



طبقه بندی و مطالعه کارایی پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری برای تعادل بار در شبکه‌های سیار موردی

شهرام جمالی
استادیار - دانشگاه محقق اردبیلی
jamali@iust.ac.ir

بهرام نجف پور
مربی - آموزشکده سماء اردبیل
b.najafpour@iauardabil.ac.ir

بهزاد مهدوی
کارشناسی ارشد - علوم تحقیقات اردبیل
behzad_m966@yahoo.com

مهدی صادق زاده
استادیار - علوم تحقیقات اردبیل
sadegh_1999@yahoo.com

علی هارون آبادی
استادیار - دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب
a.harounabadi@gmail.com

چکیده

شبکه‌های سیار موردی دارای مجموعه‌ای از گره‌ها بدون یک مدیریت متمرکز و ساختار مشخص، که گره‌ها در آن تلاش برای برقراری ارتباط با یکدیگر دارند، بنابراین ایجاد یک مسیریابی با قابلیت اطمینان بالا یکی از موارد مهم این گونه شبکه‌ها می‌باشد. تعادل بار و ازدحام شبکه از مشکلات عمده در شبکه‌های سیار موردی موبایل هستند. تعدادی از کارهای انجام پذیرفته و پروتکل‌های مسیریابی متعددی جهت تعادل بار پیشنهاد شده، اکثریت طرح‌های پیشنهادی در حال حاضر سربرار مسیریابی را به دنبال دارد تلاش برای دستیابی به تعادل بار و اجتناب از اضافه کردن سربرار مسیریابی اضافی در طول ایجاد مسیریابی است. ساختار مسیریابی مناسب و انتخاب مسیرهای متعدد در یک پروتکل مسیریابی تعادل بار، می‌تواند ایجاد تعادل بار بهتر را در شبکه برقرار کند. بنابراین در این مطالعه ضمن بررسی پروتکل مسیریابی چند مسیری AOMDV، به عنوان ساختار پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار، ما متریک‌های هریک از پروتکل‌های تعادل بار را مورد بررسی قرار می‌دهیم. نتایج ارزیابی هریک از پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری را به بیان یک جدول نشان می‌دهیم. نشان می‌دهیم که انتخاب یک ساختار مسیریابی مناسب و با انتخاب مسیرهای مختلف می‌توان تعادل بار بهتری را نسبت به مسیرهای تک انجام داد.

واژه‌های کلیدی: مسیریابی چند مسیری، تعادل بار، ازدحام، بار ترافیک



۱- مقدمه

با توجه به توپولوژی ناپایدار و عدم وجود یک سازمان متمرکز مسیریابی در شبکه‌های موردی سیار [1] باعث ایجاد چالش در این شبکه‌ها شده است. پروتکل‌های متعددی در تلاش برای ارائه یک الگوریتم استاندارد مسیریابی تعادل بار که بتواند معیارهای مهم مربوط به یک مسیر را تحت شعاع قرار دهد از اهمیت خاصی برخوردار شده است. اکثر پروتکل‌های مسیریابی برجسته از جمله [2] AODV و [3] DSR استفاده از تعداد گام به عنوان پایه انتخاب مسیر است اما کارآمدترین مسیر به عنوان تعداد گام زمانی که ازدحام و گلوگاه در شبکه وجود دارد، ممکن نیست. بنابراین متریک یک مسیر انتخاب شده باید به گونه ایی باشد که از تمام جهات یک شبکه، چه از جهت خود گره، گره همسایه یا مسیر انتخابی غیره را مد نظر قرار دهد. پروتکل‌های مسیریابی موردی سیار موبایل سنتی را می‌توان به دو نوع طبقه بندی کرد. به عنوان مثال نوع فعال و نوع واکنشی. تلاش پروتکل‌های مسیریابی فعال حفظ سازگاری، اطلاعات مسیریابی در هر گره توسط تبلیغ آن در سراسر شبکه هرچند که همیشه می‌توان یک مسیر به مقصد (در صورت وجود) با استفاده از اطلاعات که در سطح سراسری جمع آوری شده است استفاده کرد. بطور کلی، روش فعال نیاز به تعداد زیادی انتقال بسته دارد که باعث مصرف توان قابل توجهی از توان گره‌ها می‌شود. در مقابل هدف پروتکل‌های واکنشی پیدا کردن یک مسیر از منبع به مقصد، تنها زمانی است که فقط زمانی که از طرف منبع درخواست شده باشد، انجام می‌شود [4] [5]. استفاده از متریک مناسب می‌تواند تاثیر زیادی بر کارایی انتخاب مسیر داشته باشد، پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار [6] [7] [8] متعددی استفاده از پروتکل مسیریابی AODV متریک مناسب را در جهت انتخاب یک مسیر با کارایی بالا مد نظر قرار می‌دهند. اما اکثر ساختار پروتکل‌های مسیریابی چند

