

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



بهینه‌سازی مصرف انرژی در اکتساب داده در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

سبحان اسماعیلی

دانشجوی دکترای مهندسی فناوری اطلاعات- شبکه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، ایران

Dr.Esmaeili@Hotmail.Com

چکیده

کاربرد یک شبکه حسگر بی‌سیم اغلب بر اساس طول عمر حسگرهای استفاده شده در آن محدود می‌شود و طول عمر یک نود حسگر اساساً مرتبط است با حجم داده‌ای که نود حس کرده، پردازش کرده و انتشار می‌دهد. با توجه به اینکه یکی از مهمترین مسائل در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مسأله محدودیت انرژی است، امروزه روشهای مختلفی در رابطه با بهینه‌سازی مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم مطرح گردیده است که در این مقاله به بررسی و مقایسه‌ی این روش‌ها خواهیم پرداخت و در انتها روشی مبتنی بر شبکه‌های عصبی را ارائه می‌کنیم و تاثیر آن را به عنوان ابزاری کارآمد در کاهش مصرف انرژی در کلیه‌ی زمینه‌های چرخه‌ی وظایف، روش‌های داده‌گرا و روش‌های مبتنی بر قابلیت تحرک مورد بحث قرار می‌دهیم.

واژه‌های کلیدی: شبکه حسگر بی‌سیم، روش‌های داده‌گرا، کاهش مصرف انرژی، شبکه‌های عصبی، چرخه‌ی وظایف



Optimization of Energy Consumption in Data Acquisition in Wireless Sensor Networks

Sobhan Esmaeili

PhD Candidate of IT-Network Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Iran
Dr.Esmaeili@Hotmail.Com

Abstract

The application of a wireless sensor network (WSN) is mostly limited based on the lifetime of sensors used in it and the lifetime of a sensor node is basically related to the volume of data sensed, processed and published by the node. Considering that one of the major issues in wireless sensor networks is the issue of energy constraints, today, various methods are proposed related to the optimization of energy consumption in wireless sensor networks and in this paper, we are intended to investigate and compare these methods. At the end, we propose a method based on neural networks and discuss its effect as an efficient tool on reducing energy consumption in all fields of tasks cycle, data-driven methods and mobility-based methods.

Keywords: *Wireless Sensor Network, Data-Driven Methods, Reducing Energy Consumption, Neural Networks, Tasks Cycle.*



مقدمه

یک شبکه حسگر بی سیم متشکل از تعداد زیادی از دستگاه های بسیار کوچک است که گره های حسگر نامیده می شوند (Akyildiz et al, 2017). گره های حسگر عموماً مجهز به قابلیت های حسگری، پردازشی و ارتباطی هستند. گره های حسگر از نظر مکانی توزیع شده بوده و شرایط مربوط به محیط اطراف خود را اندازه گیری می کنند. وظیفه اصلی گره حسگر، جمع آوری نقاط داده در فواصل زمانی منظم و تبدیل آن به یک سیگنال الکترونیکی و انتشار سیگنال به گره ی سینک یا ایستگاه مبنا از طریق رسانه های ارتباطی بی سیم قابل اطمینان است.

با ظهور و تکامل فناوری میکروالکترونیک در دهه ۷۰ میلادی حسگرهای ارزان قیمت با ابعاد کوچک و وزن کم تولید شدند، مواد اولیه جدید برای ساخت حسگر، کشف و شناخته شده و متعاقب آن اصول جدیدی برای مقاصد عملی جمع آوری اطلاعات مطرح گردید. یکپارچگی حسگر و مدارات الکترونیکی تغییر شکل دهنده سیگنال، فرصت های قابل توجهی را برای بخش عمده های از کاربردها پدید آورد. امروزه کاهش حجم و وزن حسگرها و افزایش میزان حساسیت آنها، هدف اصلی بسیاری از آزمایشگاه های تحقیقاتی و شرکت های مختلف می باشد. اما کوچک شدن حجم گره های حسگر به معنای کوچک تر شدن باتری های مولد انرژی آنان بود.

مهمترین دلیل پیدایش و توسعه شبکه های حسگر بی سیم، کاربردهای پایش مداوم محیط هایی بوده است که دستیابی و حضور دائمی انسان در آنها، سخت یا ناممکن می باشد؛ کاربردهایی نظیر پایش مناطق مرزی صعب العبور، پایش استحکام سدها، پل ها و جاده ها، پایش میدان جنگ یا مناطق حساس نظامی و از این قبیل را می توان نام برد. در نتیجه معمولاً شارژ مجدد یا تعویض گره های مرده (از کار افتاده به دلیل اتمام منبع انرژی) امکان پذیر نمی باشد، زیرا همان طور که گفته شد این گره ها معمولاً در محیط ها و شرایط سخت، خشن و غیرقابل دسترس قرار گرفته و اغلب بصورت تصادفی و اقتضایی در محیط پراکنده می شوند (Merrett et al, 2013). بنابراین دو نکته طول عمر و میزان پوشش شبکه ای در کارایی شبکه های حسگر از اهمیت خاصی برخوردار است. از آن جایی که کاربردهای پایشی اصولاً کارهای زمان بری هستند، انتظار می رود که طول عمر شبکه های حسگر به حد کافی طولانی باشد. بنابراین مهمترین هدف شبکه های حسگر، مدیریت عاقلانه و منطقی منابع انرژی است.

چالش های شبکه های بی سیم

به طور کلی شبکه های حسگر با مسائل فنی از قبیل پردازش داده، ارتباطات و مدیریت حسگرها روبرو هستند و از دلائلی که سبب به وجود آمدن این مسائل شده است می توان به استفاده از این شبکه ها در محیط های خشن (گرما و سرمای زیاد)، نا معین و دینامیک و همراه با محدودیتهای پهنای باند و انرژی اشاره کرد. همین عوامل سبب شده است تا شبکه های موردی (بدون زیر ساختار) در مسیریابی و کنترل شبکه، پردازش اطلاعات مشترک، روشهای تقاضا و انجام وظایف خود دچار مشکل گردند.

