به نام آفریننده دانش و خرد

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی کامپیوتر

و فناوری اطلاعات

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات

گرایش شبکه

بهبود کارآیی روش‌های انتشار اطلاعات در شبکه‌های حسگر بی‌سیم از طریق تجمیع اطلاعات

نگارش:

آرش نصیری اقبالی

استاد راهنما:

دکتر مهدی دهقان

اسفند ۱۳۸۵

بسمه تعالي

دانشگاه صنعتي اميركبير
(پلي تكنيك تهران)

معاونت پژوهشي

فرم اطلاعات پايان نامه
كارشناسي ارشد و دكترا

تاريخ: .....

پيوست: .....

نام و نام خانوادگي:	آرش نصيري اقبالي	دانشجوي آزاد ■	بورسيه □	معادل □	
شماره دانشجوئي:	۸۳۱۳۱۱۰۶	دانشكده:	مهندسي كامپيوتر	رشته تحصيلي:	مهندسي فناوري اطلاعات،گرايش شبكه

نام و نام خانوادگي استاد راهنما:	دكتر مهدي دهقان
عنوان پايان نامه به فارسي:	بهبود كارايي روشهاي انتشار اطلاعات در شبكه‌هاي حسگر بيسيم از طريق تجميع اطلاعات
عنوان پايان نامه به انگليسي:	Performance Improvement of Information Dissemination Protocols Through Data Aggregation

نوع پروژه: كارشناسي ارشد ■ كاربردي □ بنيادي □ توسعه اي □ نظري □

تاريخ شروع:	۱۳۸۴/۶/۱	تاريخ خاتمه:	۱۳۸۵/۱۲/۲۰	تعداد واحد:	۶

سازمان تأمين كننده اعتبار:	مركز تحقيقات مخابرات ايران
واژه هاي كليدي به فارسي:	شبكه‌هاي حسگر بيسيم، مسيريابي چند مسيره، انتشار هدايت شده، خوشه‌بندي، كارايي انرژي
واژه هاي كليدي به انگليسي:	Wireless sensor networks, multi-path routing, on-demand clustering, energy efficiency

نظرها و پيشنهادها به منظور بهبود فعاليت هاي پژوهشي دانشگاه:

استاد راهنما:

دانشجو:
فراهم كردن امكانات عملي بيشتر جهت انجام فعاليت‌هاي پژوهشي و ارتباط بيشتر بين صنعت و دانشگاه

امضاء استاد راهنما:
تاريخ:

نسخه ۱: معاونت پژوهشي
نسخه ۲: كتابخانه و به انضمام دو جلد پايان نامه به منظور تسويه حساب با كتابخانه و

تصویب‌نامه

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

تائیدیه هیئت داوران

عنوان:

بهبود کارآیی روش‌های انتشار اطلاعات در شبکه‌های حسگر بی‌سیم از طریق تجمیع اطلاعات

۱- استاد راهنما	آقای دکتر مهدی دهقان	امضاء.....
۲- ممتحن خارجی	آقای دکتر امیرحسین جهانگیر	امضاء.....
۳- ممتحن داخلی	آقای دکتر مسعود صبایی	امضاء.....
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	آقای دکتر محمد رحمتی	امضاء.....

تقدیم به پدر، مادر و همسر عزیزم

با تشکر فراوان از استاد راهنما، جناب آقای دکتر مهدی دهقان، که در طول اجرای پروژه مرا یاری کردند.

این پروژه طبق قرارداد شماره ۵۰۰/۱۲۵۸۵/ت مورخ ۱۳۸۵/۱۰/۱۲ تحت حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایران ITRC می‌باشد: بدین وسیله مراتب تشکر خود را از آن مرکز اعلام می‌داریم.