مسیری، پروتکل [9] AOMDV که جهت برقراری تعادل بار با انتخاب چندین مسیر استفاده می‌کنند. با انتخاب یک مسیریابی چند مسیر می‌توان تعادل بار بهتر را نسبت به پروتکل مسیریابی تک مسیری انجام داد. بنابراین در این مطالعه ما با مد نظر قرار دادن پروتکل مسیریابی AOMDV به عنوان یک ساختار برای برخی پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار به مطالعه مقایسه ای در مورد این پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری می‌پردازیم و نشان می‌دهیم که با توزیع بار بر روی این مسیرها می‌توان عملکرد شبکه را بهبود داده و از ترافیک با بار بالا جلوگیری کرد. سازماندهی مقاله به این شرح است که در بخش ۲ مقایسه مسیریابی چندمسیری و تک مسیری پرداخته می‌شود، بخش ۳ و ۴ انتخاب مسیر بهینه و مطالعه پروتکل AOMDV مورد بحث قرار گرفته می‌شود. در بخش ۵ و ۶ بحث ازدحام و گره‌های متعادل کننده بار را مورد مطالعه قرار می‌دهیم، بخش ۷ طبقه بندی پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار را شرح می‌دهیم و بخش ۸ و ۹ پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار و مطالعه مقایسه پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار پرداخته می‌شود، بخش ۱۰ نتیجه گیری بیان می‌شود.

۲- مقایسه مسیریابی چند مسیری و تک مسیری

معیارهای مختلفی برای مقایسه مسیریابی تک مسیری و مسیریابی چند مسیری در شبکه‌های موردی سیار وجود دارد. اول اینکه، سربار کشف مسیر در مسیریابی چند مسیری بسیار بیشتر از مسیریابی تک مسیری است. از سویی دیگر، فرکانس کشف مسیر در یک شبکه که از مسیریابی چند مسیری استفاده می‌کند، بسیار کمتر است. حتی اگر یک یا تعداد کمی از مسیرهای چند مسیری بین جفت منبع و مقصد با شکست مواجه شد، شبکه هنوز هم می‌تواند به کار خود ادامه دهد. دوم اینکه، بحث‌های زیادی هست که استفاده از مسیریابی چند مسیری در

برخوردار است. دو نوع مسیر برای در نظر گرفتن انتخاب یک مسیر بهینه وجود دارد: مسیر فعال و مسیر غیر فعال. مسیر فعال: یک پیام ACK به سمت عقب و در طول مسیر انتخاب شده از طریق گره مقصد به سمت منبع فرستاده می‌شود که آن را مسیر فعال می‌نامیم. گره منبع داده‌ها را در طول این مسیر به سمت مقصد می‌فرستد [10].

مسیر غیر فعال: مسیر فعال که در آن فعالیت برای برقراری ارتباط بین جفت منبع و مقصد ندارد و گره‌ها در طول این مسیر به هم بهینه نیستند. برای تعادل بار و توزیع بار این مسیر غیر فعال در نظر گرفته نمی‌شود.

