‌دهد آدرس آنرا از بسته‌های دریافتی تشخیص داده و با تعیین مسیر دروازه را به عنوان پرش یا قدم بعدی در نظر می‌گیرد.

اگر ایستگاه سیار با جستجوی عرضی شبکه قادر به دریافت بسته‌های RREP از طرف مقصد نباشد فرض می‌کند که گره مقصد را بعنوان یک ایستگاه ثابت در شبکه اینترنت قرار دارد و اگر Gateway یک بسته RREQ را دریافت نماید و مسیر بسته را در جدول مسیر یابی خود بیابد یک بسته RREP یا RREP-I به مقصد بسته RREQ ارسال می‌دارد. بدین طریق ایستگاه سیار یک مسیر ناخواسته تا Gateway به دست آورده بدون اینکه این مسیر را درخواست کرده باشد و اگر در آینده تقاضای اتصال به اینترنت را داشته باشد از این مسیر استفاده می‌نماید بدون اینکه باز بسته درخواست مسیر را ارسال کرده باشد. Gateway با دریافت RREQ از ایستگاه موبایل اگر آنرا در جدول مسیر یابی خود پیدا نکند با ارسال RREP-I به مقصد به آن جواب می‌دهد و مسیر را در اختیار ایستگاه ارسال کننده قرار می‌دهد، با این کار مسیر ارتباطی بین Gateway و ایستگاه سیار بروز می‌شود.

۳ - ۶ - جدول مسیر یابی

یک ایستگاه سیار در جدول مسیر یابی خود یک مسیر جدید را اضافه می‌کند این رکوردها در جدول مسیر یابی نه تنها برای ایستگاه‌های سیار دیگر ایجاد می‌شود بلکه برای تمام ایستگاه‌های ثابت که در شبکه اینترنت بوده و با آن در ارتباط هستند ایجاد می‌کند. با این حال افزایش بی‌رویه جدول مسیر یابی باید کنترل شود. اگر مسیر معتبر در جدول مسیر یابی وجود نداشته باشد و

مقصد یک ایستگاه ثابت در شبکه اینترنت باشد ایستگاه‌های سیار میانی با ایجاد یک مسیر جدید برای ایستگاه ثابت به داده‌های دریافتی را به Gateway ارسال می‌نمایند .

۴-۶- عملکرد ایستگاه‌های میانی در زمان دریافت RREQ

وقتی که ایستگاه‌های سیار میانی بسته RREQ را دریافت نمایند با جستجوی جدول مسیریابی خود بدنبال یک مسیر معتبر به مقصد بسته می‌گردند. اگر مقصد بسته ایستگاه ثابت باشد ایستگاه میانی نباید اقدام به ارسال بسته به ایستگاه اصلی آن نماید هر چند که مسیر مناسب به ایستگاه اصلی را در جدول مسیریابی خود داشته باشد. زیرا اگر اقدام به ارسال بسته به مقصد ایستگاه RREQ نماید ایستگاه اصلی فکر می‌کند که مقصد یک ایستگاه سیار بوده که از طریق ایستگاه میانی با آن در ارتباط می‌باشد و برای ایستگاه مولد بسته RREQ دانستن اینکه مقصد ایستگاه سیار بوده و یا ثابت مهم است زیرا واکنش در برابر هر کدام از آنها متفاوت می‌باشد، اگر ایستگاه سیار نتواند با Gateway شبکه ارتباط برقرار کند با ارسال پیام‌های RREQ-I به کل شبکه تا پیدا کردن Gateway ادامه می‌دهد .

نتیجه گیری :

ارتباط شبکه‌های Manet با اینترنت دارای مشکلاتی نظیر ساختار آدرس دهی و نگهداری ارتباط و ایجاد ترافیک در گلوگاه اینترنت (Gateway) می‌باشد. ارتباط شبکه‌های Manet با اینترنت از طریق رابط‌های سلولی که از آنها بعنوان Gateway یاد می‌شود امکان پذیر است . ارتباط شبکه‌های سیار با ایستگاه‌های ثابت در اینترنت و Gateway و ایستگاه‌های میانی سیار و نحوه بروز رسانی جداول مسیریابی بررسی شده است . متعادل کردن بار ترافیکی ایجاد شده در گلوگاه اینترنت یعنی Gateway می‌تواند بعنوان کارهای تکمیلی این مقاله در نظر گرفته شود.

مراجع:

- [1] Belding-Royer E.M.; Sun Y.; Perkins C. Global Connectivity for IPv4 Mobile : Ad Hoc Networks, IETF Internet Draft, Nov. 2001. Work in progress.
- [2] Bernard M. Gateway Detection and Selection for Wireless Multihop Internet Access, Master's thesis, (Olching, Germany), 2002.

- [3] Clausen T.; Jacquet P.; Laouiti A.; Minet P.; Muhlethaler P.; Qayyum A.; Viennot L. Optimized Link State Routing Protocol, IETF Internet Draft, July 2002. Work in progress.
- [4] Comer D.E. Internetworking With TCP/IP Volume I: Principles, Protocols, and Architectures, fourth edition, 2000.
- [5] Haas Z.J.; Pearlman M.R.; Samar P. The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks, IETF Internet Draft, July 2002. Work in progress.
- [6] Holland G.; Vaidya N. Analysis of TCP performance over Mobile Ad Hoc Networks, in Proceedings of IEEE/ACM MOBICOM, 1999.
- [7] Hong X.; Xu K.; Gerla M. Scalable Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks, IEEE Network, July/August 2002.
- [8] Johnson D.B.; Maltz D.A. Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks, in: Mobile Computing (Imielinski T. and Korth H.), chapter 5, pages 153-181. Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [9] Johnson D.B.; Maltz D.A.; Hu Y.; Jetcheva J.G. The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR), IETF Internet Draft, Feb 2002.
- [10] C. E. Perkins, Ad Hoc Networking, Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2001.
- [11] E. M. Royer, and C.-K. Toh, "A review of current routing protocols for ad hoc mobile wireless networks", IEEE Personal Communications, Apr. 1999, pp. 46-55.
- [12] C.E. Perkins, and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector (DSDV) Routing for Mobile Computers", Communications Architectures, Protocols and Applications, ACM Press, 1994, pp. 234-244.
- [13] Y.-C. Tseng, C.-C. Shen, and W.-T. Chen. "Mobile IP and ad hoc networks: An integration and implementation experience", IEEE Computer, 36(5), May 2003, pp. 48-55.
- [14] H.-W. Cha, J.-S. Park, and H.-J. Kim, "Support of

Internet Connectivity for AODV”, I-D draft-cha-anet-AODV-internet-00.txt, Feb. 2004.

[15] C. E. Perkins, R. Wakikawa, A. Nilsson, A. J.

Tuominen, “Internet connectivity for mobile ad hoc networks”, *Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC) 2002*.

[16] P. Ratanchandani, R. Kravets, “A hybrid approach to internet connectivity for mobile ad hoc networks”,

Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) 2003.

[17] C. Perkins, Ed., “IP Mobility Support for IPv4”, *RFC3344, August 2002*.