۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–الکترونیک

ارائه الگوریتمی به منظور پیدا کردن مسیر پایدار مبتنی بر کیفیت سرویس در شبکه های بی سیم موردی (MANET)

توسط:

سعید مرندی

استاد راهنما:

دکتر محمد یوسف درمانی

زمستان ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

با سپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم ...

پدرانمان

موهایشان سفید شد تا ما روسفید شویم ...

مادرانمان

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند ...

استادانمان

تاسیس ۱۳۰۷

دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

تائیدیه های هیأت داوران

هیأت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان: **ارائه الگوریتمی به منظور پیدا کردن مسیر پایدار مبتنی بر کیفیت سرویس در شبکه های بی سیم موردی (MANET)** توسط آقای سعید مرندی، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک در تاریخ ۹۱/۱۱/۲۹ با نمره..... مورد تائید قرار می دهند.

۱. استاد راهنما	جناب آقای دکتر محمد یوسف درمانی	استادیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی	امضاء
۲. استاد ممتحن داخلی	جناب آقای دکتر سعدان زکائی	دانشیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی	امضاء
۳. استاد ممتحن خارجی	جناب آقای دکتر احمد صلاحی	دانشیار دانشگاه مرکز تحقیقات مخابرات ایران	امضاء
۴. نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای دکتر سعدان زکائی	دانشیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی	

امضاء

اظهارنامه دانشجو

اینجانب سعید مرندی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان نامه با عنوان: **ارائه الگوریتمی به منظور پیدا کردن مسیر پایدار مبتنی بر کیفیت سرویس در شبکه های بی سیم موردی (MANET)** با راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر محمد یوسف درمانی، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده در این پایان نامه مورد تأیید می باشد و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده ی آن می باشد. هر گونه کپی برداری به صورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی مجاز می باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه خواجه نصیرالدین می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نمی باشد.

چکیده

در این پایان نامه الگوریتمی برای پیدا کردن مسیر های پایدار در شبکه های بی سیم اقتضایی ارائه شده است. متریک های مورد استفاده در الگوریتم پیشنهادی انرژی مسیر و عکس تعداد گام آن می باشند. با استفاده از این الگوریتم برای مسیریابی، مسیر هایی با گره های دارای باتری باقیمانده بیشتر و طول کمتر برای ارسال داده انتخاب می شوند. بنابراین نه تنها شکست لینک ناشی از تمام شدن باتری گره ها در شبکه کاهش می یابد بلکه تاخیر انتها به انتها نیز به علت استفاده از مسیر های با انرژی بالا و طول کمتر، کاهش می یابد. از دیگر مزایای استفاده از الگوریتم پیشنهادی در مسیریابی، توزیع مناسب بار ترافیکی بین اکثر گره های تشکیل دهنده شبکه است. به این ترتیب باتری بیشتر گره های شبکه به صورت یکنواخت مصرف می شوند و در نتیجه طول عمر شبکه افزایش می یابد. مقایسه نمودار های ارزیابی الگوریتم AODV و الگوریتم پیشنهادی نیز نشان می دهد با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در مسیریابی، کارایی شبکه بهتر می شود.

فهرست

فهرست شکل ها ..... ک

فهرست جدول ها ..... ن

فصل اول:

مقدمه ای درباره شبکه های بی سیم اقتضایی ۱

۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم:

بررسی انواع الگوریتم های مسیر یابی در شبکه های بی سیم اقتضایی ۶

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ الگوریتم های مسیر یابی پیش فعال ۸

۲-۳ الگوریتم های مسیر یابی پس فعال ۹

۲-۴ الگوریتم های مسیر یابی هیبرید ۱۱

فصل سوم:

بررسی الگوریتم مسیر یابی DSR و AODV ۱۷

۳-۱ مقدمه ۱۸

۳-۲ الگوریتم مسیر یابی DSR ۱۹

۳-۲-۱ مقدمه ۱۹

۳-۲-۲ شرح کلیات مسیر یابی در الگوریتم DSR ۲۱

۳-۳ الگوریتم مسیر یابی AODV ۳۶

۳-۳-۱ مقدمه: ۳۶

۳-۳-۲ فاز اکتشاف مسیر ۳۷

۳-۳-۳ مدیریت جدول مسیر یابی..... ۴۲
۳-۳-۴ فرآیند نگهداری از مسیر..... ۴۴
۳-۳-۵ مدیریت اتصالات محلی..... ۴۵
۳-۳-۶ مزایا و معایب الگوریتم AODV..... ۴۶