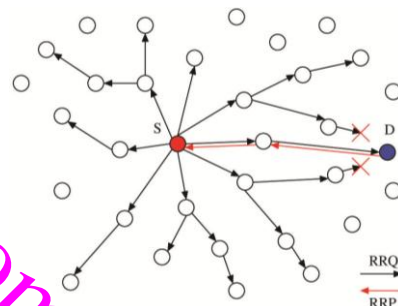
۴- پروتکل AOMDV

برای کاهش وقفه در ارتباطات در شبکه سیاری موردی موبایل، فرآیند کشف مسیرها باید بصورت موثر انجام شود. به خصوص با تحرک مداوم گره‌ها و تغییر مکرر توپولوژی شبکه انجام شود. پروتکل‌های مسیریابی پیشنهاد شده مانند AOMDV (بردار فاصله بر حسب تقاضای اقتصادی چند بخشی): پروتکل مسیریابی چندمسیری که گسترش پروتکل AODV مسیر تک است برای محاسبه مسیریابی چند مسیری استفاده می‌شود.

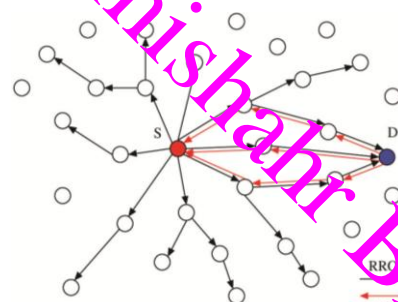
۴-۱- تعریف مسیریابی

ایده اصلی در AOMDV برای محاسبه مسیرهای مختلف در طول فرآیند کشف مسیر برای لینک شکسته شده است. در واقع، هدف اصلی مفهوم این پروتکل جستجوی مسیرهای مختلف در طول فرآیند کشف مسیر است اما فقط بهترین مسیر براساس متریک (تعداد گام) انتخاب شده است و برای انتقال داده بین مقصد و منبع استفاده شده است. مسیرهای دیگر نیز تنها زمانی استفاده می‌شوند که مسیر اولیه با شکست مواجه شده باشد. این پروتکل برای شبکه‌های سیار موردی موبایل در نظر گرفته شده است که در آن تحرک گره‌ها بسیار مهم است و به طبع آن مسیرها اغلب شکسته می‌شوند. AOMDV با استفاده از اطلاعات موجود در AODV، مسیرهای مختلف را محاسبه می‌کند که استفاده از بسته‌های کنترلی باعث افزایش "سرشار" می‌شود [11].

توان بالا، نتیجه می‌دهد. دلیل آن این است که ظرفیت (پهنای باند و قدرت پردازش) همه گره‌ها ثابت (محدود) فرض شده است. از آنجاییکه مسیریابی چند مسیری می‌تواند توزیع بار بهتری داشته باشد، بنابراین توان کلی بالاتر خواهد بود. شکل ۱ و ۲ کشف مسیر در مکانیزم‌های مسیریابی تک مسیری و چند مسیری را نشان می‌دهد.



شکل (۱) کشف مسیر در مکانیزم مسیریابی تک مسیری



شکل (۲) کشف مسیر در مکانیزم مسیریابی چندمسیری

۳- انتخاب مسیر بهینه

بحث اصلی که در پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار مطرح می‌شود. انتخاب مسیر بهینه برای تعادل بار است. شناسایی گره‌هایی که فعالیت بیشتری دارند و با در نظر گرفتن پارامترهای مختلف دیگر، می‌توان مسیر بهینه با عملکرد بهتری را برای شبکه بدست آورد. یک مسیر دارای فعالیت بیشتری است که بتواند نرخ تحویل بسته بیشتر، تاخیر انتها به انتها کمتر و توان عملیاتی بهتر را بین جفت گره منبع و مقصد برای شبکه در نظر بگیرد. همچنین باید از مسیرهایی که در آن بار ترافیک بیشتر است، جلوگیری کند. بنابراین انتخاب مسیر بهینه که بتواند تعادل بار بهتر را فراهم کند، از اهمیت خاصی

مسیریابی در شبکه‌های موردی سیار موبایل شده است. پهنای باند پایین دستگاه‌ها در شبکه‌های موردی سیار موبایل بدین معنی است که با احتمال بالایی در شبکه ازدحام وجود دارد. برای جلوگیری از وقوع ازدحام باید اقدامات لازم انجام شود در طول این سالها پروتکل‌های مسیریابی متعددی برای شبکه‌های موردی سیار موبایل با تاکید بر حفظ تعادل بار پیشنهاد شده است [12] [13]. هدف اصلی از پروتکل‌های تعادل بار برای منحرف کردن ترافیک، داده از مسیرها و گره‌های که در حال ازدحام در آن وجود دارد یا مقدار بزرگتر از داده‌ها در حال عبور از آنها نسبت به گره‌های دیگر و یا سایر مسیرها است. اگر مکانیزم تعادل بار وجود نداشته باشد، افزایش تاخیر روی خواهد داد. با راه‌حل‌های مناسب برای انتقال بار ترافیک بر روی مسیرهایی که نسبتاً ازدحام کمتری در آن وجود دارد، می‌توان در مجموع میزان مصرفی و زمان تاخیر را کاهش داد.