آگاهی از ویژگیهای شبکه، یکی از اصول اساسی در عملکرد صحیح حسگرهاست (Estrin et al, 2014). هر گره لازم است که از مشخصات و محل همسایگان خود آگاهی یابد تا بتواند با آنها اطلاعات رد و بدل کرده و همکاری داشته باشد. در شبکه های ادهاک (بدون زیر ساختار)، توپولوژی شبکه بایستی کاملاً به صورت بلادرنگ عمل کرده و شبکه را نوسازی کند تا حسگرهای خراب شده را حذف و حسگرهای تازه را به شبکه اضافه نماید. اطلاع از کل شبکه برای حس کننده لازم نیست. بنابراین اگر حسگرها از همسایگان خود اطلاع داشته باشند کافیست. از طرفی دیگر، هر حسگر بایستی مکان خود را از نظر مختصات تا



حدودی بدانند. هنگامیکه استفاده از ابزارهای گران قیمتی مانند جی پی اس (Hedetniemi et al, 2010) در دسترس نباشد، الگوریتمهایی باید وجود داشته باشند تا حسگر، مختصات خود را به کمک آنها تخمین بزند.

در شبکه‌ای که منابع، انرژی، پهنای باند و توان پردازش، به طور دائمی در حال تغییر است و سیستم بایستی به صورت خودکار به حیات خود ادامه دهد، تغییر در ساختار آن، یک نیاز اساسی است. به دلیل این که طرح خاصی برای ارتباطات در شبکه‌های بدون زیر ساختار وجود ندارد ارتباط بین الگوریتمها و نرم افزارها ضروری است، به ویژه وقتی که لینکهای ارتباطی به دلیل غیرقابل اطمینان بودن و محوشدگی ممکن است حذف شوند. به همین دلیل، تحقیقات بر روی موضوعات مربوط به اندازه شبکه‌ها و تعداد لینکها و گره‌ها برای پایین آوردن خطا و بالا بردن قابلیت اطمینان در شبکه ضروری به نظر می رسد.

همچنین شبکه‌هایی که بر روی زمین ایجاد می‌شوند به دلیل این که از امواج RF استفاده می‌کنند و این امواج قدرتشان با افزایش مسافت کاهش پیدا می‌کند از این رو مدیریت خوبی بر روی تجهیزات ارتباطی و مصرف انرژی طلب می‌کنند. از طرف دیگر، استفاده از روش های استفاده شده در اینترنت مانند ایجاد IP، به دلیل تعداد بالای گره‌های حسگر امکان پذیر نیست. در واقع ما باید بتوانیم شبکه را به هر اندازه‌ای که می‌خواهیم گسترش دهیم و لذا هیچگونه IP ای در شبکه نباید استفاده کنیم، زیرا استفاده از IP نیاز به داشتن جداول نگهداری آن را در پی خواهد داشت و این امر به دلیل محدودیت حافظه و انرژی گره‌ها امکان پذیر نیست. علاوه بر مسئله آدرس دهی در شبکه، مسئله مسیریابی (Heinzelman et al, 2010) نیز با توجه به هندسه زمین و صرفه جویی در انرژی باید حل شود (Kahn et al, 2015). از موارد مهم دیگر در طراحی شبکه، چگونگی تاثیر پارامترهای سیستم (اندازه شبکه، چگالی گره‌ها، شعاع ارتباطی گره‌ها، فاصله ایستگاه پایه نهایی (Heinzelman et al, 2017) و غیره) در تأخیر، قابلیت اطمینان (Heinzelman et al, 2010) و انرژی شبکه است.

گره‌های موجود در شبکه حسگر، باید برای جمع‌آوری و پردازش داده همکاری کرده و اطلاعات مناسبی تولید کنند. پردازش اطلاعات و به وجود آوردن سیگنالهایی برای همکاری در شبکه‌های حسگر بیسیم، یکی از موضوعات مهم در طراحی بوده و مربوط به پیوند اطلاعات در شبکه‌های پخش شده می‌باشد. آن چه در این باره مهم است مرتبه اطلاعات تسهیم شده (Handy et al, 2013) بین گره‌ها و چگونگی پیوند این اطلاعات در گره‌هاست. به طور کلی، پردازش اطلاعات مربوط به حسگرهایی که تعداد آنها زیاد است (منابع اطلاعاتی)، به دلیل افزایش دقت دارای کارایی مناسب تری است ولی نیاز به منابع ارتباطی بالا و مصرف انرژی زیادی دارد. از این رو طراح این گونه شبکه‌ها بایستی نوعی مصالحه بین کارایی شبکه و استفاده از منابع شبکه برقرار کند (Xiangning et al, 2015).

هنگامی که گرهی اطلاعات را از گره دیگر دریافت می‌کند، این اطلاعات بایستی با اطلاعات خود گره پیوند و ترکیب شوند. روشهای پیوند اطلاعات که از قوانین ساده شروع و به مدلهای جدید می‌رسند همگی وابسته به چگونگی تولید اطلاعات هستند. در محیط شبکه ممکن است اطلاعات با گذشتن از چندین گره به گره مورد نظر برسند از این رو، الگوریتم پیوند بایستی وابستگی اطلاعات رسیده را تشخیص داده و از پیوند مجدد آنها جلوگیری کند. روشی که در بسیاری از شبکه‌ها استفاده می‌شود نگه داشتن سابقه داده و مسیر آن است، اما ممکن است این روش برای شبکه‌های دارای تعداد بسیار زیاد گره حسگر و با محدودیت انرژی و منابع پردازشی و ارتباطی عملی نباشد (Estrin et al, 2017; Kahn et al, 2015).

شبکه‌های حسگر در بسیاری موارد برای تشخیص، ردگیری و طبقه‌بندی اهداف به کار می‌روند. بنابراین تشریح داده، هنگامی که چندین هدف در یک ناحیه کوچک داشته باشیم یک مسئله ضروری است. هر گره بایستی مقادیر به دست آورده



برای یک هدف را با مقادیر به دست آمده از گره های دیگر یکسان سازد تا علاوه بر جلوگیری از مقادیر تکراری، پیوند داده نیز امکان پذیر باشد. تشریک داده بهینه به صورت محاسباتی نیاز به پهنای باند کافی دارد. از این رو در تشریک داده، باید موازنه ای بین کارایی و استفاده از منابع، برقرار گردد.

از موضوعات دیگری که باید در پردازش داده به آن توجه گردد چگونگی داشتن قابلیت اطمینان در شبکه با تأخیرهای موجود و همچنین افزایش عمر شبکه است. شبکه ای متشکل از حس کننده های ارزان قیمت، از نمونه برداری ساده بدون نیاز به الگوریتم های پیچیده استفاده می کند (Lindsey et al, 2011). برخی الگوریتمها ممکن است از لحاظ سرعت پردازنده و توانایی ارسال و دریافت، غیر همزمان باشند. گره های حسگر باید به طور متناوب دقت نتایج خود را بسنجند و این عمل را تا رسیدن به دقت مطلوب ادامه دهند.