فصل چهارم:

معرفی الگوریتم پیشنهادی..... ۴۸
۴-۱مقدمه:..... ۴۹
۴-۲ الگوریتم پیشنهادی:..... ۵۰
۴-۲-۱ پارامتر های مدل انرژی..... ۵۲
۴-۲-۲ محاسبه انرژی مسیر:..... ۵۳
۴-۲-۱ محاسبه ضریب پایداری مسیر:..... ۵۴
۴-۲-۲ تحلیل رابطه محاسبه انرژی مسیر:..... ۵۶

فصل پنجم:

بررسی معیار های ارزیابی شبکه..... ۵۷
۵-۱ مقدمه..... ۵۸
۵-۲ گذردهی شبکه (*ONT*)..... ۵۹
۵-۳ نرخ تحویل بسته (*PDR*)..... ۶۲
۵-۴ متوسط تاخیر انتها به انتها (*EED*)..... ۶۵
۵-۵ سربار مسیر یابی (*ROR*)..... ۶۹
۵-۶ اتلاف بسته..... ۷۲
۵-۷ نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۷۶

ضمیمه:

ضمیمه الف: مشکل گره پنهان..... ۸۰

ضمیمه ب: مشکل گره آشکار..... ۸۱
مراجع..... ۸۲

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱:
ساختار پروتکل های مسیریابی در الگوریتم های مسیریابی هموار (الف) و سلسله مراتبی (ب)..... ۱۳
شکل ۲-۲:
مسیریابی به روش هدایت حریصانه..... ۱۵
شکل ۲-۳:
مسیریابی انکساری که از آن به منظور جلوگیری از بروز حلقه های مسیریابی استفاده می شود..... ۱۵
شکل ۳-۱:
چگونگی پردازش بسته های درخواست مسیر دریافتی در گره های میانی..... ۲۴
شکل ۳-۲:
فرآیند کشف مسیر و چگونگی ارسال و دریافت بسته های درخواست مسیر (RREQ) و پاسخ مسیر (RREP) در الگوریتم DSR..... ۲۵
شکل ۳-۳:
با شنیدن سیگنال های مسیریابی، گره های میانی قادر خواهند بود لیست آگاهی خود را تکمیل و به روزرسانی کنند..... ۳۰
شکل ۳-۴:
مسیر یافته شده توسط گره F برابر $EDCFCBA$ می باشد که با تبدیل آن به $EDCBA$ گره C اجازه ارسال بسته پاسخ مسیر خواهد داشت و گره F از مسیر یافته شده حذف خواهد شد..... ۳۱
شکل ۳-۵:
جلوگیری از ارسال طوفانی بسته های پاسخ مسیر با اعمال تاخیر تصادفی و فعال کردن مد دریافت بی قاعده..... ۳۲
شکل ۳-۶:
یافتن مسیرهای کوتاه تر موجود با استفاده از ارسال بسته های پاسخ مسیر مجانی..... ۳۵
شکل ۳-۷:
فرآیند تاسیس مسیرهای رفت و برگشت در الگوریتم AODV..... ۴۱
شکل ۵-۱:
نمودار تغییرات گذردهی (سرعت حرکت گره ها = ۲ متر بر ثانیه)..... ۵۹

شکل ۵-۲:
نمودار تغییرات گذردهی (سرعت حرکت گره ها = ۴ متر بر ثانیه)..... ۶۰
شکل ۵-۳:
نمودار تغییرات گذردهی (سرعت حرکت گره ها = ۸ متر بر ثانیه)..... ۶۰
شکل ۵-۴:
نمودار تغییرات گذردهی (سرعت حرکت گره ها = ۱۶ متر بر ثانیه)..... ۶۱
شکل ۵-۵:
نمودار تغییرات نرخ تحویل بسته (سرعت حرکت گره ها = ۲ متر بر ثانیه)..... ۶۲
شکل ۵-۶:
نمودار تغییرات نرخ تحویل بسته (سرعت حرکت گره ها = ۴ متر بر ثانیه)..... ۶۳
شکل ۵-۷:
نمودار تغییرات نرخ تحویل بسته (سرعت حرکت گره ها = ۸ متر بر ثانیه)..... ۶۳
شکل ۵-۸:
نمودار تغییرات نرخ تحویل بسته (سرعت حرکت گره ها = ۱۶ متر بر ثانیه)..... ۶۴
شکل ۵-۹:
نمودار تغییرات متوسط تاخیر انتها به انتها (سرعت حرکت گره ها = ۲ متر بر ثانیه)..... ۶۷
شکل ۵-۱۰:
نمودار تغییرات متوسط تاخیر انتها به انتها (سرعت حرکت گره ها = ۴ متر بر ثانیه)..... ۶۷
شکل ۵-۱۱:
نمودار تغییرات متوسط تاخیر انتها به انتها (سرعت حرکت گره ها = ۸ متر بر ثانیه)..... ۶۸
شکل ۵-۱۲:
نمودار تغییرات متوسط تاخیر انتها به انتها (سرعت حرکت گره ها = ۱۶ متر بر ثانیه)..... ۶۸
شکل ۵-۱۳:
نمودار تغییرات سربار مسیریابی (سرعت حرکت گره ها = ۲ متر بر ثانیه)..... ۷۰
شکل ۵-۱۴:
نمودار تغییرات سربار مسیریابی (سرعت حرکت گره ها = ۴ متر بر ثانیه)..... ۷۰
شکل ۵-۱۵:
نمودار تغییرات سربار مسیریابی (سرعت حرکت گره ها = ۸ متر بر ثانیه)..... ۷۱