به طور کلی ازدحام بار ترافیک، از جمله نرخ از دست دادن بسته، تاخیر انتها به انتها و میزان مصرف باتری را افزایش می‌دهد. این انگیزه باعث مطالعه زیادی در پروتکل‌های مسیریابی تعادل [14] [15] [16] بار برای پراکنده کردن ازدحام از طریق انتخاب مسیر مناسب در مرحله مسیریابی شده است. چندین پروتکل‌های مسیریابی شبکه‌های سیار موردی با استفاده از تعداد گام، مسیر به عنوان مسیریابی متریک است. اگر چه این قابل درک و ساده است، می‌توان ظرفیت لینک را در نظر نگرفت [17].

۶- گره‌های متعادل کننده بار

بخش مهمی از شبکه مطلوب تعادل بار است. به عنوان مثال، اگر بار عظیمی داده شده به گره‌ها با قابلیت پردازش کمتر و هیچ کدام از گره‌ها برای به اشتراک گذاشتن بار ندارند، اتمام کار پیچیده می‌شود. امکان عدم تعادل بار با توجه به پردازش - قدرت محاسباتی در سیستم‌های غیر یکنواخت هستند، وجود دارد به عنوان مثال گره‌های زیادی بیکار باشند و گره‌های دیگر نیز بسیار پر بار باشند. یک گره که دارای قدرت پردازش بالا است، پس از اتمام کار خود به سرعت گره با بار کمتر را تخمین زده است

AOMDV براساس دو مکانیزم اساسی عمل می‌کند:

- بروزرسانی مسیر برای حفظ مسیرهای مختلف حلقه آزاد در هر گره
 - یک پروتکل توزیع شده برای پیدا کردن مسیرهای گسسته گره
 - احداث مسیر چند مسیری بدون حلقه آزاد
- AOMDV براساس تعداد گام تبلیغ شده، شکل نشان دهنده ساختار مدخل‌های جدول مسیریابی AODV و AOMDV.

جدول (۱) مسیریابی برای AOMDV

Destination
Sequence - number
Advertised
Rout - list{(next hop1, hop count1), (next hop2, hop count2),...}
Expiration - timeout

جدول (۲) مسیریابی برای AODV

Destination
Sequence - number
Hop count
Next hop
Expiration - timeout

- در AOMDV، advertised hop count جایگزین تعداد AODV در
- Rout list جایگزین گام بعدی و اساساً گام‌های بعدی مختلف با شمارش تعداد گام تعریف شده است.

۴-۲ - مقایسه پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری

در این بخش پروتکل مسیریابی چند مسیری AOMDV را در مقایسه با سایر پروتکل‌های مسیری مورد مطالعه مقایسه ایی قرار گرفته شده است. جدول شماره (۳) در پیوست الف آمده است.

۵- ازدحام و نیاز برای تعادل بار

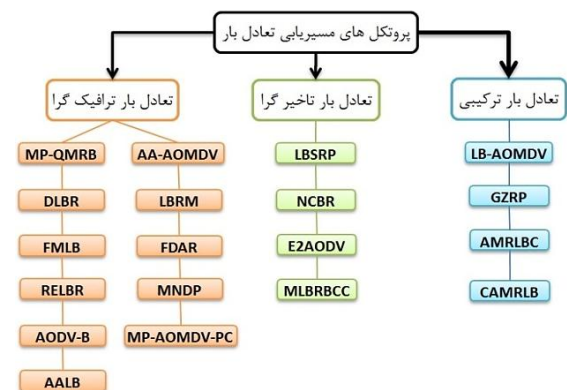
شبکه‌های سیار موردی موبایل دارای پهنای باند و دامنه ارتباط محدودی در مقایسه با سایر شبکه‌های بی سیم است. عمل مسیریابی یکی از چالش برانگیزترین جنبه‌های شبکه‌های موردی است و همه این محدودیت‌ها همراه با توپولوژی شبکه پویایی که باعث افزایش پیچیدگی‌های