در شبکه های حسگر، داده ها از محیط پیرامون جمع می شوند و در بانک اطلاعات حسگرها ذخیره می شوند. داده در گره هایی منتشر می شود که توسط لینک های غیر قابل اطمینان به یکدیگر وصل شده اند. همین کار، بانک اطلاعاتی را با چالش هایی در زمینه مقدار تأخیر، بلادرنگ بودن و بالا بودن قابلیت اطمینان رو به رو می کند. برای کاربرها مهم است که با یک واسط ساده، شبکه را مورد پرس و جو قرار دهند. به عنوان مثال، این واسط می تواند واحدی باشد که ورودی صوتی قبول می کند. کاربران باید قادر باشند فرمان هایی از قبیل تغییر در اولویت بندی و تغییر نوع هدفها را صادر نمایند. بنابراین یکی از چالش های مهم در مورد این شبکه ها، طراحی زبانی است که بتوان، توسط آن بانک اطلاعاتی شبکه حسگر را مورد پرس و جو قرار داد.

طبقه بندی روش های کاهش مصرف انرژی در شبکه های حسگر

تاکنون روش های بسیار متنوعی به منظور کاهش مصرف انرژی گره های حسگر و در حالت کلی شبکه حسگر بی سیم به کار گرفته شده اند. در مواردی این روش ها بر اساس اینکه در کدام یک از لایه های پشته پروتکل طراحی شده اند، طبقه بندی می شوند. برای مثال در (Langendoen et al, 2014; Demirkol et al, 2013) مطالعات مروری جامعی بر پروتکل های کاهش مصرف انرژی در لایه MAC، انجام گرفته است. همچنین روش های بسیاری به کاهش ارتباطات در لایه شبکه پرداخته اند که به آن ها پروتکل های مسیریابی اطلاق می گردد.

در (Al-karaki et al, 2011) مطالعات مروری جامعی بر پروتکل های مختلف مسیریابی و دسته بندی آن ها انجام گرفته است. اما بهترین و کامل ترین طبقه بندی در این خصوص در (Anastasi et al, 2014)، کلیه روش ها را صرف نظر از لایه ای که در آن کار می کنند، به سه دسته طرح کلی تقسیم می کند:

- طرح های چرخه وظایف
- طرح های داده گرا
- طرح های مبتنی بر قابلیت تحرک

چرخه وظایف

طرح های مبتنی بر چرخه وظایف عمدتاً بر زیرسیستم شبکه ای تمرکز دارند. بطور ایده آل، رادیو باید به محض اینکه دیگر داده ای برای ارسال یا دریافت وجود ندارد، خاموش شده و به محض اینکه بسته داده جدیدی شروع به آماده شدن کرد، فعال شود. بدین روش، گره ها بر اساس فعالیت شبکه، بین دوره های فعال و غیرفعال بطور متناوب در گذر هستند. به این رفتار اصطلاحاً چرخه وظایف می گویند.



در واقع چرخه وظایف، کسری از زمان است که گره‌ها در طی طول عمر خود فعال هستند. وقتی گره‌های حسگر یک عمل اشتراکی را انجام می‌دهند، نیاز به هماهنگی زمان‌های خواب و بیداری دارند. بنابراین همراه هر طرح چرخه وظایف، یک الگوریتم زمان‌بندی خواب و بیداری وجود دارد. معمولاً این الگوریتم یک الگوریتم توزیع شده بوده و مبتنی بر آن است که کدام یک از گره‌های حسگر تصمیم بگیرند که چه وقت از حالت فعال (بیدار) به غیرفعال (خواب) تغییر وضعیت پیدا کنند. این الگوریتم به گره‌های همسایه امکان می‌دهد تا در آن واحد فعال شوند. بنابراین مبادله بسته‌ها را حتی وقتی گره‌ها با چرخه وظایف پایینی کار می‌کنند، امکان‌پذیر می‌سازد. طرح‌های چرخه وظایف خود به دو طرح فرعی کنترل توپولوژی و مدیریت توان تقسیم می‌شوند.

روش‌های داده‌گرا

طرح‌های چرخه وظایف، معمولاً به داده‌ای که توسط گره‌های حسگر نمونه‌برداری می‌شود بی‌توجه هستند. از این رو، روش‌های داده‌گرا حتی می‌توانند برای افزایش بیشتر بهره‌وری انرژی به کار روند. در واقع، حسگری داده به دو روش بر مصرف انرژی تاثیر می‌گذارد: کاهش نمونه‌های غیرضروری و اکتساب داده با بهره‌وری انرژی.

از آنجایی که داده‌های نمونه‌برداری شده عموماً دارای همبستگی فضایی - زمانی شدیدی هستند، بنابراین، نیازی به ارسال اطلاعات افزونه (تکراری) به سینک وجود ندارد. نمونه‌های داده غیرضروری منجر به اتلاف بیهوده انرژی می‌گردند. حتی اگر هزینه‌ی نمونه‌برداری قابل‌گذشت باشد، برقراری ارتباطات برای ارسال داده‌های تکراری باعث اتلاف انرژی می‌گردد. همچنین در مواردی، بسته به کاربرد ممکن است مصرف زیرسیستم حسگری غیرقابل‌گذشت باشد. بنابراین مصرف انرژی زیرسیستم حسگری نیز لازم است، کاهش یابد.

کاهش میزان داده

برخی از روش‌های داده‌گرا به منظور کاهش میزان داده نمونه‌برداری شده همزمان با حفظ دقت حسگری در سطحی قابل قبول برای کاربرد مورد نظر، طراحی می‌شوند. هدف همه این روش‌ها، کاهش میزان داده‌ای است که باید به گره سینک ارسال شود. هرچند، اصولشان با هم متفاوت است. روش‌های کاهش داده خود به سه دسته پردازش درون شبکه‌ای، فشرده‌سازی داده و پیش‌بینی داده تقسیم می‌شوند.

