١٠٨٤٣٩

۸۷/۱/۱۰۵۹۹۰
۸۷/۱۱/۴۰

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مهندسی کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی فناوری اطلاعات- شبکه‌های کامپیوتری

ارزیابی و تحلیل کارایی پروتکل‌های مسیریابی AODV، DSR و TORA در شبکه‌های ویژه

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
شعبه مدارک

استاد راهنما: دکتر فضل ا... ادیب‌نیا

استاد مشاور: دکتر محمد قاسم‌زاده

پژوهش و نگارش: مهدی رجب‌زاده

۱۳۸۷ /۹/ ۲۴

مهرماه ۱۳۸۷

۱۰۸۴۳۹

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

آنان که فروغ نگاهشان،گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه‌های جاودانی زندگی من است.

قدردانی

پیش از هر چیز شکر و سپاس به درگاه خداوند مهربانی که در طول زندگی همواره سایه الطاف بی‌کرانش را احساس کردم.

سپس از پدر و مادر که نخستین آموزگارانم بودند تا معلمین، دبیران و استادانم که بهتر زیستن و والاتر اندیشیدن را به من آموختند، قدردانی می‌نمایم.

مراتب سپاس خود را از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر ادیب‌نیا به خاطر راهنمایی‌های بی‌دریغ و موثرشان ابراز می‌دارم. همچنین از جناب آقای دکتر قاسم‌زاده به سبب مشاوره‌های مفیدشان تشکر می‌کنم.

این پایان‌نامه با حمایت‌های مالی
مرکز تحقیقات مخابرات ایران
به انجام رسیده است.

مدیریت تحصیلات تکمیلی	**صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد**	شناسه: ب/ک/۳ شماره: تاریخ: پیوست:

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای: *مهدی رجب زاده*

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته / گرایش: *مهندسی فناوری اطلاعات گرایش شبکه‌های کامپیوتری*

تحت عنوان: *ارزیابی و تحلیل کارایی پروتکل‌های مسیریابی AODV , DSR , TORA در شبکه‌های ویژه*

و تعداد واحد: ۶ در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۱۸ با حضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان نامه با نمره: به عدد ۱۹/- به حروف نوزده تمام و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

عنوان	نام و نام خانوادگی	امضاء
استاد / استادان راهنما	دکتر فضل ا... ادیب‌نیا	
استاد / استادان مشاور	دکتر محمد قاسم‌زاده	
متخصص و صاحبنظر داخلی	دکتر مهدی‌آقا صرام	
متخصص و صاحبنظر خارجی	دکتر سیدمرتضی بابامیر (از دانشگاه کاشان)	

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی:

امضاء:

چکیده

MANET[1]، شبکه موقتی شامل مجموعه‌ای از گره‌های متحرک با ارتباط بی‌سیم می‌باشد. در این شبکه ساختار از پیش تعیین شده و مدیریت مرکزی وجود ندارد. دارای ویژگی‌های خاصی بوده و شرایط حاکم بر آن نامعین و متغیر است. از این‌رو در ارتباط بین اجزای شبکه مشکلات گوناگونی وجود دارد. برخی از این چالش‌ها به مساله‌ی مسیریابی مربوط می‌شود.

پروتکل‌های مسیریابی باید در شرایط پویای شبکه عمل‌کرد مناسبی داشته و کارایی آن‌ها در حد قابل قبولی باشد. اما هیچ یک از پروتکل‌های مشهور AODV[2]، DSR[3] و TORA[4] به اندازه کافی توانمند نبوده، همواره مکانیزم ثابت و مشخصی داشته و فاقد تصمیم گیری پویا در شرایط متفاوت می‌باشند. در این پایان نامه ضمن ارزیابی و تحلیل کارایی پروتکل‌های ذکر شده، به منظور سازگاری شبکه با الگوهای ترافیکی و تحرک گره‌ها، به ارائه یک روش موثر و کارا پرداخته و با استفاده از اطلاعات هر گره در زمان‌های مختلف و مدیریت در سطح گره‌ها بهینه‌سازی در کل سیستم انجام می‌شود. این الگوریتم یک روش احتمالی به منظور توسعه پروتکل DSR می‌باشد که علاوه بر کوتاه بودن مسیر، عواملی چون توان سیگنال دریافتی، ازدحام در گره‌ها و انرژی مربوط به هر گره را نیز در تصمیم‌گیری‌های خود دخالت می‌دهد.

در این روش، از توان سیگنال به منظور پیش‌بینی در مورد وضعیت لینک‌ها استفاده شده و سعی بر این است که از مسیرهای پایدارتر استفاده شود.