چکیده

یکی از مسایل مهم و چالش برانگیز در شبکه‌های حسگر مساله انرژی و دوره زندگی گره‌ها در شبکه است. برای افزایش طول عمر گره‌ها می‌توان از روش‌های متفاوتی استفاده کرد که یکی از این روش‌ها توازن بار در بین گره‌های شبکه، در هنگام انتقال داده‌ها در بین گره‌های منبع و مقصد است. برای این منظور می‌توان از روش‌های مسیریابی چندمسیره استفاده کرد. الگوریتم مسیریابی هدایت شده، یکی از روشهای مطرح در شبکه‌های حسگر می‌باشد که یک الگوریتم داده محور است. در این الگوریتم اطلاعات مسیریابی به صورت محلی در داخل گره‌های شبکه، ذخیره می‌شوند بنابراین در این روش، اطلاعات سراسری در مورد مسیر وجود ندارد. همین امر باعث شده که تشکیل مسیرهای چندگانه مناسب بین گره‌های مبدا و مقصد، نسبتاً پیچیده و دشوار باشد. مشکل دیگر این الگوریتم مسیریابی بین گره‌های منبع و سینک به صورت مجزا می‌باشد که این کار بخش موجب به هدر رفتن بخش عمده‌ای از منابع شبکه می‌شود. برای رفع این مشکل یک روش خوشه‌بندی پیشنهاد شده که در این روش یک سینک مجازی در نزدیکی گره‌های نزدیک به هم، جمع‌آوری اطلاعات از منابع و ارسال آنها به گره سینک را بر عهده می‌گیرد.

در این پایان‌نامه روش ODCP جهت خوشه‌بندی و الگوریتم MDD جهت چند مسیره کردن الگوریتم انتشار هدایت شده، پیشنهاد و بررسی شده‌اند و همچنین روشهایی برای ایجاد کردن توازن بار بین گره‌های مبدا و مقصد، از طریق توزیع ترافیک داده‌های منتقل شده بین گره مبدا و مقصد به صورت غیر یکنواخت، پیشنهاد شده است و در نهایت نتایج بدست آمده را از طریق شبیه‌سازی ارزیابی شده‌اند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که روش ODCP می‌تواند مدت برقراری اتصال را تا دو برابر افزایش دهد و تعداد بسته‌های از دست رفته بر اثر تصادم نیز کاهش پیدا خواهد کرد. البته در این روش میزان تاخیر رسیدن بسته‌های داده‌های اکتشافی به مقصد به دلیل فاز اولیه انتخاب سینک مجازی، افزایش خواهد یافت. روش MDD نیز میزان افزایشی تا چند برابر را در طول مدت برقراری اتصال در بر خواهد داشت و علاوه بر این، میزان تاخیر در این روش کاهش قابل توجهی پیدا خواهد کرد و همچنین داده‌ها با نرخ بالاتری نسبت به الگوریتم انتشار هدایت شده قابل ارسال می‌باشند.

کلمات کلیدی:

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مسیریابی چند مسیره، انتشار هدایت شده، خوشه‌بندی، کارایی انرژی

فهرست علائم اختصاری

ALB	Adaptive Load-Balancing
ALBT	Adaptive Load-Balancing with Threshold
BE	Best Effort
BLFI	Broadcast Limited Forward Improvement
BPMR	Braided Proactive Mutltipath Routing
DD	Directed Diffusion
DPMR	Disjoint Proactive Mutltipath Routing
EAF	Energy Aware Forwarding
ED	Exploratory Data
EDDD	Energy Efficient Differenciated Directed Diffusion
GMR	Greedy Mutipath Routing
HI	Hybrid Improvement
IH	Inhibit
LFI	Limited Forward Improvement
MDD	Multipath Directed Diffusion
ODCP	On-Demand Clustering Protocol
OPP	One-Phase Pull
PCDD	Passive Clustered Directed Diffusion
PR	Positive Reinforcement
PS	Positive reinforcement already Sent

RDI	Random Delay Improvement
RFI	Random Forward Improvement
RT	Real Time
SMR	Simple Multipath Routing
SPMR	Shared Proactive Mutltipath Routing
TPP	Two-Phase Pull
TTL	Time to Live
ULB	Uniform Load-Balancing
VS	Virtual Sink