پردازش درون شبکه‌ای

به معنی انجام اجتماع داده (محاسبه میانگین مقادیر) یا ترکیب (فیوژن) داده‌ها در گره‌های میانی بین منبع تا سینک است. هزینه‌ی انرژی ارسال یک بیت واحد از اطلاعات، تقریباً با هزینه انرژی پردازش هزاران عملیات در یک گره حسگر معمولی برابر است. بنابراین، روش مؤثر دیگر برای کاهش مصرف انرژی، کمینه کردن تعداد ارتباطات است. برای انجام این کار، گره‌های میانی ممکن است چندین رویداد را در یک رویداد ادغام کرده و میزان ارسال اطلاعات و اندازه کلی داده را برای ذخیره منابع سیستم کاهش دهند. میزان کلی کاهش، عمدتاً، به مشخصات داده، نمایش‌های رویداد و کاربردها وابسته است. از آنجایی که گره‌های حسگر ممکن است داده‌های افزونه زیادی را تولید کنند، بسته‌های مشابه از چندین گره می‌توانند مجتمع شوند، به طوری که تعداد ارسال‌ها کاهش یابند.

فشرده‌سازی داده (کدینگ شبکه‌ای)

به منظور کاهش میزان اطلاعات ارسالی توسط گره‌های منبع و بوسیله رمزگذاری اطلاعات در گره‌های تولیدکننده داده و رمزگشایی اطلاعات در گره‌های سینک انجام می‌شود. با توجه به آنکه، روش پردازش درون شبکه‌ای در مواردی که همه بسته‌های



اصلی در گره های دریافت کننده مورد نیاز هستند، نمی تواند به کار گرفته شود، بنابراین اخیراً روش کدینگ شبکه ای برای کاهش ترافیک کلی در شبکه ها معرفی شده است.

پیش بینی داده

به معنی نگاه انتزاعی از پدیده حس شده است. یعنی مدلی که سیر تکاملی داده را توصیف کند. این مدل، می تواند مقادیر حس شده توسط گره های حسگر را با کران های خطای معین، پیش بینی کند. این مدل هم در گره حسگر هم در سینک قرار می گیرد. اگر دقت مورد نیاز ارضا شود، پرس وجو های صادر شده توسط کاربران ممکن است از طریق مدل مذکور بدون نیاز به اکتساب داده های دقیق از گره ها، در سینک مورد ارزیابی قرار گیرد. از سوی دیگر اگر این مدل به اندازه کافی دقیق نباشد، یعنی به بازایی نمونه های حقیقی نیاز باشد و یا لازم باشد که مدل به روز رسانی شود، ارتباطات آشکاری بین گره های حسگر و سینک مورد نیاز خواهد بود. در کل، پیش بینی داده، تعداد اطلاعات ارسال شده توسط گره های منبع و در نتیجه مصرف انرژی مورد نیاز برای برقراری ارتباطات را کاهش می دهد.

روش های مبتنی بر قابلیت تحرک

در مواردی که گره های حسگر متحرک هستند، قابلیت تحرک می تواند در نهایت به عنوان ابزاری برای کاهش مصرف انرژی به کار رود. در شبکه حسگر ایستا، بسته هایی که از گره های حسگر می آیند، معمولاً یک مسیر چند پرشی را تا سینک طی می کنند. بنابراین، برخی از مسیرها ممکن است بیش از سایر مسیرها پر شوند و گره های نزدیک تر به سینک باید بسته های بیشتری را رله کنند. به طوری که بیشتر مورد تخلیه انرژی قرار می گیرند. اگر برخی از گره ها (احتمالاً گره سینک) متحرک باشند، جریان ترافیک ممکن است تغییر یابد. اگر دستگاه های متحرک مسئول جمع آوری مستقیم داده از گره های ایستا باشند، گره های معمولی (ثابت) منتظر دستگاه متحرک و عبور پیغام های مسیر از طریق آن می مانند، به طوری که برقراری ارتباط در نزدیکی هر گره (مستقیماً یا حداکثر با پیمودن چند پرش) رخ می دهد. در نتیجه، گره های معمولی در مصرف انرژی صرفه جویی می کنند، زیرا طول مسیر، میزان درگیری و سربارهای ارسال کاهش می یابد.

نقش شبکه های عصبی در کاهش مصرف انرژی شبکه های حسگر بی سیم

شبکه ی عصبی مصنوعی، سیستمی بزرگ از اجزاء پردازشی موازی یا توزیع شده بنام نورون یا سلول عصبی است که در یک توپولوژی گراف به هم متصل شده اند. نورون ها از طریق ارتباطات وزن داری بنام سیناپس به هم متصل می شوند. داده ها جدا از پردازش ذخیره نمی شوند، زیرا داده ها ذاتاً به هم متصل هستند. به عبارت دیگر، شبکه های عصبی مصنوعی، الگوریتم های ریاضی هستند که قادر به یادگیری نگاشت های پیچیده ی بین ورودی (ها) و خروجی (ها) از طریق آموزش تحت نظارت بوده یا قادر به رده بندی اطلاعات ورودی به روشی بدون نظارت می باشند.

یکی از مهمترین ویژگی های شبکه های عصبی توانایی تشخیص داده هایی است که تحت تأثیر نویز یا دستکاری عمدی قرار گرفته اند. شبکه ی عصبی آموزش دیده، می تواند تغییرات ناخواسته و نامطلوب را حذف کرده و داده اصلی را شناسایی کند. در سکوها شبکه های حسگر بی سیم که از ماهیت فازی و غیرقابل پیش بینی برخوردار بوده و پارامترهای مختلفی در رفتار آنها نقش دارند، شبکه های عصبی از طریق کاهش ابعاد داده که به سادگی از الگوریتم های خوشه بندی شبکه های عصبی به دست می آید، می توانند منجر به کاهش ارتباطات و ذخیره انرژی گردند (Kulakov et al, 2012). به علاوه از آنجایی که شبکه های حسگر بی سیم ماهیت متمرکز دارند، یعنی اینکه داده های حاصل از همه گره های شبکه باید به یک ایستگاه مبنا ارسال شوند، قابلیت شبکه عصبی در پیش بینی اندازه گیری های گره های حسگر می تواند، ارتباطات غیر ضروری را به شدت کاهش داده و باعث



