دانشگاه پیام نور

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

رشته‌ی مهندسی کامپیوتر - گرایش نرم‌افزار

گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

یک الگوریتم کاهش مصرف انرژی با در نظر گرفتن مرکز ثقل گره در شبکه های حسگر بی سیم

الهام رضائی

استاد راهنما:

دکتر محمد هادی معظم

مهر 1392

دانشگاه پیام نور

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

رشته‌ی مهندسی کامپیوتر - گرایش نرم‌افزار

گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

یک الگوریتم کاهش مصرف انرژی با در نظر گرفتن مرکز ثقل گره در شبکه های حسگر بی سیم

الهام رضائی

استاد راهنما:

دکتر محمد هادی معظم

مهر 1392

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به:

روح پاک پدرم

مادر مهربانم

همسر عزیزم

تشکر و قدردانی:

از درگاه خداوند بزرگ، به خاطر عنایت و مرحمتی کـه همیشـه شـامل حـالم کـرده اسـت، سپاسگزارم، بر خود لازم می‌دانم بدین وسیله از زحمات استاد عزیزم، جناب آقای دکتـر معظـم که در انجام این کار، صبورانه و قدم به قدم مرا همراهی و راهنمائی نموده‌اند، تشکر نمایم و نیز از همسر مهربانم که در هر سختی، مشفقانه و صبورانه کنارم بود و از روح ملکوتی پدر مهربـانم و دلگرمی‌های مادر عزیزم به خاطر سال‌ها زحمت، سپاسگزارم و امیدوارم که لیاقـت ایـن همـه لطف و محبت را داشته باشم.

چکیده

صرفه‌جویی در مصرف انرژی به دلیل محدود بودن منابع آن، از مهم‌ترین مشکلات مطرح در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است و ارائه راهکاری که با صرف انرژی کمتر، باعث افزایش طول عمر شبکه شود، مورد نظر همه الگوریتم‌های ارائه شده در این زمینه است. خوشه‌بندی[1] در شبکه‌های حسگر نقش عمده‌ای در به اشتراک گذاری منابع، استفاده موثر از آن و مقیاس‌پذیری این شبکه‌ها دارد زیرا با تقسیم محیط شبکه به خوشه‌های مجزا، از تعدادِ حسگرها برای انتقال داده‌ها به چاهک و در نتیجه سربار اضافی ناشی از آن کاسته می‌شود.

در این تحقیق با در نظر گرفتن دو پارامتر فاصله و انرژی، مرکز ثقل و مرکز انرژی در هر خوشه محاسبه می‌شود که از این نقاط در انتخاب سر خوشه استفاده می‌شود. با انتخاب سرخوشه مناسب، علاوه بر افزایش کارایی و طول عمر شبکه، مصرف انرژی به میزان قابل توجهی نسبت به الگوریتم‌های مشابه‌اش کاهش می‌یابد. این الگوریتم طی انتقال تک گامی و چند گامی طراحی و پیاده‌سازی شده و کارآمدی آن توسط نتایج شبیه سازی نشان داده می‌شود.

واژه‌های کلیدی:

شبکه حسگر بی‌سیم، خوشه‌بندی، مرکز ثقل، مرکز انرژی، طول عمر شبکه، انتقال تک گامی، انتقال چندگامی.

[1] Clustering

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل1 مقدمه **1**

1-1. مقدمه 2

1-2. تعریف مسئله و بیان سؤال‌های اصلی تحقیق 3

1-3. سابقه و ضرورت انجام تحقیق 4

1-4. فرضیه‌ها 4

1-5. هدف‌ها 5

1-6. کاربردها 6

1-7. مراحل انجام تحقیق 6

1-8. ساختار پایان‌نامه 7

فصل2 **8**

مروری بر منابع مطالعاتی **8**

2-1. مقدمه 9

2-2. خوشه‌بندی 12

2-3. تجمیع داده 14

2-3-1. داده‌های همگن 15

2-3-2. داده‌های غیر همگن 15

2-4. پارامترهای خوشه‌بندی 15

2-5. طبقه بندی الگوریتم‌های خوشه بندی 19

2-5-1. الگوریتم‌های خوشه بندی همگون و یا ناهمگون 19

2-5-2. الگوریتم‌های خوشه بندی متمرکز و توزیع شده 20

2-5-3. الگوریتم‌های خوشه بندی ایستا و پویا 21

2-5-4. الگوریتم‌های خوشه بندی احتمالاتی و غیراحتمالاتی 21

2-5-5. الگوریتم‌های سلسله مراتبی و مسطح 22

2-6. طبقه‌بندی روش‌های کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر 24