فهرست

۱ مقدمه ۱

۱.۱ روش‌های مطرح شده در پایان‌نامه ۲

۲ مروری بر شبکه‌های حسگر ۵

۲.۱ کاربردها و مزایای استفاده از شبکه‌های حسگر ۵

- *میدان های جنگی* ۵
- *شناسایی محیطهای آلوده* ۶
- *نظارت کردن محیط زیست* ۶
- *بررسی و تحلیل وضعیت بناهای ساختمانی* ۶
- *در جاده ها و بزرگراه‌های هوشمند* ۷
- *کاربردهای مختلف در زمینه پزشکی* ۷

۲.۲ محدودیتهای سخت افزاری یک گره حسگر ۷

- *هزینه پائین* ۸
- حجم کوچک ۸
- *توان مصرفی پائین* ۸
- *نرخ بیت پائین* ۸
- *خودمختار بودن* ۸
- *قابلیت تطبیق پذیری* ۸

۲.۳ معماری شبکه‌های حسگر ۸

۲.۴ معماری ارتباطی در شبکه‌های حسگر ۹

۲.۵ اجزای سخت افزاری ۱۰

۲.۵.۱ *اجزای نرم‌افزاری* ۱۱

۲.۵.۲ سیستم *عامل Tiny OS* ۱۱

۳ مروری بر روش‌های مسیریابی در شبکه‌های حسگر ۱۳

۳.۱ روش سیل‌آسا: ۱۳

انفجار ۱۴

هم‌پوشانی ۱۴

عدم اطلاع از منابع ۱۴

۳.۲ روش شایعه پراکنی ۱۵
۳.۳ روش SPIN ۱۷
۳.۳.۱ پیغام‌های *SPIN*: ۱۷
- *ADV* ۱۸
- *REQ* ۱۸
- *DATA* ۱۸

۳.۳.۲ *SPIN-1*: یک روش دست تکانی سه مرحله‌ای ۱۸
۳.۳.۳ *SPIN-2*: *SPIN-1* با یک آستانه انرژی پایین ۲۰
۳.۴ روش انتشار هدایت شده ۲۰
۳.۴.۱ دسته خصوصیت‌ها ۲۲
۳.۴.۲ فیلترها ۲۳
۳.۴.۳ تجمیع اطلاعات درون-شبکه‌ای ۲۴
۳.۴.۴ تجمیع فرصت‌طلبانه ۲۴
۳.۴.۵ تجمیع حریصانه ۲۵
۳.۴.۶ پرسش تو رد تو ۲۵
۳.۴.۷ مقایسه روش انتشار هدایت شده با روش *SPIN*: ۲۶
۳.۴.۸ روش مسیریابی جغرافیایی *(GEAR)* ۲۸
۳.۵ روش انتشار بیرون دهنده ۲۹
۳.۶ روش انتشار جذب یک مرحله‌ای ۳۰
۳.۷ روش LEACH ۳۲
۳.۸ جزئیات الگوریتم LEACH: ۳۵
۱- فاز تبلیغات ۳۵
۲- فاز تشکیل خوشه‌ها ۳۶
۳- فاز تشکیل برنامه ۳۷
۴- فاز انتقال داده‌ها ۳۷
۳.۹ روش EDDD ۳۸
۳.۹.۱ فیلترهای *RT* و *BE* در روش *EDDD* ۳۹
۳.۹.۲ گرادیان‌های *RT* و *BE* ۳۹
۳.۹.۳ برپایی گرادیانها *BE* ۴۰
۳.۹.۴ برپایی گرادیانهای *RT* ۴۲
۳.۹.۵ مکانیسم‌های بازیابی *RT* و بازیابی *BE* در روش *EDDD* ۴۴
۳.۹.۶ بازیابی در *BE* ۴۵