برای جلوگیری از ازدحام، بار در سطح شبکه توزیع خواهد شد. توزیع بار و ارسال داده‌ها از مسیرهای مختلف طبق مکانیزم‌های تعریف شده در پروتکل‌های مسیریابی، سبب تاخیر کمتر و قابلیت تحمل بالاتر در برابر خرابی‌ها می‌شود.

---

[1] Mobile Ad hoc Network
[2] Ad hoc On-demand Distance Vector
[3] Dynamic Source Routing
[4] Temporary Ordered Routing Algorithm

انرژی در گره‌های متحرک، منبعی تمام‌شدنی است. هرچه ارسال و دریافت بیشتر باشد، میزان بیشتری از انرژی مصرف می‌شود. از این رو باید تمهیداتی اندیشیده شود تا گره‌هایی که از نظر انرژی در شرایط مناسبی قرار ندارند، کمتر درگیر مساله مسیریابی شوند.

با استفاده از پارامترهای ذکر شده و استفاده از آن‌ها در مکانیزم تصمیم‌گیری پروتکل DSR، این پروتکل قادر است به نحو مناسبی عمل‌کرد خود را با شرایط پویای شبکه تطبیق دهد. نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی در محیط NS-2 بیان‌گر این مطلب می‌باشد که در شرایط پویا، الگوریتم پیشنهادی MA-DSR[1] در مقایسه با الگوریتم DSR کارایی بهتری از خود نشان داده است.

[1] Multi Agent based Dynamic Source Routing

فهرست مطالب

۱. مفاهیم مقدماتی در شبکه‌های بی‌سیم ۱

۱-۱. شبکه‌های بی‌سیم ۲

۱-۱-۱. مقدمه ۲

۱-۱-۱-۱. شبکه‌های شخصی بی‌سیم ۲

۱-۱-۱-۲. شبکه‌های محلی بی‌سیم ۳

۱-۱-۱-۳. شبکه‌های شهری بی‌سیم ۳

۱-۱-۱-۴. شبکه‌های گسترده بی‌سیم ۴

۱-۱-۲. استاندارد 802.11 ..... ۵

۱-۱-۳. دسترسی به رسانه ۵

۱-۱-۴. برد و سطح پوشش ۷

۱-۱-۵. خدمات توزیع ۸

۱-۲. شبکه‌های ویژه ۱۰

۱-۲-۱. کاربردهای شبکه ویژه ۱۱

۱-۲-۲. ساختارهای شبکه‌ای موجود ۱۳

۱-۲-۳. خصوصیات شبکه‌های ویژه ۱۳
۱-۳. مفاهیم اولیه مسیریابی در شبکه ۱۶
۱-۳-۱. انواع الگوریتم‌های مسیریابی ۱۷
۱-۳-۲. الگوریتم‌های بردار فاصله ۱۹
۱-۳-۳. الگوریتم دایجسترا ۲۰
۱-۴. پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های ویژه ۲۰
۱-۵. اهمیت مساله مسیریابی و چالش‌های موجود ۲۴
۲. ارزیابی و تحلیل کارایی پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر تقاضا ۲۹
۲-۱. پروتکل AODV ۳۰
۲-۱-۱. کشف مسیر ۳۰
۲-۱-۲. نگهداری مسیر ۳۳
۲-۲. پروتکل DSR ۳۴
۲-۳. پروتکل TORA ۳۹
۲-۴. شبیه‌سازی و تحلیل نتایج ۴۲
۲-۴-۱. شبیه‌ساز OPNET ۴۳
۲-۴-۲. شبیه‌سازی و ارزیابی ۴۴
۲-۴-۲-۱. متوسط تاخیر انتها به انتها ۴۴

۲-۴-۲-۲. نرخ تحویل بسته ۴۶

۲-۴-۲-۳. میزان بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی ۴۸

۲-۵. مقایسه پروتکل‌های مسیریابی AODV، DSR و TORA ۴۹

۳. اصلاح پروتکل DSR ۵۲

۳-۱. تحلیل عمل‌کرد پروتکل DSR ۵۳

۳-۱-۱. روش‌های استفاده شده به‌منظور بهبود پروتکل DSR ۵۳

۳-۱-۲. معروف‌ترین پیاده‌سازی‌های انجام شده پروتکل DSR ۵۴

۳-۱-۳. تحلیل پیاده‌سازی پروتکل DSR ۵۵

۳-۱-۳-۱. سرنوشت بسته هنگام ورود به dsragent ۵۶

۳-۱-۳-۲. نگهداری و انتخاب مسیر ۵۸

۳-۲. ارایه یک روش جهت بهبود عمل‌کرد ۵۹

۳-۲-۱. ویژگی‌های کلی الگوریتم مسیریابی MA-DSR ۵۹

۳-۲-۲. ازدحام در هر گره ۶۰

۳-۲-۳. پیش‌بینی وضعیت لینک‌ها ۶۱

۳-۲-۴. وضعیت انرژی در هر گره ۶۲

۳-۲-۵. وضعیت هر گره ۶۴

۳-۲-۶. کشف مسیر ۶۴

۳-۲-۷. وزن بهینگی مسیر ۶۵
۳-۲-۸. احتمال انتخاب یک مسیر ۶۶
۳-۲-۹. توزیع بار بین مسیرها ۶۶
۳-۲-۱۰. نگهداری و به‌روز کردن اطلاعات مسیر ۶۹
۴. شبیه‌سازی و ارزیابی نتایج ۷۰
۴-۱. نرم‌افزار شبیه‌ساز شبکه(NS) ۷۱
۴-۲. شبیه‌سازی و ارزیابی نتایج ۷۲
۴-۲-۱. متوسط تاخیر انتها به انتها ۷۳
۴-۲-۲. نرخ تحویل بسته ۷۴
۴-۲-۳. میزان بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی ۷۵
۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۷
۵-۱ نتیجه‌گیری ۷۸
۵-۲. پیشنهادات ۷۸
۵-۲-۱. رهیافتی دیگر به‌منظور بهبود الگوریتم‌های DSR و MA-DSR ۷۸
واژه نامه ۸۶
منابع و مآخذ ۸۸

فهرست جداول

جدول(۱-۱) دسته‌بندی پروتکل‌ها در شبکه‌های ویژه ۲۳

جدول(۵-۱) لیست‌ها و مشخصات آن‌ها..... ۸۵

فهرست شکل‌ها

شکل(۱-۱) انتقال اطلاعات بین ساختمان های نزدیک به هم از طریق برپایی WLAN ۳

شکل(۱-۲) دسته بندی شبکه‌های ویژه از نظر ساختاری..... ۱۰

شکل(۱-۳) کاربرد شبکه‌های ویژه در عملیات نظامی..... ۱۱

شکل(۱-۴) نمایش ساختار خوشه‌ای در شبکه‌های ویژه..... ۱۳

شکل(۱-۵) ارتباط فرستنده و گیرنده از طریق گره‌های میانی..... ۱۴

شکل(۱-۶) مسیر بهینه از A به I ۲۴

شکل(۱-۷) تغییر همبندی در اثر حرکت گره‌ها..... ۲۵

شکل(۱-۸) مسیر بهینه پس از تغییر همبندی شبکه..... ۲۵

شکل(۱-۹) ارسال پیام از مبدا به مقصد بر روی کوتاه‌ترین مسیر..... ۲۶

شکل(۲-۱) جدول مسیریابی در AODV ۳۰

شکل(۲-۲) یک شبکه نمونه شامل ۷ گره..... ۳۱

شکل(۲-۳) فرمت بسته RREQ ۳۱

شکل(۲-۴) مواردی مثل شماره ترتیب و شناسه تقاضا نیز در هر گره ذخیره می‌شود..... ۳۲

شکل(۲-۵) فرمت بسته RREP ۳۳

شکل(۲-۶) سرآیند DSR در بسته IP ۳۴

شکل(۲-۷) بخش ثابت از سرآیند DSR ۳۴

شکل(۲-۸) ساختار بسته RREQ ۳۵

شکل(۲-۹) ساختار بسته RREP ۳۵

شکل(۲-۱۰) ارسال RERR به مبدا پس از تشخیص خرابی مسیر..... ۳۶

شکل(۲-۱۱) ساختار بسته RERR ۳۶

شکل(۲-۱۲) چگونگی قرار گرفتن مسیرها در سرآیند بسته DSR ۳۶

شکل(۲-۱۳) ارسال RREQ برای کشف مسیر ۳۷
شکل(۲-۱۴) دریافت RREP و ذخیره سازی مسیرها در حافظه پنهان ۳۸
شکل(۲-۱۵) نمایش ارسال بسته ها از مبدا به مقصد با توجه با ارتفاع گره‌ها ۴۲
شکل(۲-۱۶)OPNET نرم‌افزار معروف و پرکاربرد برای شبیه‌سازی رفتارهای شبکه ۴۳
شکل(۲-۱۷) متوسط تاخیر انتها به انتها در شبکه با ۱۰ گره ۴۵
شکل(۲-۱۸) متوسط تاخیر انتها به انتها در شبکه با۵۰ گره ۴۶
شکل(۲-۱۹) میزان بسته‌های دریافت شده در شبکه با ۱۰ گره ۴۷
شکل(۲-۲۰) میزان بسته‌های دریافت شده در شبکه با ۵۰ گره ۴۷
شکل(۲-۲۱) میزان بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی در شبکه با ۱۰ گره ۴۸
شکل(۲-۲۲) میزان بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی در شبکه با ۵۰ گره ۴۹
شکل(۳-۱) دیاگرام مربوط به نحوه پردازش بسته در پروتکل DSR ۵۷
شکل(۳-۲) مسیریابی بر اساس میزان انرژی گره ها ۶۳
شکل(۳-۳) کشف مسیر با فرستادن Agent ها به سمت مقصد ۶۵
شکل(۳-۴) دریافت اطلاعات مسیر از طریق برگشت Agent ها به سمت مبدا ۶۶
شکل(۳-۵) مسیرهای بدون نقطه اشتراک ۶۷
شکل(۳-۶) مسیرهای متقاطع ۶۷
شکل(۴-۱) تصویر لحظه‌ای از محیط NAM ۷۲
شکل(۴-۲) متوسط تاخیر انتها به انتها در شبکه با ۱۰ گره ۷۳
شکل(۴-۳) متوسط تاخیر انتها به انتها در شبکه با۵۰ گره ۷۳
شکل(۴-۴) میزان بسته‌های دریافت شده در شبکه با ۱۰ گره ۷۴
شکل(۴-۵) میزان بسته‌های دریافت شده در شبکه با ۵۰ گره ۷۴
شکل(۴-۶) نسبت بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی به بسته‌های داده در شبکه با ۱۰ گره ۷۵

شکل(۴-۷) نسبت بسته‌های ردوبدل شده برای مسیریابی به بسته‌های داده در شبکه با ۵۰ گره..... ۷۶

شکل(۵-۱) ارتباطات بین لایه‌هادر طراحی Cross-layer ۸۰

فصل اول

مفاهیم مقدماتی

در شبکه‌های بی‌سیم

۱-۱ . شبکه‌های بی‌سیم

۱-۱-۱ . مقدمه

تکنولوژی شبکه‌های بی‌سیم، با استفاده از انتقال داده‌ها توسط امواج رادیویی در ساده‌ترین صورت به تجهیزات سخت‌افزاری امکان می‌دهد تا بدون استفاده از بسترهای خاصی همچون سیم و کابل، با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. شبکه‌های بی‌سیم بازه‌ی وسیعی از کاربردها، از ساختارهای پیچیده‌ای چون شبکه‌های بی‌سیم سلولی، که اغلب برای تلفن‌های همراه استفاده می‌شود، و شبکه‌های محلی بی‌سیم گرفته تا انوع ساده‌ای چون هدفون‌های بی‌سیم را شامل می‌شوند. از سوی دیگر با احتساب امواجی همچون مادون قرمز، تمامی تجهیزاتی که از امواج مادون قرمز نیز استفاده می‌کنند مانند صفحه کلیدها، ماوس‌ها و برخی از گوشی‌های همراه در این دسته‌بندی جای می‌گیرند. بارزترین مزیت استفاده از این شبکه‌ها عدم نیاز به ساختار فیزیکی و امکان نقل و انتقال تجهیزات و هم‌چنین امکان ایجاد تغییر در ساختار مجازی آن‌هاست. از نظر ابعاد ساختاری، شبکه‌های بی‌سیم به چهار گروه تقسیم می‌گردند که در ادامه آورده شده است.

۱-۱-۱-۱ . شبکه‌های شخصی بی‌سیم[۱]

تکنولوژی‌های مورد استفاده در شبکه‌های شخصی بی‌سیم عبارت از مادون قرمز[۲] و بلوتوث[۳] است. مجوز ارتباط بی‌سیم در این نوع شبکه‌ها، حدود ۹۰ متر می‌باشد. البته در تکنولوژی مادون قرمز نیاز به ارتباط مستقیم بوده و محدودیت مسافت وجود دارد [۲].

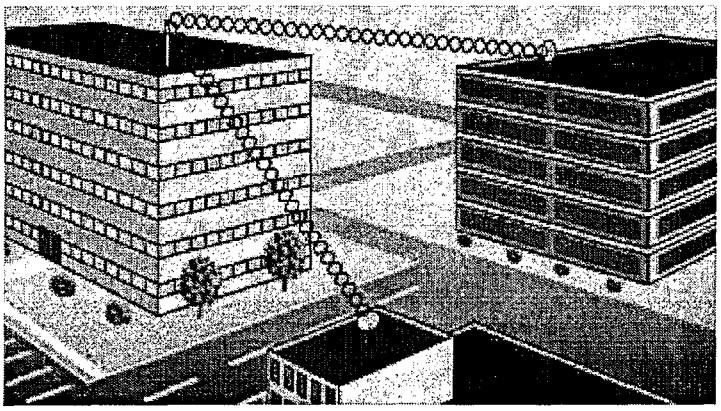
---

[۱] Wireless Personal Area Networks
[۲] Infrared
[۳] Bluetooth

۱-۱-۱-۲ . شبکه‌های محلی بی‌سیم[۱]

شبکه‌های محلی بی‌سیم برای کاربردهای مختلفی از جمله محیط‌های دانشگاهی یا آزمایشگاه‌ها مفید می‌باشد.

در شبکه‌های محلی اگر تعداد کاربران محدود باشند می‌توان بدون استفاده از نقطه دسترسی[۲] این ارتباط را برقرار نمود. در غیر اینصورت استفاده از نقطه دسترسی ضروری است. می‌توان با استفاده از آنتن‌های مناسب مسافت ارتباطی کاربران را به شرط عدم وجود مانع تاحدی طولانی‌تر نمود [۲].



شکل(۱-۱) انتقال اطلاعات بین ساختمان‌های نزدیک به هم از طریق برپایی WLAN

۱-۱-۱-۳ . شبکه‌های شهری بی‌سیم[۳]

با استفاده از تکنولوژی شبکه‌های شهری بی‌سیم ارتباط بین چندین شبکه در یک شهر برقرار می‌شود. برای برپایی آن می‌توان از خطوط اجاره‌ای، فیبر نوری یا کابل‌های مسی استفاده نمود [۲].

---

[۱] Wireless Local Area Networks
[۲] Access Point
[۳] Wireless Metropolitan Area Networks

۱-۱-۱-۴ . شبکه‌های گسترده بی‌سیم[۱]

شبکه‌های گسترده بی‌سیم در فواصل زیاد بین شهرها یا کشورها به‌کار می‌رود. این ارتباط از طریق آنتن‌های بی‌سیم یا ماهواره صورت می‌پذیرد.

همان‌طور که اشاره شد، در حالت کلی دو نوع تکنولوژی برای ارسال اطلاعات در شبکه‌های بی‌سیم وجود دارد که عبارت از مادون قرمز و فرکانس رادیویی می‌باشد.

امواج مادون قرمز برای ارسال اطلاعات در یک فضای بسته مناسب است زیرا پرتوهای مادون قرمز نمی‌توانند از دیوارها و موانع عبور کنند در این تکنولوژی فرستنده و گیرنده باید نسبت به هم دید مستقیم داشته باشند. یکی از تکنولوژی‌هایی که می‌توان گفت مکمل این تکنولوژی می‌باشد روش پخش کردن یا تکنولوژی مادون قرمز انتشاری است. این تکنولوژی در محیط‌هایی که موانعی مثل دیوار و غیره وجود دارد، نیز کارایی مناسبی دارد. امنیت در این روش بسیار بالا بوده وسرعتی معادل ۱۰۰ مگابایت در ثانیه را پشتیبانی می‌نماید. قدرت کم و هزینه کم این تکنولوژی باعث شده است تا بازه کوچکی از شبکه‌ها را دربرگیرد.

فرکانس امواج رادیویی در بازه معینی می‌باشد. حرکت الکترون‌ها در یک رسانه باعث تولید امواج الکترومغناطیسی می‌شود. مزیت این روش نسبت به روش مادون قرمز این است که به‌علت رادیویی بودن امواج می‌تواند از بین دیوارها وساختمان‌ها عبور کرده و در فضا منتشر شود.

ویژگی‌های فرکانس رادیویی عبارت از فرکانس، طول موج و سرعت انتشار است.

دو نوع سیگنال رادیویی برای ارسال اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از :

۱- سیگنال‌های باند باریک[۲]

۲- سیگنال‌های طیف گسترده[۳]

در این تکنولوژی اطلاعات بر روی دامنه‌ای از فرکانس‌ها ارسال می‌شود. این تکنولوژی یکی از متداول‌ترین موارد برای شبکه‌های محلی بی‌سیم می‌باشد. در این روش اطلاعات

---

[۱] Wireless Wide Area Networks
[۲] Narrow Band
[۳] Spread Spectrum