2-6-1. چرخهٔ وظایف 25

2-6-2. روش‌های داده‌گرا 27

2-6-3. روش‌های مبتنی بر قابلیت تحرک 30

2-7. فیلترها 31
2-7-1. خلاصه‌سازی اطلاعات درون شبکه‌ای 31
2-7-2. خلاصه‌سازی فرصت‌طلبانه 32
2-7-3. خلاصه سازی حریصانه 32
2-7-4. پرسش‌های تودرتو 33
2-8. نقش خوشه بندی در کاهش مصرف انرژی 34
2-9. مسیریابی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم 34
2-9-1. الگوریتم‌های مسیریابی مسطح 35
2-9-2. الگوریتم‌های مسیریابی مبتنی بر مکان 35
2-9-3. مسیریابی سلسله مراتبی / مبتنی بر خوشه‌بندی 36
2-10. آشنایی با چند الگوریتم‌های خوشه بندی 37
2-10-1. پروتکل خوشه‌بندی LEACH 37
2-10-2. الگوریتم خوشه‌بندی HEED 40
2-10-3. الگوریتم K-Means 41
2-10-4. الگوریتم مسیریابی چندپخشی مبتنی بر درخت اشتاینر 43
2-11. جمع بندی 46

فصل3 **47**

توصیف الگوریتم پیشنهادی **47**

3-1. مقدمه 48
3-2. الگوریتم دوبعدی کاهش مصرف انرژی مبتنی بر مرکز ثقل و مرکز انرژی TDTCGE 49
3-3. مفروضات الگوریتم 49
3-4. مدل انتقال انرژی در الگوریتم پیشنهادی 50
3-4-2. تعاریف مرتبط 51
3-5. الگوریتم پیشنهادی 53
3-5-1. فاز برپایی 53
3-5-2. فاز پایداری 54
3-6. مصرف انرژی در الگوریتم TDTCGE 55
3-7. الگوریتم M_TDTCGE 57
3-7-1. فاز برقراری 57
3-7-2. فاز پایداری 57
3-8. الگوریتم MRRCE 59
3-8-1. فاز برقراری 59

3-8-2. فاز پایداری 61
3-9. جمع بندی 61

فصل4 **62**

ارزیابی الگوریتم پیشنهادی **62**
4-1. مقدمه 63
4-2. پارامترهای شبیه‌سازی 63
4-3. نتایج شبیه سازی 65
4-3-2. مقایسه طول عمر الگوریتم TDTCGE با الگوریتم‌های مشابه قبلی 67
4-3-3. مقایسه طول عمر الگوریتم M-TDTCGE با الگوریتم‌های مشابه قبلی 68
4-3-4. مقایسه اولین و آخرین گره‌ای که می‌میرند 69
4-3-5. نتایج شبیه سازی برای الگوریتم MRRCE 72
4-4. جمع‌بندی 79

فصل5 **80**

جمع‌بندی و پیشنهادها **80**
5-1. مقدمه 81
5-2. نتایج حاصل از تحقیق 82
5-3. نوآوری تحقیق 83
5-4. پیشنهادها 84

مراجع **85**
مراجع 86

واژه‌نامه **90**
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی 91
واژه‌نامه فارسی به انگلیسی 96

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل2-1. نحوه ارتباط اعضاء خوشه‌ها با سرخوشه 13

شکل2-2. سلسله مراتب گره و سرخوشه و ایستگاه مبنا [Chen et al,2007] 24

شکل2-3. اشتاینر افقی عمودی 44

شکل2-4. درخت اشتاینر در گراف 45

شکل3-1. مدل مصرف انرژی [Dehni et al,2005] 50

شکل3-2. مرکز ثقل دو جرم 51

شکل3-3. نحوه یافتن نقطه اشتاینر 60

شکل4-1. محیط 100*100 66

شکل4-2. مقایسه میزان نزدیکی مرکز ثقل و مرکز انرژی به یکدیگر در هر خوشه 66

شکل4-3. تعداد گره‌های زنده در هر راند در الگوریتم TDTCGE و الگوریتم‌های مورد مقایسه 67