۳.۹.۷ *بازیابی در RT* ۴۵
۳.۱۰ خلاصه ۴۷

۴ الگوریتم پیشنهادی خوشه‌بندی در روش انتشار هدایت شده ۵۲

۴.۱ مقدمه ۵۲
۴.۲ فاز اول: انتخاب سینک مجازی ۵۵
۴.۳ فاز دوم: تشکیل مسیر ۵۸
۴.۴ فاز سوم: انتخاب مجدد سینک مجازی ۵۹
۴.۵ فاز چهارم: انقضاء سینک مجازی ۶۱
۴.۶ بررسی و مباحثه ۶۲
۴.۷ نحوه پیاده سازی و ارزیابی ۶۴
۴.۷.۱ *بستر پیاده‌سازی* ۶۴
۴.۷.۲ *سناریوهای شبیه‌سازی* ۶۵
۴.۷.۳ *مدل انرژی* ۶۵
۴.۷.۴ *محاسبه انرژی* ۶۵
۴.۷.۵ *محاسبه مدت برقراری اتصال* ۶۶
۴.۷.۶ *محاسبه سربار و تاخیر* ۶۶
۴.۷.۷ *محاسبه میزان از دست رفتن بسته‌ها* ۶۶
۴.۸ بررسی نتایج شبیه‌سازی ۶۸
۴.۸.۱ *محاسبه انرژی میانگین، حداقل و حداکثر گره‌های شبکه* ۶۸
۴.۸.۲ *محاسبه مدت برقراری اتصال بین منابع و سینک* ۷۰
۴.۸.۳ *مقایسه سربار الگوریتم‌های ODCP و DD* ۷۱
۴.۸.۴ *محاسبه متوسط تاخیر رسیدن بسته‌ها به مقصد* ۷۱
۴.۸.۵ *محاسبه میزان از دست رفتن بسته‌ها* ۷۲
۴.۸.۶ *شبیه‌سازی‌های مربوط به الگوریتم ODCP با استفاده از روش انتشار جذب دومرحله‌ای* ۷۳

۵ روش MDD: الگوریتم پیشنهادی چند مسیره در روش انتشار هدایت شده ۸۱

۵.۱ مقدمه ۸۱
۵.۲ روش‌های پشنهادی برای مسیریابی چند مسیره ۸۲
۵.۲.۱ روش چند مسیره *ساد* *SMR (Simple Multipath Routing)* ۸۲
۵.۲.۲ روش چند مسیره *پیشدستانه PMR* ۸۳
۵.۲.۳ روش چند مسیره *حریصانه GMR* ۸۸

۵.۳ راهکارهای بهبود مسیریابی پیشدستانه ۸۹
۵.۴ بهبود مسیریابی حریصانه بوسیله مسیریابی آگاه از انرژی ۹۳
۵.۵ بررسی و مقایسه روش‌های مطرح شده ۹۴
۵.۶ نحوه پیاده سازی ۹۸
۵.۶.۱ بستر پیاده‌سازی ۹۸
۵.۶.۲ سناریوهای شبیه‌سازی ۹۸
۵.۷ ارزیابی و بررسی نتایج شبیه‌سازی ۹۹

۶ روش‌های پیشنهادی توازن بار در مسیریابی چند مسیره ۱۰۲

۶.۱ روش یکنواخت ULB ۱۰۳
۶.۲ روش سازگار ALB ۱۰۳
۶.۳ روش سازگار با حد آستانه ALBT ۱۰۴
۶.۴ ارزیابی و بررسی نتایج شبیه‌سازی ۱۰۵
۶.۴.۱ نتایج شبیه سازی ۱۰۶

۷ نتیجه‌گیری و کارهای آتی ۱۱۱

۷.۱ نتیجه‌گیری ۱۱۱
۷.۱.۱ الگوریتم ODCP ۱۱۱
۷.۱.۲ الگوریتم MDD ۱۱۲
۷.۲ کارهای آتی ۱۱۳
۷.۲.۱ مسیریابی چند مسیره موثر ۱۱۳
۷.۲.۲ مسیریابی PUSH-PULL ۱۱۴
۷.۲.۳ تعمیم روش‌های مسیریابی چند مسیره و ODCP در OPP ۱۱۴
۷.۲.۴ بررسی ادغام الگوریتم GEAR و PCDD با روش‌های مطرح شده ۱۱۴