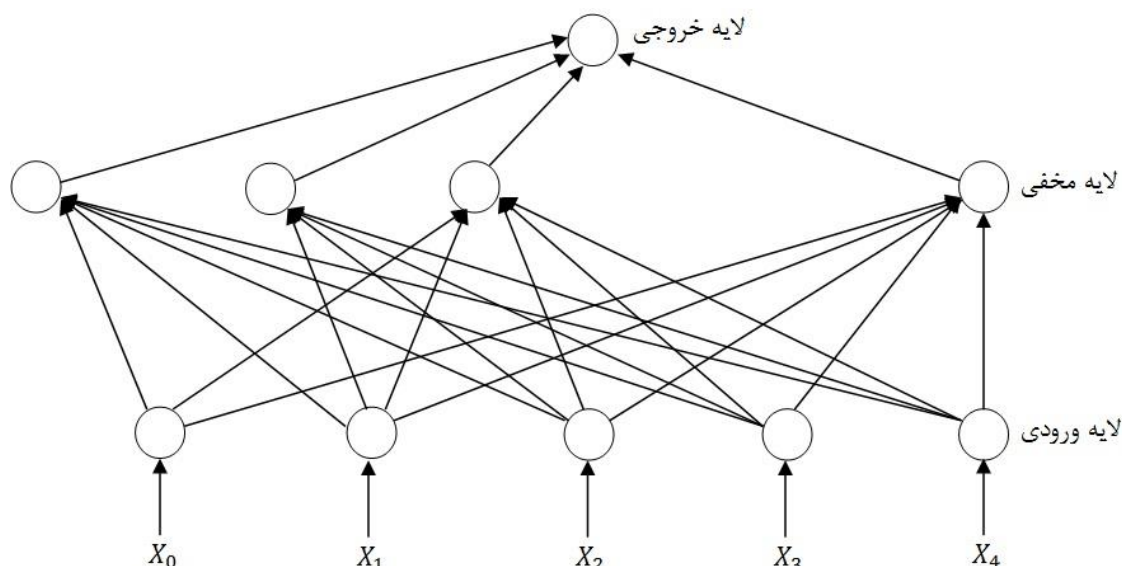
ذخیره انرژی شبکه گردد.

انگیزه ی مهم دیگر برای به کارگیری روش های مبتنی بر شبکه های عصبی در شبکه های حسگر بی سیم، وجود شباهت ذاتی بین این دو است. شبکه های عصبی مصنوعی قویاً از معماری مشابه با شبکه های حسگر بی سیم برخوردارند؛ به طوری که نوروها معادل گره های حسگر و ارتباطات وزن دار (سیناپس ها) معادل لینک های رادیویی می باشند (Oldewurtel et al, 2013). همچنین به کارگیری الگوی شبکه عصبی در محیط شبکه های حسگر می تواند منجر به درک بهتر و عمیق تر محیط گردد. با این دیدگاه، می توان کل شبکه حسگر را به عنوان یک شبکه عصبی در نظر گرفت که در آن هر گره حسگر برای تصمیم گیری در مورد فعالیت خروجی خود از یک شبکه عصبی استفاده کند. بنابراین، پیاده سازی کارای شبکه های عصبی که از محاسبات ساده ای برخوردار باشد، می تواند جایگزین الگوریتم های سنتی پردازش سیگنال شده و پردازش داده ها در گره های حسگر را با مصرف منابع (انرژی و محاسباتی) کمتری امکان پذیر سازد.

شبکه های عصبی در طرح های چرخه ی وظایف

از شبکه های عصبی می توان برای مدیریت پویای توان و زمان بندی چرخه وظایف گره های حسگر (تعیین اینکه کدام گره در چه زمانی خواب یا بیدار باشد) استفاده کرد (Xue et al, 2014). در این روش، زمان رویداد بعدی یک سری غیر ثابت است که با استفاده از شبکه های عصبی موجک تا حد امکان بطور دقیق پیش بینی می شود. شبکه عصبی مذکور در واقع یک شبکه سه لایه است که در لایه مخفی از تبدیل موجک مورلت استفاده می کند. گره هایی که در حالت های خواب عمیق تری قرار دارند، انرژی کمتری مصرف می کنند اما تأخیر بیشتر و مصرف انرژی بالاتری را برای بیدار شدن موجب می شوند. بنابراین حالت گره ها از طریق پیش بینی زمان رویداد بعدی و تعیین زمان آستانه ای که با انرژی باقیمانده گره ها در ارتباط است و مقایسه این دو زمان تعیین می شود.

نتایج شبیه سازی در (Xue et al, 2014) نشان می دهند که مصرف انرژی، بطور قابل توجهی کاهش یافته و طول عمر کلی شبکه های حسگر بی سیم با روش پیشنهادی به شدت افزایش می یابد. نتایج مقایسه ی سیاست پیشنهادی با روش قبلی مدیریت پویای توان نشان می دهد که مصرف انرژی گره های حسگر با نرخ های متفاوت از دست دادن رویداد در سیستم پیشنهادی افزایش می یابد. اما این روش (Xue et al, 2014) دارای اشکالاتی نیز است. یکی از اشکالات این طرح آن است که تأخیر را آنالیز نمی کند. در حالی که تأخیر، پارامتر بسیار مهمی در شبکه حسگر است. دوم اینکه باید به طریقی مشکل چگونگی جلوگیری از ازدست دادن رویدادها را در زمانی که گره ها در حالت خواب به سر می برند، بطور مؤثر مدیریت نمود.



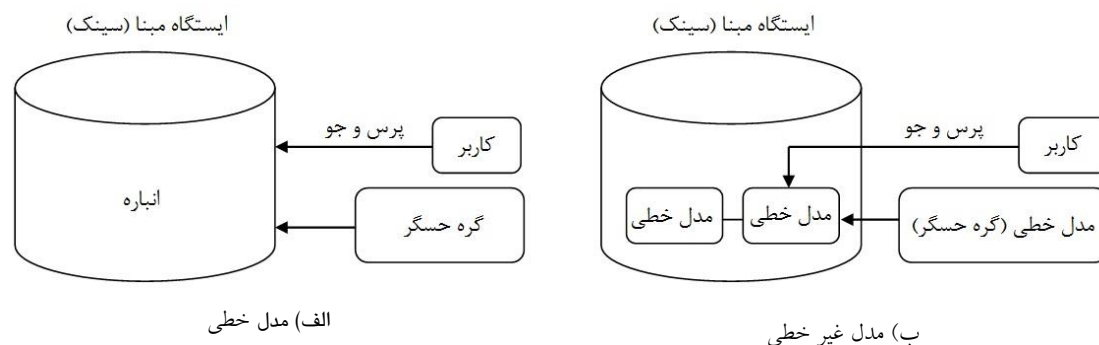
شکل ۱: ساختار توپولوژیک شبکه عصبی موجک (Xue et al, 2014)

