APJ. 4(4):1-10, Winter 2023

Arman Process Journal (APJ)

Homepage: armanprocessjournal.ir

Examining the Challenges and Prospects of Target Tracking Problem in Wireless Sensor Networks

Z. Bigdeli[*,1]

[1]

Department of Computer Engineering, khodabandeh Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran

ABSTRACT

Received: 20 December 2023
Accepted: 13 March 2024

KEYWORDS:

Tracking Targets,
Ranking Algorithm,
Wireless Sensor Network,
Cyber Physical Systems,

[1] Corresponding author
stdiau2017@yahoo.com

Nowadays, cyber-physical systems can be used for many new technological applications such as traffic monitoring, battlefield surveillance, and monitoring based on sensors and distribution networks. These systems intelligently monitor and monitor the state of the surrounding environment and react with an intelligent response to the events of the surrounding environment. Wireless sensor network is one of the important applications of cyber-physical systems, in which it starts collecting information from the surrounding environment by using a large number of sensor nodes in a wide environment. Tracking moving targets is a fundamental and challenging issue in this field. In this article, we investigate the tracking of targets on the wireless sensor networks, then we will review and present the issues and problems of tracking in this area. for this purpose, we will first have a comprehensive definition of cyber physical systems as well as the wireless sensor network, then we will continue to review We will track targets in the sensor network and we will examine the methods of tracking in the network and related quality parameters.

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
20	0	0

نشریه تخصصی آرمان پردازش، دوره ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲

فصلنامه تخصصی آرمان پردازش
(APJ)
Homepage: www.armanprocessjournal.ir

بررسی چالش ها و چشم اندازهای مساله رهگیری اهداف در شبکه های حسگر بی‌سیم

زهرا بیگدلی *[1,*]
دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خدابنده، زنجان، ایران

چکیده

امروزه سیستم‌های سایبر فیزیکی می‌توانند برای بسیاری از کاربردهای تکنولوژیکی نوین مانند مانیتورینگ ترافیک، بررسی میدان جنگ و مانیتورینگ بر مبنای حسگر و شبکه های توزیعی بکار روند. این سیستم‌ها و ضعیت محیط اطراف را به صورت هو شمندانه نظارت و پایش می‌کنند و با پا سخی هو شمندانه به رخدادهای محیط اطراف، واکنش نشان می‌دهند. شبکه حسگر بی‌سیم یکی از کاربردهای مهم سیستم‌های سایبر فیزیکی به شمار می‌آید که در آن با استفاده کردن از تعداد زیادی گره حسگر در یک محیط وسیع شروع به جمع‌آوری اطلاعات از محیط پیرامون می‌کند. رهگیری اهداف متحرک مسئله‌ای اساسی و چالش برانگیز در این حوزه است. در این مقاله به برر سی رهگیری اهداف بر روی شبکه حسگر بی سیم پرداخته سپس مسائل و مشکلات رهگیری دراین حوزه را بررسی و مطرح می‌نمائیم، برای این منظور، ابتدا تعریفی جامع از سیستم‌های سایبر فیزیکی و همچنین شبکه حسگر بی سیم خواهیم دا شت، سپس در ادامه به برر سی رهگیری اهداف در شبکه حسگر می‌پردازیم و روش‌های رهگیری در شبکه و پارامترهای کیفیت‌ی مرتبط را موردبررسی قرار خواهیم داد.

واژگان کلیدی:
رهگیری اهداف،
الگوریتم رتبه‌بندی سرگروه‌ها ،
شبکه حسگر بی‌سیم WSN،
سیستم‌های سایبر فیزیکی CPS

تعداد جداول	تعداد شکل ها	تعداد مراجع
۰	۰	۲۰

مقدمه

اساسا یک سیستم سایبر فیزیکی[1] یک سازوکار کنترل یا نظارت توسط الگوریتم‌های کامپیوتری است و به صورت محکمی با اینترنت و کاربران آن یکپارچه شده‌است. در سامانه‌های فیزیکی سایبری اجزای فیزیکی و نرم‌افزاری به شدت در هم تنیده شده‌اند و هر عملیاتی بر روی فضاهای مختلف و مقیاس‌های زمانی به روش‌های متعددی بیان می‌شوند و روش رفتاری متمایز با یکدیگر به وسیله هزاران روش که با تغییر متن انجام می‌شود، تعامل می‌کنند. نمونه‌هایی از CPS شامل شبکه هوشمند، سامانه‌های خودمختار خودرو، نظارت پزشکی، سامانه‌های کنترل فرایند، سامانه‌های رباتیک و خلبان خودکار است [۱]. CPS شامل روش‌های فرارشته[2]، ادغام نظریه سایبرنتیک‌ها، مکاترونیک، طراحی و فرایند علم است. کنترل فرایند اغلب به سامانه‌های جاسازی شده اشاره می‌کند. در سامانه‌های جاسازی شده تأکید بیشتر بر اطلاعات و عناصر محاسباتی است و کمتر مشتاق برای ایجاد پیوند بین عناصر محاسباتی و فیزیکی است. CPS شبیه به اینترنت اشیاء است و از معماری پایه‌ای شبیه به آن استفاده می‌کند. CPS یک ترکیب و هماهنگی قوی‌تر میان عناصر فیزیکی و محاسباتی ایجاد می‌کند. پیش سازهای سامانه‌های فیزیکی سایبری را می‌توان در مناطق مختلف به عنوان هوافضا، خودرو، فرایندهای شیمیایی، زیرساخت‌های عمرانی، انرژی، بهداشت و درمان، ساخت و سازهای تولیدی، ترابری، سرگرمی و لوازم مصرفی پیدا کرد [۲-۳].