[18]. بنابراین وجود گره‌های تعادل کننده برای نیاز به تعادل بیشتر گره‌ها مطلوب است. مسیریابی چند مسیری می‌تواند تعادل بار بهتر را از مسیریابی تک مسیری در شبکه‌های سیار موردی موبایل انجام دهد، که در آن اول کوتاه‌ترین مسیر انتخابی برای مسیریابی استفاده می‌شود. این ممکن است فقط برای شبکه با تعداد زیادی از گره بین هر جفت منبع - مقصد از گره باشد. برای ساخت چنین سیستمی این نشدنی است چون مقرون به صرفه برای کشف و نگه داری تعدادی زیادی از مسیرها نیست. تعادل بار توسط استفاده از چند مسیر کوتاه‌تر به جای استفاده از یک مسیر بهبود یافته است. بنابراین برای تعادل بار بهتر یک شبکه توزیع شده استراتژی تقسیم بار چند مسیری نیاز به طراحی خوبی دارد [19].

۷- طبقه بندی پروتکل‌ها بر اساس تعادل بار

در طول این سالها، چندین پروتکل‌های مسیریابی شبکه‌های سیار موردی موبایل تعادل بار مطرح شده است. بیشتر روش‌های درخواستی پروتکل‌ها بر اساسی است که در آنها استراتژی تعادل بار با کشف مسیر را ترکیب می‌کنند [20]. مسیر با کمترین بار از مسیرهای مختلف ممکن است از منبع به مقصد باشد که معمولاً انتخاب شده است. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است. این پروتکل‌های مسیریابی به طور کلی می‌توانند به سه نوع (بر اساس تعادل بار) طبقه بندی شوند:



شکل (۳) دسته بندی پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار

۷-۱- براساس تاخیر

که در آن تعادل بار برای جلوگیری از گره با تاخیر لینک بالا بدست آمده است.

۷-۲- براساس ترافیک

که در آن تعادل بار، به طور مساوی توزیع بار ترافیک در میان گره‌های شبکه بدست آمده است.

۷-۳- براساس ترکیبی

در آن تعادل بار، ترکیبی از ویژگی‌های ترافیک و تاخیر بر اساس ترافیک بدست آمده است.

۸- پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری تعادل بار

در اینجا برخی پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار را مورد بررسی قرار می‌دهیم. مطالعه مقایسه ای و ارزیابی کارایی را از جهات مختلف برای تعادل بار در پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری مورد بحث قرار گرفته می‌شود. در این بخش معیار انتخاب مطالعه مقایسه ای ما بر اساس ساختار پروتکل AOMDV می‌باشد. اکثر پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار سعی به توزیع بار در مسیرهای مختلف در شبکه را دارند که این باعث افزایش کارایی مسیرهای انتخابی برای انتقال داده در جفت مسیر منبع به مقصد را به همراه دارد.

۸-۱- ستون فقرات مسیریابی چند مسیری

پروتکل MP-QMRB (ستون فقرات مسیریابی چند مسیری) [21] فراهم کننده پشتیبانی کیفیت بهتر سرویس و کنترل ازدحام با توجه به سطح ترافیک شبکه در گره‌ها است. این پروتکل با استفاده از گره‌های میانی که دارای ارتباطات و قابلیت پردازش بهتر و مشارکت موثرتری در فرآیند مسیریابی هستند، استفاده می‌کند. این پروتکل تضمین می‌کند که پهنای باند موجود را در شبکه با توزیع مناسب به طور مساوی جهت حفظ تعادل بار بهتر و کنترل ازدحام را فراهم می‌کند. پروتکل MP-QMRB، پروتکل QMRB تک مسیری و پروتکل AOMDV چند مسیری را با هم ترکیب می‌کند.