شبکه‌های عصبی در کاهش داده

پیش‌بینی داده‌های حسگر به کمک شبکه‌های عصبی

روش‌های جدید حسگری با بهره‌وری انرژی از طریق پیش‌بینی اندازه‌گیری حسگر، توانایی زیادی در کاهش ارتباطات در شبکه حسگر از خود نشان داده است. در این روش‌ها، گره سینک مدل سری‌های زمانی را استخراج می‌کند تا خواندن‌های محلی را به جای برقراری ارتباط مستقیم با حسگرها و دریافت اندازه‌گیری‌های واقعی، پیش‌بینی کند. با این وجود، روش‌های قبلی تنها محدود به مدل‌های بازگشتی خودکار خطی بوده و تنها برای مدل‌سازی پدیده خطی در نظر گرفته شده‌اند. طبیعتاً، این مدل‌های خطی برای عمل تخمین فرایندهای نویزدار چندبعدی غیرخطی نامناسب هستند.

در روش دیگر (Raghunathan et al, 2015)، چارچوبی جدید مطرح است، که با مدل سری‌های زمانی غیرخطی برای تخمین اندازه‌گیری ترکیب شده و از طریق یادگیری نگاشتی که با ویژگی‌های طولانی مدت فرایند مورد نظر تطابق دارد، مصرف انرژی کاهش می‌یابد. این مدل، نیاز به تخمین مجدد مکرر پارامترهای مدل را برطرف می‌کند. در نهایت با کم شدن نیاز به برقراری ارتباط بین گره سینک و گره‌های حسگر، مصرف انرژی را کمینه می‌کند. محققان برای انجام عمل مذکور از شبکه عصبی بازگشتی المن استفاده نمودند. همچنین برای آموزش این شبکه از روش‌های مبتنی بر نیوتن مرتبه دوم بهره جستند.



شکل ۲: تخمین اندازه گیری حسگرها (Raghunathan et al, 2015).

پردازش درون شبکه‌ای به کمک شبکه‌های عصبی

از آنجایی که در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، انجام محاسبات، کمتر از ارتباطات به مصرف انرژی نیاز دارد، ذخیره انرژی قابل توجهی از طریق اجتماع داده قابل دستیابی خواهد بود. اجتماع داده، ترکیب داده‌های به دست آمده از منابع مختلف با استفاده از توابعی نظیر اجتماع، انتخاب کمینه، انتخاب بیشینه و میانگین‌گیری است. برخی از این توابع یا به صورت جزئی و یا کامل در هر گره حسگر اجرا می‌شوند و به گره‌های حسگر امکان می‌دهند تا کاهش داده درون شبکه‌ای را اجرا کنند. اجتماع داده به کمک روش‌های پردازش سیگنال نیز امکان‌پذیر است. در این حالت، به آن ترکیب داده (دیتافوژن) می‌گویند که یک گره قادر به تولید یک سیگنال دقیق‌تر بوسیله کاهش نویز و استفاده از برخی روش‌ها نظیر شکل‌دهی پرتو موج به منظور ترکیب سیگنال‌ها است.

روش‌های ترکیب داده برای پردازش توزیع شده داده‌های به دست آمده از حسگرهای متعدد، جهت ذخیره انرژی با کاهش هزینه محاسباتی و افزایش دقت با حذف اندازه‌گیری‌های دارای نویز از داده‌های همبسته به کار گرفته می‌شوند. مسلماً ادغام داده‌های بدست آمده از حسگرهای غیرهم‌نوع در میدان حسگرها، نسبت به داده‌های بدست آمده از یک حسگر واحد، آگاهی وضعیت کامل‌تری را به ما ارائه می‌کند. حسگرهای غیرهم‌نوع، با هم‌بخشی و به اشتراک گذاشتن اندازه‌گیری‌های متعامد (مشابه) یا مکمل یکدیگر، چشم‌انداز جامعی از محیط را برای ما ایجاد می‌کنند و با کاهش هزینه محاسباتی، حجم داده ارسالی و اجتناب از روش‌های پردازش متمرکز که به ارتباطات زیادی نیاز دارد، در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کنند.

یکی از موارد مهمی که در ترکیب داده شبکه‌های حسگر مطرح است، لزوم استفاده از سیستمی هوشمند است که بتواند با دقت بالا و بطور خودکار و کارا، داده‌های غیرهم‌نوع بدست آمده از منابع مختلف را ترکیب کرده و در مواردی که داده‌ها تحت تأثیر نویز و یا تقلب عمدی قرار گرفته باشند نیز قادر به شناسایی و رده‌بندی آن‌ها باشد. یکی از این روش‌های هوشمندانه می‌تواند استفاده از شبکه‌های عصبی باشد. ترکیب داده‌های حسگر با ارقام مشخص به روش‌های معروفی نظیر فیلتر کالمن یا آماربسی استناد می‌کند. اما در موقعیتی که هیچ مدل آماری مشخصی برای عدم قطعیت (تخمین خطا) وجود نداشته باشد، به جای این روش‌ها، روش‌های دیگری مثل ترکیب داده حسگری مبتنی بر قاعده، منطق فازی و شبکه‌های عصبی باید استفاده شوند (Winter et al, 2017).

آمارهای ردیابی بر اساس روش‌های آموزشی شبکه‌های عصبی مصنوعی با مقادیر واقعی یا شبیه‌سازی شده به شبکه عصبی آموزش داده می‌شود. شبکه عصبی، اثرات اختلالات محیطی یا عمدی بر داده‌ها را بر اساس آموزشی که دریافت کرده است، خنثی می‌کند. برای پردازش آمارهای ردیابی و ویژگی‌های حسگرها، ساختارهای خاصی اتخاذ می‌گردد. ضمن اینکه ترکیب



داده‌های حسگرهای غیرهمنوع نیز با این روش تضمین می‌گردد.