یک سیستم سایبری-فیزیکی یک اجتماع از شبکه‌های حسگر با دستگاه‌های محاسباتی (اطلاعاتی) است. سیستم‌های سایبر فیزیکی می‌تواند برای بسیاری از کاربردهای نویدبخش مانند مانیتورینگ ترافیک، بررسی میدان جنگ و مانیتورینگ بر مبنای حسگر و شبکه بکار رود. این سیستم‌ها وضعیت محیط اطراف را به‌صورت هوشمندانه نظارت و پایش می‌کنند و با پاسخی هوشمندانه به رخدادهای محیط اطراف، واکنش نشان می‌دهند است [۴]. یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به‌طور گسترده پخش‌شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل تعیین‌شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آن‌ها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل‌دسترس رها کنیم. از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل‌ها و الگوریتم‌های شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خود ساماندهی باشند. دیگر خصوصیت‌های منحصربه‌فرد شبکه‌های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره‌های حسگری است. گستره کاربری شبکه‌های بی‌سیم حسگر بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود. بدلیل محدودیت‌های تکنولوژیکی و تأثیرات زیست‌محیطی، داده‌های حسگر جمع‌آوری‌شده توسط سیستم‌های سایبر فیزیکی ذاتاً نویزی بوده و ممکن است هشدارهای بسیاری اشتباه صادر کنند و این بسیار مطلوب است که اطلاعات معنی‌دار از یک مجموعه‌ی بزرگ داده‌های نویز دار غربال شوند. شبکه حسگر بی‌سیم یکی از کاربردهای مهم سیستم‌های سایبر فیزیکی به شمار می‌آید که در آن با استفاده کردن از تعداد زیادی گره حسگر در یک محیط وسیع شروع به جمع‌آوری اطلاعات از محیط پیرامون می‌کند . یک موضوع اساسی در تحقیقات در مورد سیستم‌های سایبر فیزیکی مساله رهگیری اهداف در این سیستم ها است. رهگیری اهداف متحرک مسئله‌ای است که از دیرباز ذهن بشر را به خود مشغول کرده و در سال‌های اخیر با محقق شدن امکان ساخت شبکه‌های حسگر بی‌سیم، استفاده از این شبکه‌ها در محیط‌های مختلف برای رهگیری هدف‌های متحرک نیز مطرح‌شده است و یکی از مهم‌ترین موضوعات در این شبکه بشمار می‌آید.در این پژوهش به بررسی رهگیری اهداف بر روی شبکه حسگر بی‌سیم پرداخته سپس مسائل و مشکلات رهگیری را مطرح می‌کنیم، برای این منظور، ابتدا تعریفی جامع از سیستم‌های سایبر فیزیکی و همچنین شبکه حسگر بی‌سیم خواهیم داشت، سپس در ادامه به بررسی رهگیری اهداف در شبکه حسگر می‌پردازیم و روش‌های بنیادین رهگیری در شبکه و پارامترهای کیفی مرتبط را موردبررسی قرار خواهیم داد.

شبکه حسگر بی‌سیم

پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی‌سیم توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی را با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربری‌های گوناگون داده است. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده‌ای برای ایجاد و گسترش شبکه‌های موسوم به شبکه‌های بی‌سیم حسگر[3] WSN شده‌اند. خصوصیات کلی شبکه حسگر بی‌سیم را می‌توان به‌صورت خلاصه بیان کرد [۶-۵]:

- به دلیل ساده بودن ساختار و ارزان بودن، معمولاً تعداد گره‌ها در آن‌ها زیاد است.
- به دلیل وسعت محیط تحت پوشش، امکان تنظیم دستی گره‌ها توسط انسان وجود ندارد.
- به دلیل زیاد بودن تعداد گره‌ها در محیط، چندین گره ممکن است یک هدف را تشخیص دهند.
- نحوه قرارگیری گره‌ها معمولاً تصادفی و ثابت است.
- گره‌ها پهنای باند کمی در ارتباطات رادیویی دارند.
- گره‌ها قابلیت‌های پردازشی و منابع انرژی محدود دارند.
- مسائل مربوط به پردازش سیگنال باید در نظر گرفته شوند.

یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به‌طور گسترده پخش‌شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط

[1] Cyber Physical System (CPS)
[2] Transdisciplinary
[3] Wireless Sensor Network (WSN)

می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل تعیین‌شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آن‌ها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل‌دسترس رها کنیم. از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل‌ها و الگوریتم‌های شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خود ساماندهی باشند. دیگر خصوصیت‌های منحصربه‌فرد شبکه‌های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره‌های حسگری است [۷]. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره‌ای که مسئول پردازش و نتیجه‌گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش‌های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد و سپس داده‌های نیمه پردازش‌شده را ارسال می‌کند. بااینکه هر حسگر به‌تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. درواقع قدرت شبکه‌های بی‌سیم حسگر در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازمان‌دهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی هم‌زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند [۸].

گستره کاربری شبکه‌های بی‌سیم حسگر بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود. به‌عنوان مثال یکی از متداول‌ترین کاربردهای این فناوری، نظارت بر یک محیط دور از دسترس است. مثلاً نشتی یک کارخانه شیمیایی در محیط وسیع کارخانه می‌تواند توسط صدها حسگر که به‌طور خودکار یک شبکه بی‌سیم را تشکیل می‌دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به‌سرعت به مرکز اطلاع داده شود. در این سیستم‌ها برخلاف سیستم‌های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه‌های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می‌شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید دستگاه‌های کوچکی را که تقریباً به‌اندازه یک سکه هستند را در نقاط موردنظر قرارداد. شبکه به‌سادگی با اضافه کردن چند گره گسترش می‌یابد و نیازی به طراحی پیکربندی پیچیده نیست. مهمترین اجزاء و نیازمندی ها در شبکه های حسگر بی سیم به شرح زیر می باشد [۱۱-۹]:

- حسگر: وسیله‌ای که وجود شیء رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. حسگر انواع مختلف دارد مانند حسگرهای دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب سنج، مغناطیس‌سنج و...
- کار انداز: با تحریک الکتریکی یک عمل خاصی مانند باز و بسته کردن یک شیر یا قطع و وصل یک کلید را انجام می‌دهد.
- گره حسگر: به گره ای گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند حسگر باشد.
- گره کار انداز: به گره ای گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند کار انداز باشد.
- گره حسگر/کار انداز: به گره ای گفته می‌شود که مجهز به حسگر و کار انداز باشد.
- شبکه حسگر: شبکه‌ای که فقط شامل گره‌های حسگر باشد. این شبکه نوع خاصی از شبکه حس/کاراست. در کاربردهایی که هدف جمع‌آوری اطلاعات و تحقیق در مورد یک پدیده است کاربرد دارد. مثل مطالعه روی گردبادها.
- میدان حسگر/کار انداز: ناحیه کاری که گره‌های شبکه حس/کار در آن توزیع می‌شوند.
- چاهک: گرهی که جمع‌آوری داده‌ها را به عهده دارد و ارتباط بین گره‌های حس/کار و گره مدیر وظیفه را برقرار می‌کند.
- گره مدیر وظیفه: گرهی که یک شخصی به‌عنوان کاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار می‌کند. فرمان‌ها کنترلی و پرس‌وجوها از این گره به شبکه ارسال‌شده و داده‌های جمع‌آوری‌شده به آن برمی‌گردد.
- شبکه حسگر: شبکه‌ای متشکل از گره‌های حسگر و کار انداز یا حسگر/کار انداز است که حالت کلی شبکه‌های مورد بحث است؛ به عبارت دیگر شبکه حس/کار شبکه‌ای است با تعداد زیادی گره که هر گره می‌تواند در حالت کلی دارای تعدادی حسگر و تعدادی کار انداز باشد. در حالت خاص یک گره ممکن است فقط حسگر یا فقط کار انداز باشد. گره‌ها در ناحیه‌ای که میدان حس/کار نامیده می‌شود با چگالی زیاد پراکنده می‌شوند. یک چاهک پایش کل شبکه را بر عهده دارد. اطلاعات به‌وسیله چاهک جمع‌آوری می‌شود و فرامین از طریق چاهک منتشر می‌شود. مدیریت وظایف می‌تواند متمرکز یا توزیع‌شده باشد. بسته به اینکه تصمیم‌گیری برای انجام واکنش در چه سطحی انجام شود دو ساختار مختلف خودکار و نیمه خودکار وجود دارد؛ که ترکیب آن نیز قابل استفاده است.

مهم ترین ساختارهای شبکه های حسگر بی سیم به شرح زیر می باشد [۱۲]:

- ساختار خودکار: حسگرهایی که یک رخداد یا پدیده را تشخیص می‌دهند داده‌های دریافتی را به گره‌های کار انداز جهت پردازش و انجام واکنش مناسب ارسال می‌کنند. گره‌های کار انداز مجاور با هماهنگی با یکدیگر تصمیم‌گیری کرده و عمل می‌نمایند. درواقع هیچ کنترل متمرکزی وجود ندارد و تصمیم‌گیری‌ها به‌صورت محلی انجام می‌شود.
- ساختار نیمه خودکار: در این ساختار داده‌ها توسط گره‌ها به سمت چاهک هدایت‌شده و فرمان از طریق چاهک به گره‌های کار انداز صادر شود.