۸-۲- متریکی‌های چندگانه براساس پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار

این پروتکل MM-AOMDV (متریکی‌های مختلف) [22] یک روش جدید با ویژه گی ترافیک و با در نظر گرفتن سه پارامتر بار کانال، مجادله دسترسی، انرژی باقی مانده در یک گره بر تصمیم گیری انتخاب مسیر تاکید دارد. پروتکل مورد نظر مسیریابی با بهره وری کانال کم که منجر به کارآمدی بهتر و پایداری در شبکه می‌شود ایجاد می‌کند. این پروتکل با انتخاب مسیریابی با بهره وری کانال کم و نرخ برخورد کمتر در هر گره، انتخاب گرهی که دارای عمر طولانی با در نظر گرفتن انرژی باقی مانده تاکید دارد. MM-AOMDV دسترسی به کانال و نرخ برخورد را به منظور تخمین بار اندازه گیری می‌کند. هر گره در دسترس بودن کانال خود و نرخ برخورد را به صورت دوره ای و با نظارت بر رسانه اذیر تلاش می‌کند.

می‌گیرد، تمامی این مسیریها با استفاده از ارسال بسته‌هایی که به صورت دوره ای از این مسیریها ارسال می‌شود نگهداری و به روز رسانی می‌شوند. این بسته‌ها به روز رسانی طول سیگنال را برای جهش در میان مسیریهای جایگزین اندازه گیری می‌نماید، در هر لحظه از زمان از مسیری برای انتقال داده استفاده می‌شود که قدرتمندترین طول سیگنال را داشته باشد.

۸-۴- مکانیزم مسیریابی مسیر چند گانه

پروتکل LB-AOMDV (مسیریابی مسیر چندگانه) [11] با استفاده از مسیریابی چند مسیری و توزیع ترافیک بر روی مسیریابی فعال مختلف و ازدحام کمتر، سعی به توزیع تعادل بار در طول تمامی گره‌های شبکه را دارد. پروتکل مورد نظر با یک متریکی جدید که اندازه بافر است به ارائه تعادل بار بهتر را فراهم می‌کند.

۸-۵- مسیریابی چند مسیری تطبیقی برای تعادل بار

این الگوریتم AMRLBC (مسیریابی چند مسیری تطبیقی تعادل بار) [24] مسیریهای چند مسیری، مسیریهای مختلف خرابی امن را محاسبه می‌کند. مسیریهای مختلف با خرابی امن شامل گرهی با قدرت باتری بیشتر، حداقل بار، انرژی باقی مانده باتری است. هنگامی که میانگین بار در لینک‌های موجود فراتر از یک حد آستانه افزایش یابد و قدرت باتری باقی مانده یک گره کمتر از یک حد آستانه باشد، توزیع ترافیک در طول مسیریهای چند مسیری گسسته به منظور کاهش بار ترافیک بر روی لینک ازدحام شده است. این پروتکل از مسیریابی AOMDV برای نگهداری و کشف مسیر استفاده می‌کند.

۹- مطالعه مقایسه ای پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری

در این بخش به مطالعه مقایسه‌ایی میان پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری پرداخته می‌شود.

جدول شماره (۴) در پیوست ب آمده است.

۸-۳- طراحی الگوریتم مسیریابی چندمسیری بر پایه AODV جهت تنظیم بار در شبکه‌های سیار موردی

این پروتکل [23] با اعتبار سنجی مجدد مسیریهای جایگزین به طور دوره ای مشکل پروتکل‌های مسیریابی MP-AOMDV گره گسسته، MP-AOMDV لینک گسسته را برطرف می‌نماید و یک روش کنترلی با سربار کم و مسیریابی چند مسیری با تکنیک متراکم سازی مسیر معرفی می‌نماید. این پروتکل با انتقال بسته‌ی ضربان قلب MP مسیر انتقال را به روز رسانی می‌کند این بسته‌ها وظیفه کوتاه کردن مسیریهای کشف شده را نیز بر عهده دارند. مسیریابی چندمسیری با تکنیک متراکم سازی مسیر و تطبیق پذیری براساس AOMDV به نام MP-AOMDV-PC مسیریهای ایجاد شده را بدون وارد آوردن مقدار پردازش کلی اضافی، بهینه نموده و با به کار گرفتن روشی مسیریهای کوتاه تر را پیدا می‌کند. PC از جدید شدن‌های غیر ضروری، زیاد و زودگذر مسیریها پرهیز می‌کند که این کار اجراء یا کارآیی قرار داد را بهبود می‌بخشد. در همین فرآیند که یافتن چندین مسیر شکل