شکل ۵-۱۶:
نمودار تغییرات سربار مسیریابی (سرعت حرکت گره ها = ۱۶ متر بر ثانیه)..... ۷۱
شکل ۵-۱۷:
نمودار تغییرات اتلاف بسته (سرعت حرکت گره ها = ۲ متر بر ثانیه)..... ۷۳
شکل ۵-۱۸:
نمودار تغییرات اتلاف بسته (سرعت حرکت گره ها = ۴ متر بر ثانیه)..... ۷۳
شکل ۵-۱۹:
نمودار تغییرات اتلاف بسته (سرعت حرکت گره ها = ۸ متر بر ثانیه)..... ۷۴
شکل ۵-۲۰:
نمودار تغییرات اتلاف بسته (سرعت حرکت گره ها = ۱۶ متر بر ثانیه)..... ۷۴

فهرست جدول ها

جدول ۳-۱:
محتویات بسته RREQ در الگوریتم AODV ۳۷
جدول ۳-۲:
محتویات بسته RREP در الگوریتم AODV ۴۰
جدول ۴-۱:
توان مصرفی گره ها در وضعیت های مختلف ۵۲
جدول ۵-۱:
مشخصات شبکه برای شبیه سازی ۵۹

فصل اول:

مقدمه ای درباره شبکه های بی سیم اقتضایی

۱-۱ مقدمه

رشد فزآینده و همه جانبه تکنولوژی طراحی و ساخت تجهیزات بی سیم قابل حمل، وجود شبکه های اقتضایی بی سیم متحرک[۱] را به یکی از نیاز های مبرم زندگی امروز بشر تبدیل کرده است. موبایل ها و لپ تاپ های قابل حمل با حافظه زیاد، پردازنده های سریع، نمایشگر های دقیق رنگی و تجهیزات بی سیم قوی که می توانند ساعت ها با استفاده از باتری کار کنند، یکی از مهمترین انگیزه های تلاش برای مطالعه و تحقیق در زمینه به وجود آوردن شبکه های بی سیم اقتضایی بوده است. ایده و تفکر اولیه طراحی و به وجود آوردن چنین شبکه ای نیز مانند اینترنت و بسیاری دیگر از تکنولوژی های عظیم دنیای مدرن امروز، از دریای افکار بلند پروازانه محققان آژانس پروژه های تحقیقاتی پیشرفته نظامی در آمریکا DARPA [۲] سرچشمه گرفته است.

شبکه های متحرک می توانند به شبکه های دارای زیر ساخت[۳] وشبکه های متحرک اقتضایی تقسیم شوند. شبکه های متحرک اقتضایی، شبکه های خود سازمان ده و بدون زیر ساخت هستند. در یک شبکه متحرک اقتضایی، گره ها به طور دلخواه حرکت می کنند بنابراین توپولوژی شبکه ممکن است به طور سریع و غیر قابل پیش بینی تغییر کند. همچنین، به علت اینکه گره ها در یک شبکه متحرک اقتضایی معمولا محدودیت رنج ارسال دارند بعضی گره ها نمی توانند به صورت مستقیم به یک گره دیگر داده ارسال کنند. بنابراین، مسیر یابی در شبکه های متحرک اقتضایی می تواند دارای گام های متعددی باشد [۱].