رهگیری اهداف متحرک

رهگیری هدف‌های متحرک، مسئله‌ای است که از دیرباز ذهن بشر را به خود مشغول کرده و در سال‌های اخیر با محقق شدن امکان ساخت شبکه‌های حسگر بی‌سیم، استفاده از این شبکه‌ها در محیط‌های مختلف برای رهگیری هدف‌های متحرک نیز مطرح‌شده است. از طرف دیگر، کاربرد رهگیری چند هدفی، با محوریت بهینه‌سازی انتساب در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مسئله‌ای چالش‌برانگیز است [۱۳]. شناسایی هدف به این مفهوم است که شبکه باید قادر به شناسایی و تشخیص حضور هدف در محدوده شبکه باشد و رده‌بندی هدف به این مفهوم است که هدف شناسایی‌شده مشخص شود که به کدام دسته از اهداف تعلق دارد. به‌عنوان مثال شبکه حسگری را تصور کنید که سه هدف شخص غیرنظامی، شخص نظامی و وسیله نقلیه به محدوده این شبکه حسگری وارد می‌شود و شبکه حسگری باید قادر به شناسایی و طبقه‌بندی این اهداف باشد. در این زمینه انتخاب نوع نودهای حسگری به‌عنوان یک اصل مهم در کاربردهای ردیابی اهداف در شبکه‌های حسگری مطرح است. زیرا انتخاب صحیح نوع نودهای حسگری تأثیر بسزایی در افزایش کارایی ردیابی هدف ایفا می‌کند. معمولاً با توجه به نوع اهداف، نودهای حسگری انتخاب‌می‌شوند. رهگیری هدف‌های متحرک راه‌حل‌های مختلفی برای آن درگذشته با استفاده از رادارها، ربات‌ها و در شبکه‌های خدمات ارتباطی شخصی ارائه‌شده است. تحقیقات در زمینه رهگیری توزیعی با پروژه شبکه‌های حسگر توزیع‌شده در DARPA در اوایل دهه ۱۹۸۰ آغاز شد[۱۴].

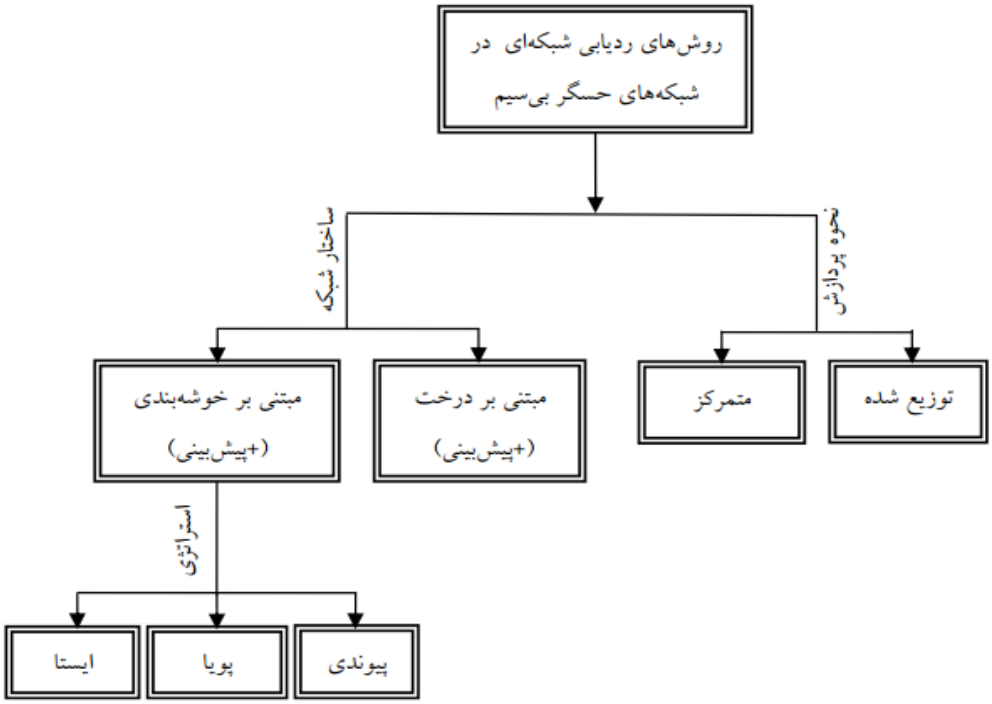
تعریف اولیه این پروژه «رهگیری با استفاده از تعداد زیادی حسگر با اندازه کوچک و ارزان با قابلیت ارتباط بی‌سیم» بود. با توجه به فناوری موجود آن زمان، چنین برنامه‌ای بلند پروازانه به نظر می‌رسید و عملاً شبکه‌هایی با تعداد کمی گره که حسگرهای بزرگی بودند (مانند رادارها) مورد مطالعه قرار گرفتند. با پیشرفت فناوری در سال‌های اخیر، برنامه اولیه تعریف‌شده در پروژه شبکه‌های حسگر توزیع‌شده محقق شد و امروزه تعداد زیادی گره حسگر با اندازه کوچک، تحت عنوان شبکه حسگر بی‌سیم، برای رهگیری توزیعی قابل استفاده است. الگوریتم‌های پیشنهادی برای این شبکه‌ها باید به صورتی کارا طراحی شوند؛ از سوی دیگر داشتن این‌ویژگی‌های حداقل، سبب شده است که گره‌های حسگر بی‌سیم کم‌هزینه بوده و در نتیجه امکان به‌کارگیری تعداد زیادی از این گره‌ها در یک شبکه وجود داشته باشد [۱۵].

رهگیری اهداف متحرک یکی از کارآمدترین کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم است که به شناسایی و دنبال کردن مسیر حرکت اشیای ناشناس در محیط می‌پردازد. اغلب شبکه‌های حسگر بی‌سیم، بر پایه مدل عکس لحظه‌ای است به این ترتیب که به‌طور منظم و مستمر، اطلاعات از سیستم گرفته‌شده و به سرور فرستاده می‌شود. مشخص کردن این فاصله‌های زمانی قابل اهمیت است. درصورتی‌که فواصل زمانی طولانی باشد، امکان از دست رفتن داده‌ها زیاد می‌شود و همچنین کوچک بودن فاصله زمانی، درصورتی‌که تغییر محسوس و قابل‌توجهی در محیط اتفاق نیفتاده باشد، هزینه مصرفی زیاد و موجب افزایش پیچیدگی خواهد شد [۱۶].

دسته‌بندی روش‌های رهگیری شبکه‌ای، ممکن است مبتنی بر خوشه و یا مبتنی بر درخت باشد. هرکدام از این روش‌ها می‌تواند با استفاده از پیش‌بینی و یا بدون آن پیاده‌سازی شود. روش‌های مبتنی بر خوشه به سه دسته ایستا، پویا و پیوندی (ایستا-پویا) تقسیم می‌شوند. با ترکیب هر دسته‌بندی با پیش‌بینی، در صورت درست بودن پیش‌بینی مکان بعدی هدف، به میزان قابل‌توجهی در مصرف انرژی صرفه‌جویی خواهد شد. در صورت نادرست بودن پیش‌بینی، احتمال گم‌شدن هدف افزایش‌یافته و الگوریتم‌های بازیابی هدف موردنیاز خواهد بود [۱۸-۱۷].

از منظر نحوه پردازش و شکل‌گیری ساختار شبکه نیز الگوریتم‌ها را می‌توان به دو دسته توزیع‌شده و متمرکز تقسیم کرد. در روش متمرکز، یک گره (یا یک موجودیت مرکزی) اطلاعاتی از تمام شبکه به دست می‌آورد (با فرض ارسال اطلاعات از تمام گره‌ها به این گره مرکزی) و سپس بر اساس این اطلاعات سراسری، ساختار بهینه (درخت یا خوشه) تشکیل می‌شود. در روش توزیع‌شده، گره‌ها با تبادل اطلاعات با همسایه‌های خود، ساختار موردنظر را برای رهگیری تشکیل می‌دهند. هرچند که ممکن است ساختار ایجاد شده در روش‌های توزیع‌شده بهینه نباشد، با این حال استفاده از اطلاعات محلی، سربار تبادل اطلاعات و مصرف انرژی تا حد زیادی کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که عملاً در پیاده‌سازی یک روش رهگیری، روش‌های متمرکز به صرفه نیستند. شکل ۱. این دسته‌بندی را نشان می‌دهد [۱۹].

در روش‌های مبتنی بر خوشه، پیش از شروع به کار شبکه (ایستا) و یا همزمان با تشخیص هدف (پویا)، بین گره‌ها خوشه تشکیل می‌شود و سرگروه (سرخوشه) مشخص می‌شود. گره‌ها اطلاعات خود از هدف را به سرخوشه خود ارسال می‌کنند و سرخوشه پس از جمع‌آوری محل هدف را مشخص کرده و گزارش مربوطه را به سمت گره چاهک می‌فرستد.



شکل ۱. دسته‌بندی روش‌های رهگیری شبکه‌ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

منظور از روش‌های رهگیری شبکه حسگر، روش‌هایی است که در آن‌ها ساختار شبکه برای رهگیری یک و یا تعدادی هدف ساخته شود. عمده این روش‌ها در لایه شبکه، انتقال و کاربرد از معماری لایه‌ای شبکه حسگر ارائه شده است [۲۰].

مکان‌یابی هدف عبارت است از مشخص کردن محل هدف با استفاده از مکان گره‌های حسگر پوشش‌دهنده. الگوریتم رتبه‌بندی سرگروه‌ها چندین خصوصیت مفید دارد که باعث می‌شود، نخست از ارسال داده‌های خطا دار(نویزی) در طول شبکه حسگر بی‌سیم جلوگیری شود (کاهش سربار بسته‌های کنترلی) که این عمل باعث می‌شود هزینه ارسال و دریافت داده‌ها در کل شبکه حسگر بی‌سیم کاهش یابد و طول عمر شبکه نیز افزایش یابد ، سپس این الگوریتم محاسبات را به صورت منسجم و دیقی انجام می دهد که باعث میشود هم دقت کار افزایش یابد و هم مرتبه زمانی کمتر شود .

چشم اندازها و چالش ها

در شبکه‌های حسگر بی‌سیم تعدادی حسگر وجود دارد که وظیفه ادراک محیط و جمع‌آوری و انتقال اطلاعات به سرور را دارند. حال اگر یک شی وارد محیط شود و در بین حسگرها حرکت کند، وظیفه حسگرها، رهگیری آن شی متحرک است؛ که این حسگرها بر اساس مدل عکس لحظه‌ای، به‌صورت مداوم و پیوسته موقعیت مکانی خود را نسبت به هدف گزارش می‌دهند.

در مدل حسگرهای دودویی وقتی حسگرها هدف را ادراک کنند، یک و چنانچه ادراک نکنند صفر را گزارش می‌کنند و در مدل حسگرهای غیر دودویی حسگرها مقادیر دریافتی را پس از پردازش اولیه گزارش می‌کنند و تا مادامی‌که هدف از محدوده ادراک یک حسگر خارج نشده و به محدوده ادراک حسگرهای دیگر وارد نشده است یعنی تغییری در مقادیر دریافتی رخ نداده است و در هر بار اطلاعات تکراری گزارش می‌شود که برای هر بار گزارش هزینه‌ای مصرف می‌شود و پیچیدگی کار افزایش می‌یابد و این مورد یکی از چالش های رهگیری اهداف در این حوزه می باشد [۱۷]. شبکه‌های حسگر بی‌سیم، اصولاً برای نظارت بر محیط‌های گسترده شامل پدیده‌های مشخص و رهگیری هدف‌های متحرک به کار می‌روند. در این کاربردها معمولاً لازم است که یک محیط گسترده و عمدتاً غیرقابل‌دسترسی توسط انسان‌ها، به مدت طولانی رصد شود. تغییرات اندازه‌گیری شده (پدیده فیزیکی، شیمیایی یا هدف‌های متحرک) توسط حسگرها به یک مرکز کنترل گزارش می‌شوند و در برخی موارد نیز اقداماتی از سوی مرکز کنترل صورت می‌گیرد. موضوع قابل‌ملاحظه دیگر این است که از آنجا که رهگیری هدف‌های متحرک، سرویس‌ها و پروتکل‌های مختلف را درگیر می‌کند، می‌توان برای هر سرویس یا پروتکل معیارهای مرتبط باکیفیت رهگیری را مطرح کرد. در واقع، کیفیت سرویس در این شبکه‌ها به‌شدت تحت تأثیر کاربرد موردنظر است، و این موضوعی است که کمتر به آن پرداخته‌شده است. سرویس‌ها و پروتکل‌های موجود که عمدتاً مسئله رهگیری هدف‌های متحرک را درگیر می‌کنند عبارت‌اند از: زمان‌بندی، پوشش، مکان‌یابی هدف و پروتکل‌های رهگیری. پروتکل‌های رهگیری شبکه‌ای در لایه شبکه، انتقال و یا کاربرد در معماری لایه‌ای شبکه قرار می‌گیرند. هر گره حسگر شامل که شامل منابع محدودی از انرژی، حافظه در دسترس

و پهنای باند در ارتباطات رادیویی است، باید وظیفه مشخصی را تقبل کرده و به انجام برساند [۱۸].

در این الگوریتم رتبه‌بندی سرگروه‌ها چندین خصوصیت مفید دارد که باعث می‌شود، نخست از ارسال داده‌های خطا دار(نویزی) در طول شبکه حسگر بی‌سیم جلوگیری شود (کاهش سربار بسته‌های کنترلی) که این عمل باعث می‌شود هزینه ارسال و دریافت داده‌ها در کل شبکه حسگر بی‌سیم کاهش یابد و طول عمر شبکه نیز افزایش یابد ، سپس این الگوریتم محاسبات را به صورت منسجم و دیقی انجام می دهد که باعث میشود هم دقت کار افزایش یابد و هم مرتبه زمانی کمتر شود. رهگیری چند هدفی، در هر دو حالت متمرکز و توزیع‌شده، مسئله پیچیده‌ای است که حل آن با استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم در سال‌های اخیر، توجه محققان را به خود جلب کرده است. در رهگیری هدف‌های متحرک در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، معیارهای خاص کیفیت رهگیری مطرح می‌شوند که تأمین آن‌ها متناسب با مأموریت موردنظر چالش‌برانگیز است. منظور از روش‌های رهگیری شبکه حسگر، روش‌هایی است که در آن‌ها ساختار شبکه برای رهگیری یک و یا تعدادی هدف ساخته شود. عمده این روش‌ها در لایه شبکه، انتقال و کاربرد از معماری لایه‌ای شبکه حسگر ارائه‌شده است [۱۹].

در حوزه چالش ها، رخدادهایی که باعث می‌شوند دقت در الگوریتم‌های رهگیری اهداف کاهش داشته باشد به دو عامل مهم بستگی دارد. اول آنکه هدفی در شبکه حسگر وجود داشته باشد و نتوان آن را شناسایی کرد که در این نوع رخداد الگوریتم، توانایی شناسایی هدف را ندارد. دوم آنکه الگوریتم بیش از آنچه هدف در شبکه موجود باشد شناسایی می‌کند که در این صورت اهداف به اشتباه شناسایی می‌شوند. در الگوریتم رتبه‌بندی سرگروه‌ها چون اهداف را بر اساس مقادیر گره‌ها و سرگروه ها شناسایی می‌کند و امکان دارد سرگروه ها را به درستی در شبکه قرار ندهیم و این عامل باعث می شود در بعضی مواقع نتوانیم به درستی اهداف را در شبکه تشخیص دهیم [۲۰].

یک چالش دیگر در توسعه سامانه‌های جاسازی شده و سامانه‌های فیزیکی سایبری این است که تفاوت‌های زیادی در عمل طراحی بین رشته‌های مهندسی مختلف درگیر، مانند نرم‌افزار و مهندسی مکانیک وجود دارد. علاوه بر این تا به امروز هیچ زبانی به لحاظ عمل طراحی که بین تمام رشته‌های درگیر در CPS مشترک باشد، وجود ندارد. امروز در یک بازار که در آن نوآوری سریع ضروری است، مهندسین تمام رشته‌ها باید قادر به کشف سامانه طرح‌های همکاری، تخصیص مسئولیت‌ها به زیرساخت های نرم‌افزاری و همچنین عناصر فیزیکی، تجزیه و تحلیل و سبک‌سنگین کردن بین آنها باشد.

طراحی و استقرار یک سامانه تولید فیزیکی سایبری می‌تواند بر اساس معماری C۵ (اتصال، تبدیل، سایبر، شناخت و پیکربندی) انجام شود. در سطح ارتباط، دستگاه‌ها را می‌توان طوری طراحی کرد که برای رفتار با خودش خود متصل و خود سنجش باشد. در سطح تبدیل، داده‌ها از دستگاه‌های خود متصل شده و سنسورها برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مسائل مهم با قابلیت خودآگاهی استفاده می‌شوند، دستگاه می‌تواند از اطلاعات خودآگاهی برای خود پیش‌بینی آن مسائل بالقوه استفاده کند. در سطح سایبر هر دستگاه در حال ایجاد جفت خودش با استفاده از این ویژگی‌های ابزارها و بیشتر الگوی سلامت ماشین مبتنی بر یک روش ماشین زمان را مشخص می‌کند. جفت ایجاد شده در فضای سایبر می‌تواند خودمقایسه را برای اجرای نظیر به نظیر برای بیشتر ترکیب‌ها اجرا کند. در سطح شناخت نتایج خود ارزیابی به کاربران بر اساس اینوگرافیک ارائه خواهد شد که به معنی نشان دادن محتوا و زمینه مسائل بالقوه است. در سطح پیکربندی دستگاه یا سامانه تولید می‌تواند پیکربندی مجدد را بر اساس اولویت و معیار خطر برای رسیدن به عملکرد انعطاف‌پذیر انجام دهد [۲۱].

نتیجه گیری و راهکارهای آتی

رهگیری هدف‌های متحرک، مسئله‌ای است که از دیرباز ذهن بشر را به خود مشغول کرده و در سال‌های اخیر با محقق شدن امکان ساخت شبکه‌های حسگر بی‌سیم، استفاده از این شبکه‌ها در محیط‌های مختلف برای رهگیری هدف‌های متحرک نیز مطرح‌شده است. از طرف دیگر، کاربرد رهگیری چند هدفی، با محوریت بهینه‌سازی انتساب در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مسئله‌ای چالش‌برانگیز است

این سیستم‌ها وضعیت محیط اطراف را به‌صورت هوشمندانه نظارت و پایش می‌کنند و با پاسخی هوشمندانه به رخدادهای محیط اطراف، واکنش نشان می‌دهند. شبکه حسگر بی‌سیم یکی از کاربردهای مهم سیستم‌های سایبر فیزیکی به شمار می‌آید که در آن با استفاده کردن از تعداد زیادی گره حسگر در یک محیط وسیع شروع به جمع‌آوری اطلاعات از محیط پیرامون می‌کند. رهگیری اهداف متحرک مسئله‌ای اساسی و چالش برانگیز در این حوزه است. در این مقاله به بررسی رهگیری اهداف بر روی شبکه حسگر بی‌سیم پرداخته سپس مسائل و مشکلات رهگیری دراین حوزه را بررسی و مطرح می‌نمائیم، برای این منظور، ابتدا تعریفی جامع از سیستم‌های سایبر فیزیکی و همچنین شبکه حسگر بی‌سیم خواهیم داشت، سپس در ادامه به بررسی رهگیری اهداف در شبکه حسگر می‌پردازیم و روش‌های رهگیری در شبکه و پارامترهای کیفیت‌ی مرتبط را موردبررسی قرار خواهیم داد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع و مآخذ

[1] Borges LM, Velez FJ, Lebres AS. Survey on the characterization and classification of wireless sensor network applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2014 Apr 24;16(4):1860-90.

[2] Hasan S, Hussain Z, Singh RK. A survey of wireless sensor network. Int. J. of Emerg. Technol. and Adv. Engin. 2013 Mar;3(3):487-92.
[3] Davis A, Chang H. A survey of wireless sensor network architectures. International Journal of Computer Science and Engineering Survey. 2012 Dec 1;3(6):1.
[4] Rahman KC. A survey on sensor network. Journal of Computer and Information Technology. 2010 Oct;1(1):76-87.
[5] Maraiya K, Kant K, Gupta N. Application based study on wireless sensor network. International Journal of Computer Applications. 2011 May;21(8):9-15.
[6] Dargie W, Poellabauer C. Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice. John Wiley & Sons; 2010 Nov 5.
[7] Gulati K, Boddu RS, Kapila D, Bangare SL, Chandnani N, Saravanan G. A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT). Materials Today: Proceedings. 2022 Jan 1;51:161-5.
[8] Ahmad R, Wazirali R, Abu-Ain T. Machine learning for wireless sensor networks security: An overview of challenges and issues. Sensors. 2022 Jun 23;22(13):4730.
[9] Majid M, Habib S, Javed AR, Rizwan M, Srivastava G, Gadekallu TR, Lin JC. Applications of wireless sensor networks and internet of things frameworks in the industry revolution 4.0: A systematic literature review. Sensors. 2022 Mar 8;22(6):2087.
[10] Nayak P, Swetha GK, Gupta S, Madhavi K. Routing in wireless sensor networks using machine learning techniques: Challenges and opportunities. Measurement. 2021 Jun 1;178:108974.
[11] Kandris D, Nakas C, Vomvas D, Koulouras G. Applications of wireless sensor networks: an up-to-date survey. Applied system innovation. 2020 Feb 25;3(1):14.
[12] Abdulkarem M, Samsudin K, Rokhani FZ, A Rasid MF. Wireless sensor network for structural health monitoring: A contemporary review of technologies, challenges, and future direction. Structural health monitoring. 2020 May;19(3):693-735.
[13] Wang T, Wang X, Shi W, Zhao Z, He Z, Xia T. Target localization and tracking based on improved Bayesian enhanced least-squares algorithm in wireless sensor networks. Computer Networks. 2020 Feb 11;167:106968.
[14] Fattah S, Gani A, Ahmedy I, Idris MY, Targio Hashem IA. A survey on underwater wireless sensor networks: Requirements, taxonomy, recent advances, and open research challenges. Sensors. 2020 Sep 21;20(18):5393.
[15] Amutha J, Sharma S, Nagar J. WSN strategies based on sensors, deployment, sensing models, coverage and energy efficiency: Review, approaches and open issues. Wireless Personal Communications. 2020 Mar;111(2):1089-115.
[16] Mohanty SN, Lydia EL, Elhoseny M, Al Otaibi MM, Shankar K. Deep learning with LSTM based distributed data mining model for energy efficient wireless sensor networks. Physical Communication. 2020 Jun 1;40:101097.
[17] Li Z, Zhang L, Cai Y, Ochiai H. Sensor selection for maneuvering target tracking in wireless sensor networks with uncertainty. IEEE Sensors Journal. 2021 Dec 20;22(15):15071-81.
[18] Delavernhe F, Lersteau C, Rossi A, Sevaux M. Robust scheduling for target tracking using wireless sensor networks. Computers & Operations Research. 2020 Apr 1;116:104873.
[19] Sharma A, Chauhan S. Target coverage computation protocols in wireless sensor networks: a comprehensive review. International Journal of Computers and Applications. 2021 Nov 26;43(10):1065-87.
[20] Mosaif A. Target Tracking in Wireless Visual Sensor Networks: Challenges, Steps, and Metrics of Evaluation. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). 2021 Apr 11;12(5):1037-43.
[21] Yuan Y, Yi W, Choi W. Dynamic sensor scheduling for target tracking in wireless sensor networks with cost minimization objective. IEEE Internet of Things Journal. 2022 May 26;9(21):20957-74.

COPYRIGHTS
©2023 by the authors. Published by the Islamic Azad University, Khodabandeh Branch, Zanjan. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0