شکل4-4. تعداد گره‌های زنده در هر راند در الگوریتم M-TDTCGE و الگوریتم‌های مورد مقایسه 68

شکل4-5. مقایسه FND و LND در الگوریتم‌های LEACH، LEACH-SWDN، CRCWSN، SEP، ERP، EAERP و TDTCGE 69

شکل4-6. مقایسه FND و LND در الگوریتم‌هایLEACH ، LEACH-SWDN، CRCWSN، SEP، ERP، EAERP و M-TDTCGE 69

شکل4-7. تعداد گره‌های زنده در هر راند در الگوریتم TDTCGE در مقایسه با SEP و EAERP زمانی که ایستگاه اصلی در گوشه محیط است 70

شکل4-8. تعداد گره‌هایی که در هر راند در الگوریتم TDTCGE می‌میرند 71

شکل4-9. میزان مصرف انرژی در هر راند بر حسب ژول در الگوریتم TDTCGE 71

شکل4-10. خوشه بندی در الگوریتم MRRCE 73

شکل4-11. مسیریابی در الگوریتمMRRCE 73
شکل4-12. مقایسه FND و LND در الگوریتم MRRCE و الگوریتم‌های مورد مقایسه زمانی که ایستگاه اصلی در محل(50mو 10 m) قرار دارد 74
شکل4-13. مقایسه FND و LND در الگوریتم MRRCE و الگوریتم‌های مورد مقایسه زمانی که ایستگاه اصلی در محل (100m و 50 m) قرار دارد.....75
شکل4-14. مقایسه FND و LND در الگوریتم MRRCE و الگوریتم‌های مورد مقایسه زمانی که ایستگاه اصلی در محل(200m و 100 m) قرار دارد 75
شکل4-15. تعداد گره‌های زنده در هر راند در الگوریتم MRRCE در مقایسه با TDTCGE، LEACH، EEUC، EAERP و HEED 77
شکل4-16. میزان مصرف انرژی در هر راند بر حسب ژول در الگوریتم MRRCE.....78
شکل4-17. تعداد گره‌هایی که در الگوریتم MRRCE در هر راند می‌میرند 78

فهرست جداول

فصل1 مقدمه **1**

فصل2 مروری بر منابع مطالعاتی **8**

فصل3 توصیف الگوریتم پیشنهادی **47**

فصل4 ارزیابی الگوریتم پیشنهادی **62**

جدول4-1. پارامترهای شبیه‌سازی برای TDTCGE و M-TDTCGE **64**

جدول4-2. پارامترهای شبیه‌سازی برای MRRCE **64**

فصل5 جمع‌بندی و پیشنهادها **80**

مراجع **85**

واژه‌نامه **90**

فهرست علائم اختصاری

ایستگاه پایه	Base Station
سرخوشه	Cluster Head
یک تکنیک دوبعدی مبتنی بر مرکز ثقل و مرکز انرژی	Two Dimensional Technique based on Center of Gravity and Energy center
یک تکنیک چند گامی دوبعدی مبتنی بر مرکز ثقل و مرکز انرژی	Multi-Hop Two Dimensional Technique based on Center of Gravity and Energy center
مسیریابی چندگامی برای کاهش انرژی مصرفی	Multi-hop Routing Reducing Consumed Energy
سیستم موقعیت یاب جهانی	Global Positioning System
الگوریتم LEACH(خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی وفقی با انرژی پایین)	Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy
کنترل دسترسی چندگانه	Multiple Access Control
نرم‌افزار مطلب	Mathematics Laboratory
شبکه حسگر بی‌سیم	Wireless Sensor Network
دستیابی چندگانه با تقسیم زمانی	Time Division Multiple Access

خوشه بندی سلسله مراتبی وفقی کم مصرف با پنجره لغزان و تعداد پویای گره‌ها	Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy with Sliding Window and Dynamic Number of Nodes
پروتکل مسیریابی تکاملی	Evolutionary Routing Protocol
یک پروتکل مسیریابی تکاملی انرژی آگاه	Energy-Aware Evolutionary Routing Protocol
پروتکل توزیع شده با انرژی کارآمد ترکیبی	Hybrid Energy Efficient Distributed
توسعه یافته HEED	Extended HEED
مجموعه حاکم همبند	Connected Dominating Set
مجموعه حاکم همبند اشتاینر	Steiner Connected Dominating Set