مراجع ۱۱۵

ضمیمه‌ها ۱۱۸

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۱۱۸
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی ۱۲۰

فهرست اشکال

شکل ۲-۱: معماری شبکه‌های حسگر ۹
شکل ۲-۲: معماری ارتباطی شبکه های حسگر بی سیم ۱۰
شکل ۲-۳: معماری سخت افزار هر گره شبکه‌های حسگر ۱۱
شکل ۳-۱: پدیده تصادم ۱۴
شکل ۳-۲: پدیده هم‌پوشانی ۱۵
شکل ۳-۳: روش شایعه پراکنی ۱۶
شکل ۳-۴: الگوریتم دست‌تکانی در SPIN ۱۹
شکل ۳-۵: نحوه عملکرد الگوریتم انتشار هدایت شده ۲۲
شکل ۳-۶: نحوه خوشه‌بندی در زمانهای t و t+c ۳۳
شکل ۳-۷: میزان نرمالیزه شده مصرف انرژی سیستم در مقابل درصد گره‌های سرخوشه ۳۴
شکل ۳-۸: طول عمر حسگرها با میزان انرژی‌های اولیه متفاوت ۳۵
شکل ۳-۹: مشخصات بسته علاقه‌مندی ۳۹
شکل ۳-۱۰: مدخل اطلاعات همسایه ۴۱
شکل ۳-۱۱: الگوریتم بر خورد گره میانی با ترافیک BE ۴۳
شکل ۳-۱۲: الگوریتم بر خورد گره میانی با ترافیک RT ۴۴
۳-۱۳: مکانیسم بازیابی در ترافیک RT ۴۶
شکل ۴-۱: نمونه مسیریابی در دو الگوریتم انتشار هدایت شده و ODCP ۵۳
شکل ۴-۲: نحوه انتخاب گره VS برای بار اول در خوشه ۵۶
شکل ۴-۳: نحوه انتخاب VS در فازهای بعدی ۶۰
شکل ۴-۴: ترتیب ارسال بسته به فیلترهای ODCP وDD ۶۴
شکل ۴-۵: انرژی متوسط، حداقل و حداکثر گره‌ها در الگوریتم‌های DD و ODCP برای ۶ منبع و فاصله ۱۵۰ سانتیمتر ۶۸
شکل ۴-۶: انرژی متوسط، حداقل و حداکثر گره‌ها در الگوریتم‌های DD و ODCP برای ۳ منبع و فاصله ۱۵۰ سانتیمتر ۶۹
شکل ۴-۷: انرژی متوسط، حداقل و حداکثر گره‌ها در الگوریتم‌های DD و ODCP برای ۶ منبع و فاصله ۱۰۰ سانتیمتر ۶۹
شکل ۴-۸: انرژی متوسط، حداقل و حداکثر گره‌ها در الگوریتم‌های DD و ODCP برای ۳ منبع و فاصله ۱۰۰ سانتیمتر ۷۰
شکل ۴-۹: زمان برقراری اتصال بین منابع و سینک بر اساس تعداد منابع ۷۰
شکل ۴-۱۰: سربار الگوریتم‌های ODCP و DD بر اساس تعداد منابع ۷۱
شکل ۴-۱۱: میزان تاخیر بسته‌ها در دو روش ODCP و DD بر اساس تعداد منابع ۷۲
شکل ۴-۱۲: میزان ازدست رفتن بسته‌ها در دو روش ODCP و DD بر اساس تعداد منابع ۷۳
شکل ۴-۱۳: میزان انرژی مصرفی شبکه در زمان‌های مختلف ۷۴
شکل ۴-۱۴: میانگین انرژی گره‌های شبکه در زمان‌های مختلف ۷۴
شکل ۴-۱۵: طول عمر زمان اتصال به ازای انرژی اولیه ۵ وات ۷۵
شکل ۴-۱۶: طول عمر زمان اتصال به ازای انرژی‌های اولیه ۱۰ وات ۷۵
شکل ۴-۱۷: تعداد بسته‌های رسیده به مقصد به ازای انرژی‌های اولیه ۱۰ وات ۷۶