۱۰- نتیجه گیری

پروتکل AOMDV است، پرداخته‌ایم. در پروتکل‌های مورد مطالعه بر روی مکانیزم‌های تعادل بار نسبت به توزیع ترافیک بر روی مسیرهای فعال مختلف انتخاب شده بین جفت منبع و مقصد است، بحث شده است. بنابراین بیشتر پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار با استفاده از متریک‌های مختلف و با استفاده از ساختار پروتکل AOMDV سعی به توزیع ترافیک بار در میان گره‌های شبکه دارند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از مسیریابی چند مسیری می‌تواند به بهبود عملکرد شبکه کمک زیادی کند، در ضمن با استفاده از یک ساختار مناسب مانند AOMDV می‌تواند این کارایی را بیشتر کند.

نحوه انتخاب مسیرهای چندگانه و توزیع مناسب بار شبکه‌های سیار مورد نیاز اهمیت خاصی برخوردار است. متعادل کردن بار با هدف افزایش ظرفیت و تحمل خطای شبکه‌ها است. تعادل بار بهره‌برداری از منابع مطلوب، به حداکثر رساندن توان عملیاتی، حداقل رساندن زمان پاسخ و جلوگیری از اضافه بار است. انتخاب مسیرهایی برای تعادل بار و همچنین در نظر گرفتن متریک مناسب منجر به کارآمدی و پایداری شبکه خواهد شد. چنین مسیرهایی باعث تحویل بهتر بسته‌ها و تاخیر آنها به انتهای کمتر می‌شود. ما در این مقاله به مطالعه مقایسه‌ای و ارزیابی پروتکل‌های مسیریابی تعادل بار که با استفاده از ساختار

پیوست الف - جدول (۳): مقایسه پروتکل مسیریابی AOMDV با سایر پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری

Parameters	AODV-BR	AOMDV	TORA	MPDSR	SMR	OSPF	OSPF	CHAMP	TBRPF	MSR
Multiple complete paths	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Possibly	Yes	Possibly	Yes
Loop-free paths	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Node-disjoint paths	No	Possibly	Possibly	Yes	Possibly	No	No	No	No	Yes
Complete routes known	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Common clock needed	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Delay known	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes
Paths used simultaneously	No	Possibly	Possibly	Yes	Yes	No	No	Possibly	No	Yes
Implementation	AODV	AODV	TORA	DSR	DSR	OLSR	OSPF	NO	TBRPF	DSR

پیوست ب - جدول (۴): مقایسه پروتکل‌های مسیریابی چند مسیری برای تعادل بار

Parameters	MP-QMRB	MM-AOMDV	AMRLBC	LB-AOMDV	MP-AOMDV	PC
Routing path	Single + Multi path	Multi path	Multi path	Multi path	Multi path	Multi path
Category	Active Path	Chanl accessProbability	Traffic size	Packets in Interface queue	TrafficSize	
Traditional protocol used	QMRB - AOMDV	AOMDV	AOMDV	AOMDV	AOMDV	AOMDV
Neighboring load	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Load balancing used	Node	Node	Linke-Node	Node	Node	Node
Interface queue	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Metric used	Intermediate nodes	Channel access contentions and remaining energy and channel load	fail-safe	Buffer size	PathCompression	
Routing structure	Reactive	Reactive	Reactive	Reactive	Reactive	Reactive
Load balancing effect	Intermediate nodes	Network	Network	Network	Network	Network
Complexity of capturing load	High	High	High	Low	Low	Low
Consideration	DestinationBased	DestinationBased	Intermediate nodes	Destination Based	SourceBased	
Load balancing						

- [3] David B. Johnson and David A. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks", in Mobile computing, T. Imielinski and H. Kmh, Eds, Kluwer Academic, 1996, ch.5.
- [4] D. B. Johnson, "Routing in ad hoc networks of mobile hosts," in Proc.IEEE Workshop Mobile Computing Systems and Applications, Dec. 1994, pp. 158-163.
- [5] Liana Khamis Qabajeh, Dr. Miss Laiha Mat Kiah, Mohammad Moustafa Qabajeh,

۱۱- مراجع

- [1] Mobile Ad-hoc Networks, <http://www.ietf.org/html.charters/manetcharter.html>
- [2] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing", Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications 1999, February 1999, pp. 90-100.