در یک سیستم توزیع شده، انتساب ردیابی - به- ردیابی، ردیابی‌هایی را می‌گیرد که بر روی حسگرهای چندگانه شکل گرفته‌اند و سعی می‌کند ردیابی‌هایی را که به هدف یکسانی مربوط می‌شوند، مرتبط کرده و رده‌بندی کند. این الگوریتم به ازای بیش از دو هدف، NP-Hard است و یک روش تقریبی برای یافتن جواب، مورد نیاز می‌باشد. برای حل این مسأله، روشی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی پیشنهاد داده شده است. این روش مبتنی بر شبکه‌های عصبی هاپفیلد بوده و همواره در ۱۷/۴ درصد از زمان، راه‌حل بهینه را می‌یابد و راه‌حلی پیدا می‌کند که جواب درست را در زمان باقیمانده تخمین می‌زند.

اگرچه شبکه‌های عصبی، روش‌های همه منظوره‌ای برای حل مسائل هستند، اما پردازش در این شبکه‌ها بسیار سنگین و پردردسر است. یکی از مشکلات اصلی این شبکه‌ها، روش تشخیص حجم مناسب داده‌های آموزشی است. اعمال داده‌های آموزشی خیلی کم یا خیلی زیاد، ممکن است باعث شود که سیستم در تصمیم‌گیری اشتباه کند. پیشنهاد شده است که برای انجام شناسایی در هر سکو و میانگین وزنی که از تصمیمات شناسایی حاصله گرفته می‌شود، باید از سیستم‌های خبره استفاده کرد (Kittler et al, 2011).

شبکه‌های عصبی در شبکه‌های حسگر متحرک

انتساب داده‌های حسگر موبایل (متحرک) در ردیابی اهداف، یکی از مهمترین مسائل در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. مهمترین موضوعی که در الگوریتم‌های انتساب داده مطرح است، تفکیک داده حسگر به مجموعه مشاهدات مربوط به چند هدف مختلف است. موضوع مهم دیگر جلوگیری از تأثیر دوگانه بین حسگرهای متحرک به ازاء هدفی واحد است. الگوریتم‌های انتساب داده از سه بخش تشکیل می‌شوند: اکتساب، پردازش و ترکیب. ردیابی حسگر متحرک با الگوریتم‌های انتساب داده، شرط لازم سیستم‌های دیده‌بانی حسگری متحرک در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است (Feng et al, 2013). الگوریتم‌های مختلفی برای انتساب داده به خصوص در مسأله ردیابی اهداف چندگانه پیشنهاد داده شده‌اند؛ نظیر انتساب داده احتمالی مشترک (JPDA) که برای محیط‌هایی که تعداد هدف‌های کاذب زیاد است، مناسب می‌باشد (Chung et al, 2014).

اما JPDA به دلیل متکی بودن به روش‌های مبتنی بر همسایگی معمولاً روابط بین اندازه‌گیری‌های حسگرها و ردیابی‌های هدف موجود را بصورت مستقل در نظر گرفته و با عدم قطعیت و تأخیر مواجه است. بنابراین روش‌های شبکه عصبی مبتنی بر شبکه عصبی هاپفیلد برای حل این مشکل پیشنهاد داده شدند (Sengupta et al, 2011). مشکل شبکه عصبی هاپفیلد این است که تعیین مقادیر وزن‌ها در آن بسیار دشوار بوده و معمولاً به نتایج نامعقولی ختم می‌شود. اخیراً محققان، شبکه‌عصبی هاپفیلد را با الگوریتم ژنتیک ترکیب کرده و آنرا HNN-GA نامیده‌اند (Salcedo et al, 2016). آن‌ها این روش را در یک راهبرد مبتنی بر عامل متحرک به کار گرفتند که با استفاده از بار شبکه‌ای پایین و همکاری عامل‌های متحرک، می‌تواند انتساب وظایف به گره‌ها را بهینه کند.

گروهی از محققان نیز تلاش نمودند از مزایای شبکه عصبی هاپفیلد استفاده کنند، بنابراین روش شبکه عصبی هاپفیلد رقابتی (CHNN) را توسعه دادند که با مدیریت ماهرانه تابع به روزرسانی (وزن‌ها) و اندازه‌گیری هزینه، مسائل بغرنج ذکر شده فوق را بطور صحیح رفع می‌نماید (Feng et al, 2013). بنابراین این روش را می‌توان به عنوان سناریویی برای حل ردیابی هدف با حسگرهای متحرک در آرایش‌های شبکه حسگر بی‌سیم اتخاذ نمود. شبکه عصبی هاپفیلد رقابتی یک هاپفیلد توسعه یافته است که در آن یک تصمیم بصورت کاملاً اشتراکی اتخاذ می‌گردد. هر نورون، اطلاعات را از سایر نورون‌ها دریافت کرده و اطلاعات خود را به دیگر نورون‌ها می‌دهد. هر نورون با استفاده از این اطلاعات جمعی، به ازاء کمترین مقدار تابع انرژی از پیش تعریف شده به حالت پایداری خواهد رسید. پیوند اندازه‌گیری‌های حسگر متحرک و ردیابی‌های موجود منجر به افزایش دقت در



سیستم‌های ردیابی حسگر متحرک خواهد شد زیرا در محیط‌هایی که اهداف متراکمی وجود دارند، اندازه‌گیری‌هایی که به واسطه اهداف نزدیک به هم تولید می‌شوند، ممکن است الگوریتم انتساب داده را به اشتباه انداخته و منجر به روابط نادرستی گردد. به علاوه طرح به روزرسانی رقابتی وزن‌ها ممکن است مشکلات ذکر شده در بالا را رفع کرده و همگرایی به وضعیتی ثابت را تضمین نماید.

ارزیابی روش‌های استفاده شده در کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

در طرح‌های مبتنی بر چرخه‌ی وظایف به طور ایده آل، رادیو باید به محض اینکه دیگر داده ای برای ارسال یا دریافت وجود ندارد خاموش شده و به محض اینکه بسته داده جدیدی شروع به آماده شدن کرد فعال گردد. در این طرح‌گره‌هایی که در خواب عمیق تری قرار دارند انرژی کمتری مصرف می‌کنند اما تأخیر بیشتر و مصرف انرژی بالاتری را برای بیدار شدن موجب می‌شوند. همچنین باید به طریقی مشکل چگونگی جلوگیری از دست دادن رویدادها را در زمانی که گره‌ها در حالت خواب به سر می‌برند به طور مؤثر مدیریت شود.