شکل ۴-۱۸: میزان بسته‌های رسیده در طول مدت زمان برقراری اتصال به ازای تعداد منابع مختلف ۷۷
شکل ۴-۱۹: تاخیر متوسط رسیدن بسته‌ها به ازای تعداد منابع مختلف ۷۸
شکل ۴-۲۰: درصد میزان بسته‌های از دست رفته به ازای تعداد منابع مختلف ۷۹
شکل ۴-۲۱: سربار مسیریابی به ازای تعداد منابع مختلف ۷۹
شکل ۴-۲۲: درصد بسته‌های رسیده به کل بسته‌های دریافت شده در گره‌های شبکه به ازای تعداد منابع مختلف ۸۰
شکل ۵-۱: مسیریابی چندمسیره ساده با مسیرهای مشترک و متمایز ۸۳
شکل ۵-۲: نمونه مسیریابی چند مسیره پیشدستانه متمایز در دو توپولوژی نمونه ۸۴
شکل ۵-۳: نمونه مسیریابی چند مسیزه تابیده همراه بهبود LFI ۸۵
شکل ۵-۴: نمونه روش مسیریابی چند مسیره پیشدستانه مشترک (SPMR) ۸۶
شکل ۵-۵: نمونه مسیریابی چند مسیره حریصانه ۸۸
شکل ۵-۶: نمونه یک مسیر یابی DPMR همراه با بهبود RFI ۹۰
شکل ۵-۷: مشکل بسته پیشتاز در یک توپولوژی نمونه ۹۵
شکل ۵-۸: تعداد مسیرهای تشکیل شده با استفاده از الگوریتم‌های مطرح شده ۹۹
شکل ۵-۹: سربار بسته‌های مسیریابی برای دریافت ۱۰۰ بسته داده در سینک ۱۰۰
شکل ۶-۱: زمان برقراری اتصال برای داده‌های با نرخ پایین ۱۰۶
شکل ۶-۲: زمان برقراری اتصال برای داده‌های با نرخ بالا ۱۰۷
شکل ۶-۳: میزان تاخیر رسیدن بسته‌ها در روش‌های مختلف با نرخ ارسال داده پایین ۱۰۸
شکل ۶-۴: میزان تاخیر رسیدن بسته‌ها در روش‌های مختلف با نرخ ارسال داده بالا ۱۰۸
شکل ۶-۵: درصد بسته‌های از دست رفته در روش‌های مختلف مسیریابی با نرخ ارسال داده‌های پایین ۱۰۹
شکل ۶-۶: درصد بسته‌های از دست رفته در روش‌های مختلف مسیریابی با نرخ ارسال داده‌های بالا ۱۱۰

فهرست جداول

جدول ۵-۱: مقایسه تعداد و کیفیت مسیرهای تشکیل شده در روش‌های مسیریابی مختلف ۱۰۱

۱ مقدمه

در سال‌های اخیر، رشد بسیاری را در زمینه شبکه‌های حسگر، شاهد بوده‌ایم. شبکه‌های حسگر شامل تعداد زیادی از گره‌های حسگر بسیار کوچک می‌باشند که برای جمع آوری و پردازش اطلاعات محیطی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر خلاف شبکه‌های موردی که شاید در نگاه اول بسیار شبیه به شبکه‌های حسگر به نظر بیایند، گره‌ها در شبکه‌های حسگر، معمولاً فاقد آدرس‌های منحصر بفرد می‌باشند و آنچه بیشتر در این شبکه‌ها حائز اهمیت است، اطلاعات جمع‌آوری شده توسط حسگرهای شبکه است. همچنین به دلیل عدم دسترسی به گره‌ها پس از فرآیند پراکندن آنها در محیط، گره‌های شبکه پس از مصرف انرژی موجود، عملاً بدون استفاده شده و خواهند مرد. بنابراین مساله انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن، یکی از چالش‌های مطرح در این شبکه‌هاست و کارهای زیادی هم در سال‌های اخیر در این مورد صورت گرفته است.

امروزه کاربردهای بسیاری برای شبکه‌های حسگر مطرح شده است و روز به روز هم بر تعداد آنها افزوده می‌شود. از جمله این کاربردها می‌توان به استفاده در میدان‌های جنگی، شناسایی محیطهای آلوده، نظارت کردن بر محیط زیست، بررسی و تحلیل وضعیت بناهای ساختمانی، در جاده ها و بزرگراه‌های هوشمند، کاربرده ای مختلف در زمینه پزشکی و ... اشاره کرد.

در طراحی سخت‌افزار برای شبکه‌های حسگر، محدودیت‌هایی وجود دارد که از جمله این محدودیت‌ها می توان به عواملی مانند هزینه پائین، حجم کوچک، توان مصرفی کم، نرخ بیت پائین، خودمختار

بودن گره‌ها و نهایتا به قابلیت تطبیق پذیری با تغییرات محیط اشاره کرد. هر شبکه حسگر از تعداد زیادی گره ارزان‌قیمت با اندازه کوچک، تشکیل شده است و هر گره نیز از مجموعه‌ای از اجزای سخت‌افزاری تشکیل شده است که در کنار یکدیگر وظایف هر گره را به انجام می‌رسانند. در حال حاضر هر گره حسگر از بهم پیوستن تعدادی قطعات از پیش طراحی شده حاصل می‌شود ولی در آینده می‌توان کلیه مدارهای مورد نیاز یک حسگر را در یک مدار مجتمع فشرده و در اندازه بسیار کوچکتری پیاده‌سازی کرد که کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه و توان مصرفی هر گره را در بر خواهد داشت. در فصل ۲ مرور کلی بر شبکه‌های حسگر ارائه خواهد شد.

۱.۱ روش‌های مطرح شده در پایان‌نامه

تا کنون روش‌های زیادی برای مسیریابی در شبکه‌های حسگر ارائه شده است که در فصل ۳ مروری بر عملکرد برخی از این روش‌ها خواهیم داشت. یکی از روش‌های مناسب مطرح شده، برای مسیریابی داده محور در شبکه‌های حسگر، روش انتشار هدایت شده است[1] که در آن، گره‌های شبکه تنها از داده‌های محلی جهت مسیریابی بسته‌ها استفاده می‌کنند. در این روش درخواست‌ها به صورت بسته‌های علاقه‌مندی، توسط گره‌های اصلی در سطح شبکه پراکنده می‌شود و به تمام گره‌های شبکه می‌رسند. سپس گره‌هایی که شامل داده‌های مورد نظر هستند (منابع اطلاعات)، با دریافت بسته علاقه‌مندی، اطلاعات جمع‌آوری شده را به سمت گره مقصد هدایت می‌کنند.

روش انتشار هدایت شده[1] (DD) جهت کاهش سربار در انتقال داده‌ها از دو راه‌کار تجمیع[2] اطلاعات و پردازش اطلاعات درون شبکه‌ای[3]، بهره می‌گیرد. با این وجود تضمینی وجود ندارد که مسیرهای تشکیل شده ناشی از منابع نزدیک به هم، در این روش بعد از چند گام با هم ادغام شوند. خصوصاً در شرایطی که رویداد مورد بررسی از نظر جغرافیایی گسترده باشد احتمال این امر کاهش می‌یابد. علاوه بر این در روش DD، برای تشکیل مسیر هر یک از منابع به طور مجزا داده‌های اکتشافی را در کل سطح شبکه منتشر می‌کنند که بخش قابل توجهی از منابع شبکه را به هدر می‌دهد در صورتی که در این شرایط، نیازی به تکرار تمامی مراحل به صورت مجزا نیست.