فصل 1

مقدمه

1-1. مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های شبکه‌های حسگر بی‌سیم[1]، محدودیت منابع انرژی است که باعث کوتاه شدن طول عمر[2] آن‌ها می‌گردد. از طرفی کارایی این شبکه‌ها شدیداً به طول عمر و حفظ پوشش شبکه[3]ای آن‌ها وابسته است. یکی از مهم‌ترین مسایل مطرح در خصوص این شبکه‌ها، مسیریابی[4] است. تلاش‌های بسیاری برای ارائه روش‌های مسیریابی آگاه از انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم انجام شده است. لیکن یکی از پرکاربردترین و مؤثرترین روش‌های مسیریابی، روش‌های سلسله مراتبی[5]/مبتنی بر خوشه‌بندی[6] است. روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی، با تقسیم گره‌های شبکه در قالب چندین دسته یا خوشه و انتخاب یک نماینده از هر خوشه، تحت عنوان سرخوشه[7]، سعی دارند توازن انرژی را در شبکه برقرار سازند. گره سرخوشه در واقع یک گره مبنای محلی در هر خوشه است که معمولاً باید از حیث انرژی، قدرت پردازشی و موقعیت قرارگیری، بهتر از سایر گره‌های آن خوشه باشد. گره سرخوشه داده‌های ارسال شده توسط سایر گره‌های عضو را دریافت کرده و با استفاده از روش‌های مختلف (روش‌های پردازش سیگنال یا میانگین و ...) آن‌ها را تجمیع[8] یا ترکیب کرده و در قالب بسته‌ی کوچک‌تر به ایستگاه اصلی[9] یا چاهک[10] ارسال می‌کند. همچنین برای جلوگیری از

[1] Wireless Sensor Networks
[2] LifeTime
[3] Network Coverage
[4] Routing
[5] Hierarchy
[6] Clustering
[7] Cluster Head
[8] Aggregate
[9] Base Station
[10] Sink

تخلیه سریع انرژی گره سرخوشه، می‌توان در دورهای مختلف از طولِ عمر شبکه، از چرخش نوبتی[1] نقش سرخوشه بین گره‌های دیگرِ عضو خوشه استفاده نمود و سربار سرخوشه را بین سایر گره‌ها توزیع کرد. آنچه در اکثر روش‌های خوشه‌بندی مطرح است آن است که گره‌های سرخوشه انتخاب شده و سپس گره‌های دیگر بر اساس فاصله با سرخوشه به آن نسبت داده می‌شوند. بنابراین همواره گره‌های مجاور، صرف نظر از سطح انرژی آن‌ها، در یک خوشه قرار خواهند گرفت. در سال‌های اخیر تمایلات شدیدی به استفاده از روش‌های توزیع‌شده در کاهش مصرف انرژی[2] شبکه‌های حسگر بی‌سیم، ایجاد شده است.

2-1. تعریف مسئله و بیان سؤال‌های اصلی تحقیق

با توجه به بحرانی بودن مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم، الگوریتم‌های مختلفی برای کاهش میزان انرژی مصرفی این شبکه‌ها ارائه شده است. حال سؤال این است که آیا می‌توان با استفاده از تعیین مرکز ثقل[3] و مرکز انرژی[4] در شبکه های حسگر الگوریتمی طراحی کرد که پیشرفتی نسبت به الگوریتم‌های مشابه قبلی داشته باشد و در این زمینه سؤالات زیر مطرح است:

چگونه می‌توان مصرف انرژی را در شبکه‌های حسگر کاهش داد؟

بین مصرف انرژی و کارایی شبکه‌های حسگر چگونه می‌توان مصالحه‌ای برقرار کرد؟

میزان تأثیر به‌کارگیری مرکز ثقل و مرکز انرژی در روش‌های کاهش مصرف انرژی در شبکه

[1] Round Robin
[2] Energy Consumption
[3] Center of Gravity
[4] Energy Center

حسگر بی‌سیم تا چه اندازه است؟

1-3. سابقه و ضرورت انجام تحقیق

با توجه به افزایش روزافزون استفاده از شبکه های حسگر بی سیم در صنایع مختلف، مطالعات زیادی در زمینه کاهش مصرف انرژی آن‌ها انجام گرفته است و الگوریتم‌های زیادی در زمینه تعیین سرخوشه مناسب در راستای کاهش انرژی مصرفی این شبکه‌ها ارائه گردیده است در این تحقیق به موارد زیر پرداخته می‌شود :