طرح‌های چرخه‌ی وظایف معمولاً به داده‌هایی که توسط گره‌های حسگر نمونه برداری می‌شوند بی‌توجه هستند در صورتی که در روش‌های داده‌گرا به داده‌های نمونه برداری شده توجه می‌شود (داده‌های تکراری ارسال نمی‌شود) و به این صورت بهره‌وری انرژی افزایش می‌یابد. در نهایت در مواردی که گره‌های حسگر متحرک هستند، قابلیت تحرک می‌تواند به عنوان ابزاری برای کاهش مصرف انرژی (فراتر از طرح‌های چرخه‌ی وظایف و داده‌گرا) به کار رود.

جدول ۱: مقایسه‌ی روش‌های مختلف بهینه‌سازی مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم (Xue et al, 2014).

روش‌ها	مدیریت توان مصرفی	پیاده‌سازی	ترافیک شبکه	اکتساب داده
چرخه‌ی وظایف	ضعیف	ساده	بالا و با تأخیر	پویا
داده‌گرا	قوی	پیچیده	پایین و بدون تأخیر	تمام نودها بدون تکرار
مبتنی بر قابلیت تحرک	متوسط	پیچیده	متغیر	نودهای متحرک



نتیجه‌گیری

در این مقاله روش‌های مختلف بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم بررسی و مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین تأثیر و نقش شبکه‌های عصبی به عنوان ابزاری کارآمد در کاهش مصرف انرژی در کلیه زمینه‌های چرخه‌ی وظایف، روش‌های داده‌گرا و روش‌های مبتنی بر قابلیت تحرک بررسی گردید. با توجه به توانایی کم‌نظیر شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی، رده‌بندی، شناسایی و ترکیب داده‌های حسگر به عنوان هدف بعدی پیشنهاد می‌گردد میزان نقش الگوریتم‌های خوشه‌بندی شبکه‌های عصبی در جهت ایجاد خوشه و تأثیرات آن در بهینه‌سازی مصرف انرژی بررسی گردد.



مراجع

- I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, 2017. A Survey on Sensor Networks, In IEEE Communications. 2017. 102-114.
- I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarsabramaniam and E. Cayirci, 2016. Wireless Sensor Networks: A Survey, In Computer Networks. 2016. 393-422.
- Merrett, G. V., Harris, N. R., Al-Hashimi, B. M. and White, N. M, 2013. Energy Managed Reporting for Wireless Sensor Networks Sensors and Actuators. 2013. 379-389.
- D. Estrin, R. Govindan, J. Heidemann, and Satish Kumar, 2014. Next Century Challenges: Scalable Coordination in Sensor Networks. 2014. 99-108.
- S. Hedetniemi, A. Liestman, 2009. A Survey of Gossiping and Broadcasting in Communication Networks, 2009. 319-349.
- W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, 2010. Energy-Efficient Communication protocol for Wireless Microsensor Networks, International Conference on System Sciences. 2010. 28-34
- J. M. Kahn, R. H. Katz and K. S. J. Pister, 2015. Next Century Challenges: Mobile Networking for Smart Dust, the 5 th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, 2015. 271-278.
- W. Heinzelman, J. Kulik, H. Balakrishnan, 2017. Adaptive Protocols for Information Dissemination in Wireless Sensor Networks, In Proceedings of the 5 th ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, 2017. 174-185.
- W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan, 2010. An Application-Specific protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks, In IEEE Transactions on Wireless Communications, 2010. 4-12.
- M. Handy, M. Hasse, D. Timmermann, 2013. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy with Deterministic ClusterHead Selection, In IEEE MWCN, 2013. 98-105.
- F. Xiangning, S. Yulin, 2015. Improvemnet on LEACH protocol of Wireless Sensor Network, In Proceedings of IEEE International Conference on Sensor Technologies and Applications, 2015. 260-264.
- D. Estrin, L.Girod, G. Pottie, and M. Srivastava, 2017. Instrumenting the World with Wireless Sensor Networks, In International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2017. 200-208.
- S. Lindsey, C. Raghavendra, 2011. Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems, In IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2011. 1125-1130.
- Langendoen K, 2014. Medium Access Control in Wireless Sensor Networks, In Book Chapter In Medium Access Control in Wireless Networks, 2014. 378-396.
- Demirkol I, Ersoy C, Alagoz F, 2013. MAC Protocols for Wireless Sensor Networks: a Survey, In IEEE Communications Magazine, 2013. 920-931
- Al-karaki J.N, Kamal A.E, 2011. Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: A Survey, In IEEE Wireless Communication, 2011. 6-28.
- Anastasi G, Conti M, Passarella A, 2014. Energy Conservation in Wireless Sensor Networks: a survey, In Ad Hoc Networks, 2014. 537-568.
- Kulakov A, Davcev D, Trajkovski G, 2012. Application of wavelet neural-networks in wireless sensor networks, In Sixth International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, 2012. 262-267
- Oldewurtel F and Mahonen P, 2013. Neural Wireless Sensor Networks, In International Conference on Systems and Networks Communications, 2013. 1104-1132.
- Xue, W, Sheng W, Ma, J.J, Bi D.W, 2014. Energy-efficient Organization of Wireless Sensor Networks with Adaptive Forecasting, In Sensors, 2014. 2604-2616.
- Raghunathan V, Schurghers C, Park S, Srivastava, 2015. Energy-aware Wireless Microsensor Networks, In Signal Processing Magazine, 2015. 40-50.
- Winter M. and Favier G, 2017. A Neural Network for Data Association, In Proc IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2017. 1041-1044.



- Kittler J, 2011. Multi-Sensor Integration and Decision Level Fusion, In Proc. DERA/IEE Workshop Intelligent Sensor Processing, 2011. 1-6.
- Feng, X, Xu, Z.H, 2013. A Neural Data Fusion Algorithm for Wireless Sensor Networks, In Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and Systems, 2013. 54-57.
- Chung, Y.N., Chong, C.Y., Bar-Shalom, Y, 2014. Joint Probabilistic data and association Distributed sensor Networks, In IEEE Trans, 2014. 889-897.
- Sengupta D, Iltis R.A, 2011. Neural solution to Multitarget Tracking Data Association Problem, In IEEE Trans. Aerosp. Electron, 2011. 86-108.
- Salcedo-Sanz S, Yao X, 2016. A hybrid Hopfield network-Genetic algorithm approach for the terminal assignment problem, In IEEE Transactions on Systems, 2016. 2343-2353.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو