دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات

عنوان:

شبیه سازی و بررسی تغییرات عوامل موثر بر عملکرد پروتکل های مسیریابی در شبکه های Ad Hoc

دانشجو:

سید علی حسینی

استاد راهنما:

دکتر حمید فرخی

استاد مشاور:

دکتر حسن فرسی

مهرماه ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدرم که سرافرازیم آموخت

پدرم طلوع تمام خوبی‌هاست، به بزرگی آسمان، به مهربانی خورشید و به سخاوت ابر
آغاز مهربانیهایش برایم گم شده و پایانش ناپیداست.

مادرم که مهر ورزیم آموخت

آغاز نگاهت شروع زندگی‌ام بود و تبسم لبانت شروعی دیگر. مقدس، پاک و زلال بود
الفبایی که به من آموختی مادر از تو آموختم خوب زیستن و با هنر زیستن را.

همسرم که صبوریم آموخت

یادت از فکر من، عشقت در قلب من و نگاهت همیشه در ذهن من ماندگار
و عطر مهربانیت همیشه در وجودم جاریست.

تقدیر و تشکر

الهی، حمد و سپاس تو را که فرصتی دادی بتوانم در مقطعی بالاتر در محضر اساتید ارجمندم به تحصیل و کسب علم بپردازم و با توکل به تو و یاری تو و سعی و تلاش خود، این مرحله از زندگی را نیز با افتخار و سربلندی پشت سر بگذارم و بر اندوخته های علمی و عملی خود بیفزایم.

درود و سپاس بر پدر و مادر عزیزم که همواره در راه کسب علم و دانش مشوق و پشتیبان من بودند و تمام مصائب و مشکلاتم را تحمل کردند.

بر خود لازم می دانم که از زحمات استاد ارجمندم جناب آقای دکتر حمید فرخی که هدایت این پایان نامه را پذیرفتند و در طول تحصیل نیز همواره از تجربیات و مقام علمی ایشان بهره گرفته و با متانت خاص خودشان راهنمایی دلسوز برای این حقیر بودند صمیمانه قدردانی و تشکر می کنم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر حسن فرسی، مدیر گروه برق- مخابرات که مشاوره ی این پایان نامه را به عهده داشته و با وجود مشغله ی فراوان راهگشای این تحقیق شده اند تشکر و قدردانی می نمایم.

از اساتید بزرگوارم جناب آقای دکتر ناصر ندا و جناب آقای دکتر رضا قاضی زاده که در طول دوران تحصیلی و در مسیر پایان نامه، راهنمای من بودند و مورد لطف و عنایت خودشان قرار دادند قدردانی و تشکر می کنم.

در انتها، از تمامی دوستانم بویژه آقای مهندس مصطفی رضایی که در دوران تحصیل یار و یاور این جانب بودند صمیمانه سپاسگذارم و امید این را دارم که بتوانم فرد مفیدی در راه خدمت به کشور و هموطنان عزیز خود باشم. اکنون اگر توفیقی است، از آن حضرت حق است پس همه ی سپاس ها از آغاز تا پایان مخصوص اوست.

سید علی حسینی _ مهرماه ۱۳۸۹

چکیده

امروزه کاربرد انواع شبکه های کامپیوتری و مخابراتی نقش بسیار اساسی را در زندگی ما ایفا می کند. یکی از شبکه هایی که در سال های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، شبکه های Ad Hoc می باشد. شبکه های موبایل سیار Ad Hoc (MANET [1])، مجموعه ای از ایستگاههای (گره ها[2]) بی سیم هستند که می توانند به صورت پویا در هر مکانی و در هر زمانی بدون استفاده از یک زیر ساخت کلی ایجاد شوند به طوری که اتصال بین آنها دائماً در حال تغییر است. برای آسان کردن ارتباط در میان ایستگاههای فعال در شبکه، از یک پروتکل مسیریابی برای کشف مسیرها استفاده می شود. پروتکل های مسیریابی نقش بسیار مهمی در شبکه های MANET از خود ایفا می کنند. این پروتکل ها سعی دارند که یک مسیر صحیح بین ایستگاههای فعال برای تحویل پیامهای اطلاعاتی بوجود آورند. تا کنون انواع مختلفی از پروتکل های مسیریابی شبکه های MANET توسط محققان و طراحان شبکه ارائه شده است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تاثیر پروتکل های مسیریابی در شبکه های MANET توسط آزمایشات شبیه سازی می باشد. در این تحقیق، چهار پروتکل مسیریابی TORA، OLSR، AODV و DSR در نظر گرفته شده است و کارایی شبکه تحت تغییرات عواملی نظیر: سایز شبکه، حرکت گره ها و ترافیک شبکه مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج آزمایشات نشان می دهد که پروتکل مسیریابی TORA عملکرد بالایی در ترافیک های زیاد، برای شبکه هایی با سایز متوسط و سایز بزرگ از خود نشان می دهد. پروتکل DSR، مناسب ترین پروتکل مسیریابی برای شبکه هایی با حرکت کم و سایز کوچک می باشد. البته با توجه به ویژگیهایی که این پروتکل در ذخیره ی مسیرها در حافظه ی خود دارد باعث می شود که در شبکه های بزرگ و با ترافیک بالا نیز عملکرد خوبی داشته باشد. پروتکلAODV، عملکرد خوبی در شبکه هایی با سایز متوسط و همچنین در شبکه هایی با ترافیک بالا دارد. پروتکل OLSR کارایی خوبی را در اغلب محیط ها از خود نشان می دهد، ولی عملکرد این پروتکل مسیریابی با افزایش بار ترافیکی و حرکت گره ها، کاهش می یابد.

این پایان نامه، اجرای چهار پروتکل مسیریابی فوق الذکر را در سناریوهای مختلف شبیه سازی مورد ارزیابی و مقایسه قرار داده است و در هر سناریو بهترین پروتکل های مسیریابی معرفی شده است.

کلمات کلیدی: شبکه های سیار Ad Hoc، پروتکلهای مسیریابی، پروتکل های پرواکتیو و راکتیو، سایز شبکه، سرعت گره ها، بار ترافیک شبکه، شبیه ساز OPNET

[1]. Mobile Ad Hoc Network
[2]. Node

فهرست مطا لب

۱. فصل اول : مقدمه ای بر شبکه های Ad Hoc ۱

۱.۱. بررسی ساختار کلی شبکه..... ۲

۱.۲. لایه های شبکه..... ۳

۱.۲.۱. لایه فیزیکی..... ۳

۱.۲.۲. لایه پیوند داده..... ۴

۱.۲.۳. لایه شبکه(اینترنت)..... ۵

۱.۲.۴. لایه انتقال..... ۵

۱.۲.۵. لایه کاربرد..... ۵

۱.۳. تقسیم بندی شبکه های بی سیم..... ۶

۱.۳.۱. شبکه های دارای زیر ساخت..... ۶

۱.۳.۲. شبکه های فاقد زیر ساخت..... ۶

۱.۴. خصوصیات مهم شبکه های Ad Hoc..... ۸

۱.۴.۱. توپولوژی متغیر با زمان..... ۸

۱.۴.۲. امکان عبور اطلاعات ارسالی از بین چندین گره میانی..... ۸

۱.۴.۳. محدودیت منابع شبکه..... ۸

۱.۴.۴. توپولوژی متغیر و آگاهی پروتکل مسیریابی از این تغییرات..... ۸

۱.۵. کاربردهای شبکه های Ad Hoc ۸

۱.۵.۱. کاربرد نظامی..... ۸

۱.۵.۲. کاربرد پزشکی..... ۹

۱.۵.۳. کاربرد تجاری..... ۱۰

۱.۵.۴. کاربرد خانگی..... ۱۰

۱.۵.۵. کاربرد محیطی..... ۱۰

۱.۶. مسیریابی در شبکه های معمولی..... ۱۱

۱.۶.۱. مسیریابی کوتاهترین فاصله..... ۱۱

۱.۶.۲. الگوریتم غرق کردن ۱۳

۱.۶.۳. مسیریابی بردار فاصله..... ۱۴

۱.۶.۴. مسیریابی حالت پیوند..... ۱۵

۱.۶.۴.۱. کسب اطلاعات راجع به همسایه ها..... ۱۵

۱.۶.۴.۲. اندازه گیری هزینه خط..... ۱۵

۱.۶.۴.۳. ساخت بسته های حالت پیوند ۱۵
۱.۶.۴.۴. توزیع بسته های حالت پیوند ۱۶
۱.۷. ساختار پایان نامه ۱۷
۲. فصل دوم : پروتکل های مسیریابی در شبکه های Ad Hoc ۱۸
۲.۱. طراحی پروتکل مسیریابی ۱۹
۲.۱.۱. توپولوژی متغیر ۱۹
۲.۱.۲. محدودیت ظرفیت شبکه ۲۰
۲.۱.۳. محدودیت منابع ۲۰
۲.۱.۴. تداخلات و برخوردها ۲۰
۲.۱.۵. مشکل گره پنهان ۲۰
۲.۱.۶. مشکل گره در معرض ۲۱
۲.۲. مشخصات پروتکل های مسیریابی ۲۱
۲.۳. مسیریابی در شبکه های Ad Hoc ۲۲
۲.۳.۱. الگوریتم های مسیریابی سلسله مراتبی ۲۳
۲.۳.۲. الگوریتم های مسیریابی مسطح ۲۳
۲.۳.۲.۱. پروتکل های مسیریابی پرواکتیو ۲۵
۲.۳.۲.۱.۱. پروتکل مسیریابیDSDV ۲۵
۲.۳.۲.۱.۲. پروتکل مسیریابی WRP ۲۶
۲.۳.۲.۱.۳. پروتکل مسیریابی OLSR ۲۶
۲.۳.۲.۲. پروتکل های مسیریابی راکتیو ۲۹
۲.۳.۲.۲.۱. پروتکل مسیریابی DSR ۲۹
۲.۳.۲.۲.۲. پروتکل مسیریابی AODV ۳۲
۲.۳.۲.۲.۳. پروتکل مسیریابی TORA ۳۶
۲.۴. مقایسه ی پروتکل های مسیریابی ۴۰
۲.۵. عوامل موثر در کارایی پروتکل های مسیریابی ۴۲
۲.۵.۱. حرکت گره ها ۴۲
۲.۵.۲. سایز شبکه ۴۲
۲.۵.۳. بارگیری ترافیک اطلاعات ۴۲
۲.۶. هدف تحقیق ۴۳
۳. فصل سوم : ابزار شبیه سازی ۴۴
۳.۱. نمونه تحقیق ۴۵
۳.۲. مدل های تحرک ۴۶
۳.۲.۱. مدل تحرک با وابستگی لحظه ای ۴۶
۳.۲.۲. مدل تحرک با وابستگی فضایی ۴۷

۳.۲.۳. مدل تحرک با محدودیت جغرافیایی..... ۴۷
۳.۲.۴. مدل تحرک تصادفی..... ۴۷
۳.۲.۴.۱. خصوصیت مدل تحرک Random Waypoint ۴۸
۳.۳. ا بزار شبیه سازی..... ۴۹
۳.۳.۱. NS-2..... ۵۰
۳.۳.۲. GLoMoSIM..... ۵۰
۳.۳.۳. QualNet..... ۵۰
۳.۳.۴. OPNET..... ۵۰
۴. فصل چهارم : طراحی شبکه و سناریو ها..... ۵۲
۴.۱. متریک های اجرایی..... ۵۳
۴.۱.۱. توان عملیاتی..... ۵۳
۴.۱.۲. تاخیر انتها به انتها ۵۳
۴.۱.۳. بارگیری مسیر..... ۵۳
۴.۱.۴. دوباره ارسال..... ۵۴
۴.۲. فرضیات..... ۵۴
۴.۳. مدل کردن شبکه و سناریوها..... ۵۴
۴.۳.۱. سایز شبکه..... ۵۷
۴.۳.۲. سرعت گره ها..... ۵۸
۴.۳.۳. بار ترافیکی شبکه..... ۵۹
۴.۴. خلاصه..... ۶۰
۵. فصل پنجم : نتایج شبیه سازی..... ۶۱
۵.۱. نتایج آزمایشات..... ۶۲
۵.۲. تغییرات سایز شبکه..... ۶۴
۵.۲.۱. سناریو ۱ شبکه با سایز کوچک (N=10 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۴
۵.۲.۲. سناریو ۲ شبکه با سایز متوسط (N=50 , NS =5 m/s , PL=1000) ۶۸
۵.۲.۳. سناریو ۳ شبکه با سایز بزرگ (N=100 , NS =5 m/s , PL=1000) ۷۲
۵.۲.۴. نتایج افزایش سایز شبکه..... ۷۶
۵.۳. تغییرات سرعت گره ها..... ۷۹
۵.۳.۱. سناریو ۴ تغییرات سرعت گره در شبکه ای با سایز کوچک (N=10 , NS=20,30 m/s, PL=1000) ۷۹
۵.۳.۲. سناریو ۵ تغییرات سرعت گره در شبکه ای با سایز متوسط (N=50 ,NS=20,30 m/s ,PL=1000) ۸۳
۵.۳.۳. سناریو ۶ تغییرات سرعت گره در شبکه ای با سایز بزرگ (N=100 , NS=20,30 m/s ,PL=1000)..... ۸۸
۵.۳.۴. نتایج افزایش سرعت گره ها..... ۹۲
۵.۴. تغییرات بار ترافیک..... ۹۵
۵.۴.۱. سناریو ۷ تغییرات بار ترافیک در شبکه ی کوچک (N=10 , NS= 30m/s, PL=5000, 50000) ۹۵

۵.۴.۲. سناریو ۸ تغییرات بار ترافیک در شبکه ی متوسط (N=50 , NS= 30m/s, PL=5000, 50000) ۹۹
۵.۴.۳. سناریو ۹ تغییرات بار ترافیک در شبکه ی بزرگ (N=100 , NS= 30m/s, PL=5000, 50000) ۱۰۳
۵.۴.۴. نتایج افزایش بار ترافیک ۱۰۷
۵.۵. بررسی تاثیرات عوامل بر کارایی شبکه ۱۱۱
۵.۵.۱. تاثیر سایز شبکه ۱۱۱
۵.۵.۲. تاثیر حرکت گره ها ۱۱۲
۵.۵.۳. تاثیر طول پاکت ۱۱۴
۵.۶. بررسی نتایج شبیه سازی ۱۱۵
۵.۷. خلاصه ۱۱۷
۶. فصل ششم : خلاصه و نتیجه گیری ۱۱۸
۶.۱. خلاصه ۱۱۹
۶.۲. تحقیقات آینده ۱۲۲
مراجع ۱۲۴

فهرست شکل ها

شکل ۱- ۱ نمونه ای از شبکه دارای زیر ساخت ۷
شکل ۲- ۱ نمونه ای از شبکه فا قد زیر ساخت ۷
شکل ۳- ۱ کاربرد نظامی شبکه های Ad Hoc ۹
شکل ۴- ۱ کوتا هترین مسیر در دیکسترا ۱۳
شکل ۵- ۱ جداول مسیریابی در الگوریتم بردار فاصله ۱۴
شکل ۶- ۱ بسته های حالت پیوند ۱۶
شکل ۱- ۲ مشکلات گره پنهان وگره در معرض ۲۱
شکل ۲- ۲ تقسیم بندی الگوریتم های مسیریابی در شبکه های Ad Hoc ۲۳
شکل ۳- ۲ شبکه ی مجازی ایجاد شده در یک شبکه ی Ad Hoc با استفاده از مسیریابی سلسله مراتبی ۲۴
شکل ۴- ۲ طبقه بندی الگوریتمهای مسیریابی مسطح ۲۴
شکل ۵- ۲ گره های MPR در پروتکل OLSR ۲۷
شکل ۶- ۲ الگوریتم مسیریابی در پروتکل OLSR ۲۸
شکل ۷- ۲ کشف مسیر در پروتکل DSR ۳۰
شکل ۸- ۲ الگوریتم مسیریابی در پروتکل DSR ۳۱
شکل ۹- ۲ فرمت بسته Route Request ۳۲
شکل ۱۰- ۲ فرآیند مسیریابی در پروتکلAODV ۳۳
شکل ۱۱- ۲ فرمت بسته Route Reply ۳۴
شکل ۱۲- ۲ مکانیزم مسیریابی درپروتکل AODV ۳۴
شکل ۱۳- ۲ الگوریتم مسیریابی در پروتکل AODV ۳۵
شکل ۱۴- ۲ مکانیزم مسیریابی در پروتکل TORA ۳۷
شکل ۱۵- ۲ الگوریتم مسیریابی در پروتکل TORA ۳۹
شکل ۱- ۳ تقسیم بندی مدل های تحرک شبکه های Ad Hoc ۴۶
شکل ۲- ۳ الگوی حرکتی یک گره متحرک در مدل Random Waypoint ۴۸
شکل ۱- ۴ سناریوهای شبیه سازی ۵۵
شکل ۱- ۵ حالت کلی شبیه سازی ۶۳
شکل ۲- ۵ میانگین توان عملیاتی بر حسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۴
شکل ۳- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۵
شکل ۴- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۶
شکل ۵- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۷
شکل ۶- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۸
شکل ۷- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۶۹

شکل ۸- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۰
شکل ۹- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۱
شکل ۱۰- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۲
شکل ۱۱- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۳
شکل ۱۲- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۴
شکل ۱۳- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =5 m/s ,PL=1000) ۷۵
شکل ۱۴- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب سایز شبکه برای (N=10,50 ,100) ۷۶
شکل ۱۵- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب سایز شبکه برای (N=10,50 ,100) ۷۷
شکل ۱۶- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب سایز شبکه برای (N=10,50 ,100) ۷۷
شکل ۱۷- ۵ میانگین تأخیر برحسب سایز شبکه برای (N=10,50 ,100) ۷۸
شکل ۱۸- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۷۹
شکل ۱۹- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۰
شکل ۲۰- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۱
شکل ۲۱- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۲
شکل ۲۲- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۴
شکل ۲۳- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۵
شکل ۲۴- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۶
شکل ۲۵- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۷
شکل ۲۶- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۸
شکل ۲۷- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۸۹
شکل ۲۸- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۹۰
شکل ۲۹- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =20,30 m/s ,PL=1000) ۹۱
شکل ۳۰- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب سایز شبکه با تغییرات سرعت گره ها برای (NS=20,30 m/s) ۹۳
شکل ۳۱- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب سایز شبکه با تغییرات سرعت گره ها برای (NS=20,30 m/s) ۹۳
شکل ۳۲- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب سایز شبکه با تغییرات سرعت گره ها برای (NS=20,30 m/s) ۹۴
شکل ۳۳- ۵ میانگین تأخیر برحسب سایز شبکه با تغییرات سرعت گره ها برای (NS=20,30 m/s) ۹۴
شکل ۳۴- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۹۵
شکل ۳۵- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۹۶
شکل ۳۶- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۹۷
شکل ۳۷- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=10 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۹۸
شکل ۳۸- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۹۹
شکل ۳۹- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۰
شکل ۴۰- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۱
شکل ۴۱- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=50 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۲
شکل ۴۲- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۴

شکل۴۳- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۵
شکل ۴۴- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۶
شکل ۴۵- ۵ میانگین تأخیر برحسب زمان شبیه سازی برای (N=100 ,NS =30 m/s ,PL=5000,50000) ۱۰۷
شکل ۴۶- ۵ میانگین توان عملیاتی برحسب سایز شبکه با تغییرات بار ترافیکی برای (PL=5000,50000) ۱۰۸
شکل ۴۷- ۵ میانگین بارگیری مسیر برحسب سایز شبکه با تغییرات بار ترافیکی برای (PL=5000,50000) ۱۰۹
شکل ۴۸- ۵ میانگین دوباره ارسال برحسب سایز شبکه با تغییرات بار ترافیکی برای (PL=5000,50000) ۱۰۹
شکل ۴۹- ۵ میانگین تأخیر برحسب سایز شبکه با تغییرات بار ترافیکی برای (PL=5000,50000) ۱۱۰
شکل ۱ - ۶ خلاصه ی نتایج و بیان پروتکل های پیشنهادی ۱۲۰

فهرست جدول ها

جدول ۱- ۱ لایه های مراجع OSI و TCP/IP ۴
جدول ۱- ۲ مقایسه ی چهار پروتکل مسیریابی در شبکه های Ad Hoc ۴۱
جدول ۱- ۴ پارامترهای شبیه سازی ۵۶
جدول ۲- ۴ سناریوهای آزمایشات سایز شبکه ۵۷
جدول ۳- ۴ سناریوهای آزمایشات سرعت گره ها ۵۸
جدول ۴- ۴ سناریوهای آزمایشات بار ترافیک شبکه ۵۹

۱

فصل اول

مقدمه ای بر شبکه های Ad Hoc

شبکه های Ad Hoc شامل یک مجموعه از گره های سیار هستند که به وسیله ی لینک های (اتصالات) بی سیم به یکدیگر متصل می باشند. این گره های ارتباطی می توانند بدون کمک گرفتن از هیچ زیرساخت مرکزی اطلاعات را به اشتراک بگذارند. گره ها در محیط های Ad Hoc همیشه ثابت نیستند و اغلب سیار می باشند و از این رو توپولوژی شبکه (اتصال فیزیکی بین گره ها در شبکه) متغیر می باشد. برای امکان ارتباط بین گره های فعال، یک پروتکل مسیریابی برای پیداکردن مسیر(مسیرها) به منظور ارسال بسته های اطلاعاتی بین گره منبع به گره مقصد استفاده می شود. هدف پروتکل های مسیریابی، بکار گیری کوتاهترین، صحیح ترین و اغلب موثرترین مسیر بین یک جفت گره در شبکه می باشد. از آنجا که هر یک از پروتکل های مسیریابی عملکرد خوبی را در شرایط مختلف از خود نشان می دهند، لذا عوامل موثر بر پروتکل های مسیریابی را مورد بررسی قرار خواهیم داد. از جمله عوامل موثر بر عملکرد پروتکل های مسیریابی می توان به حرکت گره ها، سایز شبکه، بارگیری شبکه، پهنای باند و قدرت سیگنال اشاره کرد. در سالهای اخیر، انواع مختلفی از این پروتکل ها ارائه گردیده اند که از معروفترین آنها می توان به (TORA) [۳۴]، (AODV) [۱] ، (DSR) [۳۴] و (OLSR) [۱۴] اشاره نمود. به علت ویژگیهای خاص شبکه های MANET امروزه از آنها به طور وسیع استفاده می شود و از جمله کاربردهای آنها استفاده در کاربردهای خانگی، حوادث محیطی، عملیات جستجو و رهایی و عملیات نظامی [۱۱] و [۱۶] می باشند. هدف این تحقیق، بررسی عملکرد پروتکل های مسیریابی TORA، OLSR، AODV و DSR در شبکه های Ad Hoc می باشد. بنابراین سوالاتی که در اینجا مورد بررسی قرار می گیرند عبارتند از:

۱- عوامل تاثیر گذار بر عملکرد پروتکلهای مسیریابی چیست؟

۲- تغییر این عوامل چه تاثیراتی در رفتار پروتکل های مسیریابی TORA، OLSR، AODV و DSR دارد؟

۱.۱ بررسی ساختار کلی شبکه

ارتباطات بی سیم در جهان امروز یکی از فعال ترین حیطه های تکنولوژی است که هر روز در حال تغییر و تحول می باشد. در سال های اخیر علاقه به ارتباطات بی سیم بیش از پیش به چشم می خورد و به همین دلیل، تکنولوژی شبکه های بی سیم نیز سریعا در حال پیشرفت است. شبکه های بی سیمی که در حال حاضر بسیار مورد استفاده قرار گرفته و متداول تر هستند، دارای زیرساخت مخابراتی می باشند، یعنی کاربرها از طریق یک زیرساخت ثابت مخابراتی (مانند آنتن های ثابت) با یکدیگر در ارتباط هستند.

به عنوان مثال، یک آنتن BTS[1] امکان ارتباط کاربران تلفن های همراه را که در حیطه ی ارتباطی آن قرار دارند با کاربران دیگر برقرار می کند. در عوض، شبکه های بی سیم Ad Hoc و شبکه های حسگر، شبکه های بی سیمی هستند که دارای هیچ زیرساخت مخابراتی نمی باشند. این شبکه ها به سادگی و به سرعت راه اندازی می شوند و به همین دلیل، در جاهایی که ایجاد یک شبکه ی دارای زیرساخت مخابراتی، هزینه ی بالایی دارد و استفاده از آن امکان پذیر نمی باشد، می توان از شبکه های Ad Hoc استفاده کرد.

[1]. Base Transmiter Station

این شبکه ها کاربردهای وسیعی دارند از جمله کاربردهای نظامی، سلامت، محیطی، خانگی و تجاری. به طوری که بسیاری از کشورهای پیشرفته ی دنیا سرمایه گذاری های هنگفتی را در راستای تحقیقات در زمینه این نوع از شبکه ها، اختصاص داده اند. برای نمونه می توان به وزارت دفاع انگلیس اشاره کرد که از سال ۲۰۰۱ به سرمایه گذاری در زمینه ی استفاده ی نظامی از این شبکه ها پرداخته است. از آنجا که هر یک از گره ها در شبکه های Ad Hoc می تواند دارای تحرک باشد و وظیفه ی انتقال داده ی گره های دیگر را نیز داراست، لذا عمر شبکه به عمر هر یک از باتری های آن وابسته است. بنابراین، مسأله ی حفظ انرژی باتری گره ها یکی از موضوعات مهم در طراحی این نوع از شبکه هاست. اثر انرژی بر عملکرد هر یک از گره ها و در نتیجه، عملکرد کل شبکه ی Ad Hoc به اندازه ای است که اگر این اثر در طراحی شبکه های Ad Hoc ای که گره های آنها دارای محدودیت در انرژی و توان باتری هستند، در نظر گرفته نشود، می تواند باعث کاهش شدید عمر شبکه و حتی افت عملکرد آن گردد. از این رو، لحاظ کردن روش های حفظ انرژی در طراحی شبکه های Ad Hoc بسیار مهم می باشد. اگر از روش هایی استفاده گردد که بتواند در این نوع از شبکه های Ad Hoc انرژی را در حین کار یا انتقال داده ها بیشتر حفظ کند، آنگاه می توان شبکه ی Ad Hoc ای طراحی کرد که از انرژی گره ها استفاده ی بهینه کرده و ضمن داشتن عمر طولانی بتواند به انتقال حجم بیشتری از داده ها و اطلاعات بپردازد .

۱.۲ لایه های شبکه

در شبکه های کامپیوتری، داده های انتقال یافته در لایه های مختلف آماده می شوند که برخی از این لایه ها سخت افزاری و برخی نرم افزاری هستند. این نوع از طراحی، یعنی به صورت لایه ای، از پیچیدگی شبکه می کاهد. به این ترتیب که هر لایه خدمات مستقلی را به لایه ی بالاتر می دهد. این، یک مفهوم آشنا در علم کامپیوتر است. دو مرجع پر کاربرد برای لایه های شبکه موجود است که یکی مدل مرجع[1] OSI و دیگری مرجع[2] TCP/IP است که در جدول ۱-۱ آمده است. در ادامه به اختصار، تعدادی از مهمترین لایه های مدل OSI را توضیح می دهیم.

۱.۲.۱ لایه فیزیکی

این لایه، مسئولیت انتقال و دریافت بیت ها را در مقطع های زمانی خاص بر روی خطوط انتقال بر عهده دارد. اصول طراحی طوری حکم می کند که وقتی بیت ۱ از یک طرف ارسال می شود از یک طرف دیگر بیت ۱ دریافت شود نه بیت صفر. اصولی مانند نوع کانال ارتباطی، پهنای باند، انتقال دو طرفه، برقراری ارتباط و

[1]. Open System Interconnect
[2]. Transport Communication Protocol/Internet Protocol

قطع ارتباط در این لایه مطرح می شود. بسترهای اصلی و زیر ساخت های عمده، مانند استفاده از زوج سیم مسی، فیبر نوری، ارتباط ماهواره ای بی سیم مانند Wi-Fi[1] و WiMax[2] و بسیاری دیگر از بستر ها در این لایه است.

شماره لایه ها در مرجع OSI	مرجع TCP/IP	مرجع OSI
۷	لایه فرایند/کاربردی	لایه کاربردی
۶		لایه نمایش
۵	لایه میزبان به میزبان	لایه جلسه
۴		لایه انتقال
۳	لایه اینترنت	لایه شبکه
۲	لایه دسترسی به شبکه	لایه پیوند داده
۱		لایه فیزیکی

جدول ۱-۱ لایه های مراجع OSI و TCP/IP

۱.۲.۲ لایه پیوند داده

وظیفه ی اصلی این لایه، انتقال اطلاعات بدون خطا در دو طرف است. این لایه به دو زیر لایه ی MAC[3] و LLC[4] تقسیم می شود. وظیفه ی کنترل لایه ی فیزیکی به عهده ی MAC می باشد، به این ترتیب که به طور مثال تعیین می کند نوبت چه کسی است که بر روی خط داده بفرستد یا در شبکه های بی سیم در صورت مشغول بودن یک کاربر، کاربر دیگری را انتخاب می کند. وظیفه ی تشخیص و تصحیح خطا به عهده ی LLC می باشد. بیتهای CRC[5] را بر روی بسته های داده می افزاید و از گیرنده برای هر بسته اعلام وصول می گیرد. نکته ی مهم این است که این دو لایه در کنار هم کار می کنند و به این صورت نیست که خدمات مستقلی از یکدیگر داشته باشند.

[1]. Wireless Local-area Network
[2]. Worldwide Interoperability For Microware Access
[3]. Medium Access Control
[4]. Logical Link Control
[5]. Cyclic Redundancy Check

۱.۲.۳ لایه شبکه (اینترنت)[1] (IP)

وظیفه ی اصلی این لایه، مسیریابی هر بسته ی داده برای رساندن آن به مقصد است. در این لایه، الگوریتم های مسیریابی متعددی وجود دارد. این الگوریتم ها در المان هایی به نام مسیر یاب اجرا می شوند. توجه به این نکته مهم است که یک بسته برای رسیدن به مقصد، ممکن است از شبکه ای به شبکه ی دیگر برود که در آن آدرس دهی به گونه ای دیگر باشد و یا بر اثر مسدود شدن یک مسیر، باید از مسیر دیگر عبور کند، کلیه ی این کارها در این لایه انجام می شود. دو قرارداد پر کاربرد برای IP Address وجود دارد که عبارتند از: IP Version4 و IP Version 6 که امروزه به دلیل سرعت بیشتر مسیریابی بسته های داده در IP V6، این قرارداد بیشتر مورد توجه قرار گرفته و به بحث مهم و جدیدی در موضوع مسیریابی بدل شده است.

۱.۲.۴ لایه انتقال(حمل)

این لایه، وظیفه ی تقسیم بندی داده های گرفته شده از لایه ی کاربرد به بسته های کوچکتر در فرستنده و سرهم کردن آنها در گیرنده و تحویل به لایه ی کاربرد می باشد. در این لایه، دو قرارداد رایج به نام TCP[2] و UDP[3] وجود دارد. قرار داد TCP، از نوع اتصال گرا است و وظیفه ی کنترل جریان داده را به عهده دارد. به عنوان مثال، وقتی مقصد سرعت کندی دارد سرعت را در فرستنده پایین می آورد. البته باید توجه داشت که این کنترل سرعت با وظیفه ی لایه ی MAC تداخل ندارد بلکه لایه ی MAC در هنگام initial این کار را انجام می دهد و در ادامه به عهده ی لایه ی انتقال است. قرارداد UDP، از نوع بی اتصال یا همان داده گرام است. این قرارداد بیشتر در جایی استفاده می شود که سرعت، اهمیت بیشتری از تحویل صحیح داده داشته باشد، البته اگر شرایط ایده آل مانند پهنای باند کافی، خطوط مطمئن و کم خطا وجود داشته باشد. به عنوان مثال، بین مسیریاب های عمده در شبکه.

۱.۲.۵ لایه کاربرد

این لایه، همان لایه ای است که با کاربر در ارتباط است و مدل هایی مانند HTTP[4] که اساس کار وب جهانی است و FTP[5] که همان انتقال فایل است و SMTP[6] و POP3[7] که اساس کار پست های الکترونیک است

---

1. Internet Protocol
2. Transmission Control Protocol
3. User Datagram Prptocol
4. Hypertext Transfer Protocol
5. File Transmission Protocol
6. Simple Mail Transfer Protocol
7. Post Office Protocol 3

و DNS Server[1] ها که کار تخصیص یک نام به یک IP Address در شبکه را به عهده دارد و بسیاری دیگر از قراردادها را پشتیبانی می کند.

۱.۳ تقسیم بندی شبکه های بی سیم

شبکه های بی سیم از نظر معماری به دو گروه اصلی تقسیم می شوند: شبکه های دارای زیر ساخت و شبکه های فاقد زیر ساخت که در ادامه به توضیح هر کدام از این شبکه ها می پردازیم.

۱.۳.۱ شبکه های دارای زیر ساخت

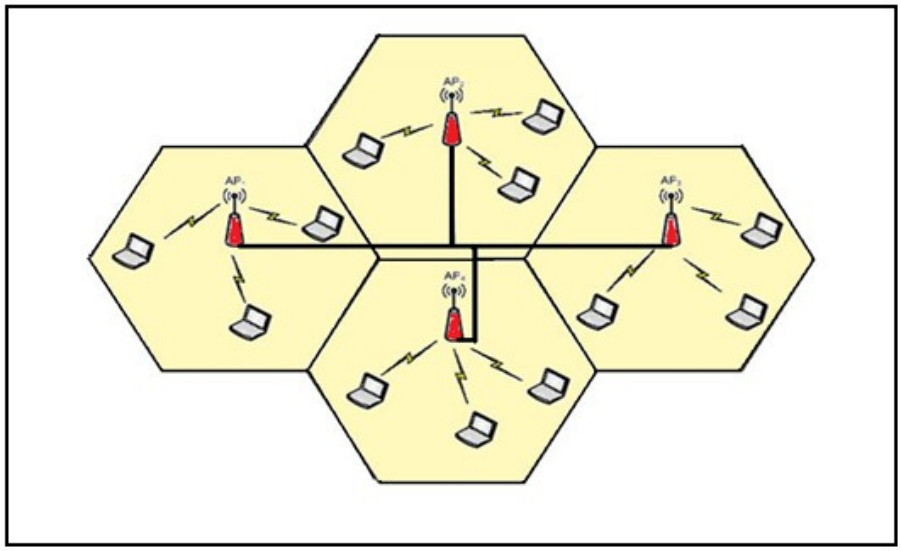
مسیر یاب هایی که در این نوع شبکه ها مورد استفاده قرار می گیرند، اصطلاحا به ایستگاه های ثابت شهرت دارند. این ایستگاه های ثابت قابلیت حرکت ندارند و با روشهای مختلف و با اتصالات سرعت بالا به یکدیگر متصل هستند. هر واحد متحرک، در زمان برقراری ارتباط و نیز رد و بدل کردن اطلاعات به نزدیکترین ایستگاه پایه ای متصل می شود، در نتیجه ارتباطات بی سیم در این نوع شبکه ها، بر اساس ارتباط سیمی بین ایستگاه های پایه ای صورت می پذیرد. این شبکه ها همچنین به شبکه های بی سیم Single hop نیز شهرت دارند. شبکه های مخابرت سلولی مثال هایی از این نوع شبکه های بی سیم می باشد که در شکل ۱-۱ بیان شده است. در شبکه های Single hop، گره های متحرک همواره تحت پوشش و ارتباط پیوسته با یک ایستگاه پایه ای قرار دارند.

۱.۳.۲ شبکه های فاقد زیر ساخت

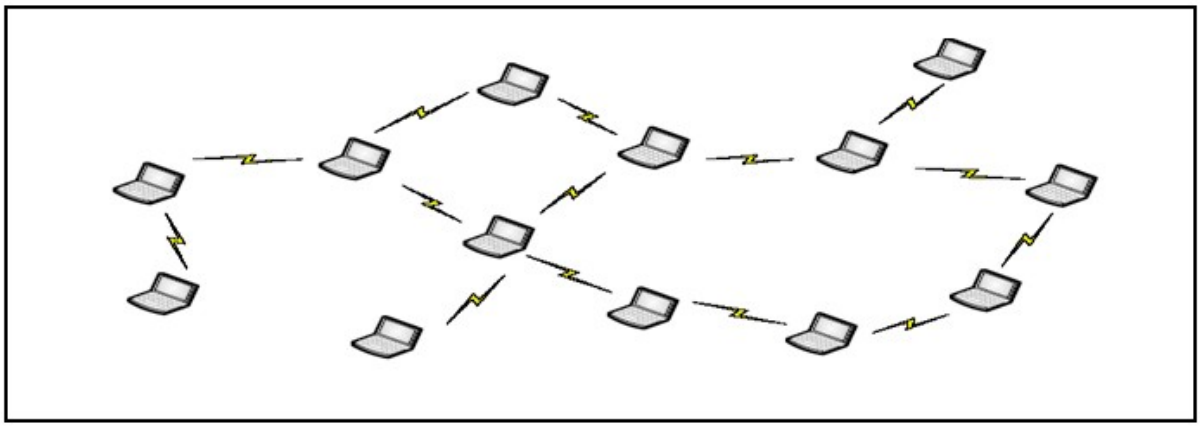
این شبکه ها به شبکه های MANET معروفند و هیچ زیر ساخت از پیش تعریف شده ای برای برقراری ارتباط بین گره ها وجود ندارد. هر گره قابلیت مسیریابی را داراست. در عین حال، قادر است در هر جهتی حرکت کند و همچنین به گره های دیگر نیز متصل شود. به همین دلیل، اطلاعات ارسالی از یک گره به گره دیگر بدلیل فاصله ی دو گره مزبور، ممکن است در صورت نیاز از چند گره دیگر عبور کند. در نتیجه، این شبکه ها را شبکه های بی سیم Multi-hop نیز می نامند که در شکل ۲-۱ نمونه ای از این شبکه ها نشان داده شده است. شبکه های موسوم به PRNET[2] که در سال ۱۹۷۳ توسط DARPA[3] طراحی و مورد استفاده قرارگرفتند از اولین شبکه های پیشنهادی از نوع MANET به شمارمی روند [۴۶]. هدف از طراحی کردن این شبکه، فراهم آوردن ارتباط کامپیوتری بین ترمینال های متحرک بود. این شبکه در حقیقت به یک محیط

[1]. Domain Name System Server
[2]. Packet Radio Network
[3]. Defense Advanced Research Project Agency

برای تحقیقات و همچنین توسعه ی پروتکل های مسیریابی شبکه هایMANET تبدیل شد. شبکه های HF ITF[1] نمونه ی دیگری از شبکه هایMANET هستند که با ارائه یک الگوریتم مسیریابی توزیعی و سلسله مراتبی طراحی شدند. اکنون با ارائه فناوری های مختلف بی سیم و وفور کاربرد آنها، شبکه هایMANET، بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته اند. با گسترش تحقیقات در مورد شبکه هایMANET، IETF[2]، گروه کاری MANET را مسئول تدوین استانداردهای مربوط به این شبکه نموده است.



شکل 1-۱ نمونه ای از شبکه دارای زیر ساخت



شکل 2-1 نمونه ای از شبکه فا قد زیر ساخت

[1]. High Frequency Intra Task Force
[2]. Internet Engineering Task Force