- مطالعه چندین الگوریتم در زمینه تعیین سرخوشه و مسیریابی و شناسایی مشکلات آن‌ها
- مطالعه الگوریتم‌های LEACH، LEACH-SWDN، EAERP، ERP، SEP و CRCWSN.
- بررسی و شناسایی مشکلات الگوریتم‌های مورد مطالعه، ازجمله بالا نبودن میزان طول عمر شبکه در آن‌ها، مصرف زیاد انرژی نسبت به الگوریتم پیشنهادی.

در الگوریتم ارائه شده جدید با مصرف انرژی بسیار کمتر نسبت به الگوریتم‌های نامبرده، طول عمر شبکه به میزان قابل توجهی افزایش یافته و کارایی شبکه بهبود می‌یابد.

1-4. فرضیه‌ها

- با توجه به قابلیت‌های مرکز ثقل و انرژی در شبکه های حسگر بی‌سیم، می‌توان با ترکیب این دو، ابزار مناسبی در تعیین سرخوشه، به منظور کاهش مصرف انرژی

ارائه کرد.

- به‌کارگیری سطح انرژی در کنار همسایگی به منظور خوشه‌بندی گره‌های حسگر می‌تواند باعث ایجاد خوشه‌های متوازن از لحاظ سطح انرژی و متوازن سازی میزان مصرف انرژی در شبکه گردیده، از مرگ زودرس گره‌ها جلوگیری کرده و در نتیجه باعث افزایش طول عمر شبکه گردد.
- ترکیب معیارهای مختلف انتخاب سرخوشه، با بهره‌گیری از مزایای هر یک می‌تواند باعث توازن بار سرخوشه و افزایش طول عمر شبکه گردد.

- با مطالعه دقیق الگوریتم‌ها و روش‌های موجود در مسیریابی خوشه‌ای شبکه‌های حسگر بی‌سیم، می‌توان الگوریتم جدیدی ارائه داد تا ضمن یافتن مسیر بهینه، مصرف منابع و انرژی شبکه را متوازن و کاهش دهد.

1-5. هدف‌ها

اصلی‌ترین هدف این تحقیق کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است که در راستای رسیدن به آن، اهداف زیر دنبال خواهد شد.

- ارایه الگوریتمی بهینه برای کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده مرکز ثقل و مرکز انرژی.
- افزایش طول عمر شبکه حسگر بی‌سیم.
- حفظ حداکثر پوشش شبکه‌ای در طول عمر شبکه حسگر.

بنابراین لحاظ نمودن الگوریتم‌های ذخیره انرژی در طراحی شبکه‌های حسگر با عمر

طولانی، امری حیاتی است و هدف ما از این تحقیق ارایه روشی بهینه برای کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر با به‌کارگیری مرکز ثقل و انرژی در شبکه می‌باشد.

1-6. کاربردها

کاربردهای شبکه حسگر به سه دسته نظامی، تجاری، پزشکی تقسیم می‌شوند. سیستم‌های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده بانی و میدان مین هوشمند، سیستم‌های هوشمند دفاعی از کاربردهای نظامی می‌باشد. در کاربردهای مراقبت پزشکی سیستم‌های مراقبت از بیماران ناتوان که مراقبی ندارند. محیط‌های هوشمند برای افراد سالخورده و شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربردهای آن شبکه‌ها است. کاربردهای تجاری طیف وسیعی از کاربردها را شامل می‌شود مانند سیستم‌های امنیتی تشخیص و مقابله با سرقت، آتش سوزی «در جنگل»، تشخیص آلودگی‌های زیست محیطی از قبیل آلودگی‌های شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای، سیستم‌های ردگیری، نظارت و کنترل وسایل نقلیه و ترافیک، کنترل کیفیت تولیدات صنعتی.

1-7. مراحل انجام تحقیق

- شناسایی و بیان کامل مسئله (منظور از مسئله، کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است)
- بررسی فعالیت‌های پیشین در راستای حل مسئله