ویژگی مهم یک شبکه اقتضایی بی سیم متحرک، عدم وجود ساختار از پیش تعیین شده جهت برقراری ارتباط گره های مختلف موجود در شبکه با یکدیگر می باشد. تحرک گره ها، محدود بودن منبع انرژی آنها و نیز محدودیت های موجود در لایه فیزیکی از دیگر عواملی است که طراحی یک پروتکل مسیر یابی مناسب در این نوع شبکه ها را به یک مساله پیچیده مبدل نموده است. رویکرد های متعدد اتخاذ شده در برابر این مساله منجر به پیاده سازی و طراحی خانواده های مختلفی از الگوریتم های مسیر یابی شده

---

۱. Mobile Ad hoc Networks (MANET).
۲. Defense Advanced Research Projects Agency.
۳. Infrastructural.

است. در یک دسته بندی کلی می توان این الگوریتم ها را به سه خانواده پیش فعال[۴]، پس فعال[۵] و هیبرید[۶] تقسیم نمود (در فصل دوم به بررسی اجمالی این پروتکل ها پرداخته شده است).

شبکه های متحرک اقتضایی به علت مستقل بودن از یک زیر ساخت از پیش تعیین شده، مزیت هایی از قبیل گسترش سریع و آسان، بهبود انعطاف پذیری و کاهش هزینه ها را دارند. تحقیقات عمده ای که بر روی شبکه های متحرک اقتضایی انجام می شود عمدتا در زمینه های MAC ، مسیر یابی، مدیریت منابع، کنترل توان و امنیت است. به دلیل اهمیت پروتکل های مسیریابی در شبکه های پرش چند گام[۷] دینامیک، پروتکل های مسیریابی زیادی برای شبکه های اقتضایی در سال های اخیر پیشنهاد شده است. بعضی چالش ها که طراحی پروتکل های مسیریابی شبکه های اقتضایی را یک عمل سخت می کنند عبارتند از :

۱.در شبکه های متحرک اقتضایی، تحرک گره باعث تغییرات مکرر توپولوژی و بخش بندی شبکه می شود.

۲.به علت متغیر و غیر قابل پیش بینی بودن مکان گره ها، ظرفیت لینک های بی سیم، اتلاف بسته ها[۸] ممکن است به طور پی در پی اتفاق بیفتد.

علاوه بر این، طبیعت پخش رسانه بی سیم مشکلات گره پنهان و گره آشکار را مطرح می کند (جهت آشنایی با مشکل گره پنهان و گره آشکار، به ضمیمه های الف و ب مراجعه شود).

همچنین عوامل دیگری چون پرش چند گامه ، اندازه بزرگ شبکه و نا همگونی انواع میزبان[۹] ها و تنوع نوع و ساختار آنها و محدودیت توان باتری ها طراحی پروتکل های مسیریابی مناسب را به یک مشکل جدی تبدیل کرده است. بعضی از مشکلات موجود در شبکه های متحرک اقتضایی به قرار زیر می باشند:

۱.خطا های ناشی از انتقال و در نتیجه اتلاف بسته فراوان.

---

۴. Proactive.
۵. Reactive.
۶. Hybrid.
۷. Multi hopping .
۸. Packet loss .
۹. Host .

۲.حضور لینک های با ظرفیت متغیر.

۳.قطع و وصل شدن های مداوم به علت محدودیت رنج انتقال.

۴.پهنای باند محدود.

۵.طبیعت سراسری ارتباطات.

۶.مسیر ها و توپولوژی های متغیر و پویا.

۷.محدود بودن باتری گره ها.

۸.ظرفیت ها و قابلیت های محدود گره ها.

شبکه های متحرک اقتضایی برای کاربردهای متحرک در محیط های نظامی که هیچ زیر ساختی در دسترس نیست یا کاربردهای متحرک که به طور موقت تاسیس شده اند و همچنین بلایای طبیعی، مناسب می باشند. بعضی از این کاربردها عبارتند از :

۱.انجام عملیات محاسباتی توزیع شده و مشارکتی.

۲.در مواقع ضروری مثل وقوع حوادث ناگوار همچون زلزله، سیل و ... .

۳.عملیات جستجو و نجات.

۴.موارد نظامی.

۵.شبکه های حسگر[۱۰].

۶.هماهنگ کننده ربات های صنعتی.

۷.مدیریت ترافیک.

---

[۱۰] Sensor Network .

در این فصل مقدمه ای در مورد شبکه های بی سیم اقتضایی، ویژگی ها و کاربرد های آنها بیان شد. در ادامه و در فصل بعد به بررسی انواع الگوریتم های مسیر یابی در شبکه های بی سیم اقتضایی پرداخته شده است.

فصل دوم:

بررسی انواع الگوریتم های مسیر یابی در شبکه های بی سیم اقتضایی