[1] Directed Diffusion
[2] Aggregation
[3] In Network Processing

در روش ODCP [1] که در پایان‌نامه پیشنهاد شده، سعی بر آنست تا دو مشکل مطرح شده در الگوریتم DD (تجمیع دیرهنگام و انتشار داده‌های اکتشافی اضافی) برطرف شود. در این روش از یک سینک مجازی در نزدیکی گره‌های منبع استفاده می‌شود که نقش جمع‌آوری اطلاعات و ارسال آنها را به سمت مقصد بر عهده می‌گیرد. در فصل۴ روش ODCP توضیح داده شده و مکانیزم‌های به‌کار رفته جهت انتخاب سینک مجازی و مسیریابی در داخل خوشه، به تفصیل شرح داده شده است.

علاوه بر این در الگوریتم انتشار هدایت شده، همیشه کوتاه‌ترین مسیر بین گره مبدا و مقصد، جهت انتقال ترافیک بین این دو گره انتخاب می‌شود که این امر باعث می‌شود، انرژی گره‌های مسیر انتخاب شده به سرعت تخلیه شوند، خصوصاً در شرایطی که شبکه ما دارای مقیاس بزرگی باشد و نرخ داده‌های ارسالی از یک ناحیه مشخص نسبتاً بالا باشد که در شبکه‌های حسگر، این شرایط بسیار محتمل است. نکته منفی دیگر که این مشکل را تشدید می‌کند، اینست که در صورت تخلیه شدن یک مسیر، غالباً کوتاه‌ترین مسیر بعدی که معمولاً مسیر مجاور این مسیر است، انتخاب خواهد شد که این امر به مرور زمان، خصوصاً در هنگامی که فاصله بین گره مبدا و مقصد زیاد باشد، می‌تواند باعث جدا شدن قسمت‌های مختلف شبکه گردد. پس ما نیاز به روشی داریم که بتواند ترافیک داده‌های منتقل شده بین گره‌های مبدا و مقصد را میان گره‌های مسیر، به صورت عادلانه‌تری توزیع کند.

یکی از روش‌های معمول در شبکه‌های داده‌ای مانند شبکه‌های موردی، ایجاد مسیرهای چندگانه، بین گره مبدا و مقصد، جهت توازن ترافیک انتقالی بین آنها و خصوصاً افزایش پایداری مسیریابی است ولی در این شبکه‌ها، بر خلاف شبکه‌های حسگر، مسئله انرژی خیلی بحرانی نیست و از سربار ایجاد شده برای ایجاد مسیرهای چندگانه به راحتی می‌توان صرف نظر کرد ولی به دلیل سربار زیاد این الگوریتم‌ها، اغلب آنها در شبکه‌های حسگر، قابل استفاده نیستند. همچنین از آنجایی که الگوریتم انتشار هدایت شده، یک روش مسیریابی محلی است و گره‌های شبکه در این روش، اطلاعات کلی مسیر را در اختیار ندارند، تشکیل مسیرهای چندگانه که دارای تعداد گام مناسبی باشند، در این الگوریتم کار نسبتاً دشواری است.

[1] On-Demand Clustering Protocol

در روش پیشنهاد شده در پایان‌نامه (روش MDD)، برای ایجاد توازن بار در بین گره‌های شبکه در روش انتشار هدایت شده، از روش مسیریابی چندگانه استفاده می‌کنیم و با استفاده از روش‌های مطرح شده در فصل ۴.۸.۶، چند مسیر متمایز یا شبه متمایز، بین گره‌های مبدا و مقصد تشکیل می‌دهیم. در این فصل، سه روش جهت ایجاد مسیریابی چندگانه مطرح شده‌اند که عبارتند از روش مسیریابی چندگانه ساده، مسیریابی چندگانه پیشدستانه و روش مسیریابی چندگانه حریصانه. در فصل ۶۰ هم روش‌هایی جهت توزیع مناسب ترافیک ارسالی توسط گره منبع بر روی مسیرهای چندگانه تشکیل شده در الگوریتم MDD پیشنهاد شده است.