Proceedings of IEEE ICC 2001, Helsinki, Finland, June 2001, pp. 3206–3210.

[15] Vikrant Sangal, Ajit K. Nayak, "Load balanced routing in mobile ad hoc networks", Elsevier, Computer Communications 27 (2004) 295–305.

[16] Node Centric Load Balancing Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks Amjad Ali, Wang Huiqiang, IMACS 2012.

[17] b.mahdavi, b.najafpour, m.sharinzade, sh.jamali, "Performance comparison of traffic-oriented load balancing routing protocols in mobile ad hoc networks", "In Proceedings of the 2st National Conference on Software Engineering Applications (CSEA 2012), Lahijan, Iran, November, 2012.

[18] Jie Gao & Li Zhang "Load Balanced Short Path Routing in Wireless Ad-hoc Networks". Proceedings of IEEE INFOCOM'04 2004.

[19] Zhang, L. F., and etc, "Load balancing of Multipath Source Routing in AdHoc Network," Proc IEEE International Conference on Communications (ICC) 2002, pp.3197–3201, April 2002.

[20] Chai Keong Toh and Anh-Ngoc Le, "Load Balanced Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks." IEEE Communications Magazine , August 2009.

[21] M. Ali, B. G Stewart, A Shahrabi, "Multipath Routing Backbones for Load Balancing in Mobile Ad Hoc Networks", IEEE 2012, 978-1-4673-0784.

[22] Sujatha P. Terdal and Dr V.D Mytri, "Multiple Metrics based Load Balancing Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks" , IEEE 2009.

[23] M.fathy and i.rezaei, " Designing A Multipath Routing protocol Based on AODV For Load Balancing In Mobile AD HOC Network", N.J, computer society of iran, 2008.

[24] Soundararajan, S. and R.S. Bhuvaneshwaran", Adaptive Multi-Path Routing for Load Balancing in Mobile Ad Hoc Networks", Journal of Computer Science , 648-655, 2012.

" A Qualitative Comparison of Position-Based Routing Protocols for Ad-Hoc Networks", IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.2, February 2009

[6] A Distributed Load Balanced Routing Protocol for Real-Time Traffic in Mobile Ad hoc Networks P. Sivakumar and K. Durai Swamy, European Journal of Scientific Research ISSN, 1450-216X Vol.53 No.4 (2011), pp.626-636 © EuroJournals Publishing, Inc. 2011.

[7] Amita RANI, Mayank DAVE, "Load Balanced Routing Mechanisms for Mobile Ad Hoc Networks", Int. J. Communications, Network and System Sciences, 2009, 7, 627-635.

[8] Yahya M. Tashtoush and Omar A. darwish " novel multipath load balancing Approach Using Fibonacci Series for Mobile Ad Hoc Networks", International Journal of Computer theory & Engineering Vol. 4, No. 2, April 2012.

[9] YuHua Yuan, Hui Min Chen, and Min Jia "An optimized Ad hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV) Routing Protocol," Communications, 2005 Asia-Pacific Conference on Volume, Issue, 03-05 Oct. 2005 Page(s):569 – 573.

[10] H. Hassanein and A. Zhou, "Routing with Load Balancing in Wireless Ad hoc Networks," Proc. 4th ACM MSWiM '01, Rome, Italy, 2001, pp. 89–96.

[11] Mohamed.T and Nabil Tabbane, " Multipath Routing Mechanism with Load Balancing in Ad hoc , 2010.Network", 2010 IEEE

[12] Y. Li and H. Man, "Three Load Metrics for Routing in Ad Hoc Networks," Proc. 60th IEEE VTC 2004-Fall, vol. 4, 2004, pp. 2764–68.

[13] A. H. Altalhi and G. Richard III, "Load-Balanced Routing through Virtual Paths: Highly Adaptive and Efficient Routing Scheme for Ad Hoc Wireless Networks", 23rd IPCCC, 2004.

[14] M. Gerla, S.-J. Lee, Dynamic load-aware routing in ad hoc networks,