شبیه سازی تخمین اطلاعات سنسورهای بی سیم جهت بهره برداری در انواع شبکه های فرماندهی و کنترل

تاریخ دریافت:
۱۰ مردادماه ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش:
۵ مهرماه ۱۴۰۲

عباس معتمد*[۱]
۱. مرکز آموزش جنگ الکترونیک نیروی دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی امام خامنه ای

چکیده
یک شبکه حسگر را مجموعه‌ای متشکل از مولفه‌های بی‌سیمی به وجود می‌آورند که در یک محیط گسترده یا محدود نصب می‌شوند و داده‌های محیطی را جمع‌آوری می‌کنند. به‌طور معمول، این شبکه‌ها بر مبنای یک نقشه مشخص در مکان‌های از پیش شناسایی شده نصب می‌شوند، اما حس‌گرها بر مبنای تحلیل‌های انجام شده در نقاط مختلفی نصب می‌شوند و از طریق امواج رادیویی یکدیگر را پیدا می‌کنند. با توجه به پیشرفت وسیع در تکنولوژی های بی سیم برای پیدایش حسگرهای کوچک و ارزان و در نظر گرفتن این مهم در شبکه های سنسور بی سیم، این مقاله یک راه حل بهینه را برای مکان‌یابی و ردیابی اهداف متحرک نامعلوم پیشنهاد می‌کند. توسعه شبکه حسگر بی سیم با استفاده از برنامه های نظامی از جمله نظارت در میدان جنگ ایجاد شده است. از طرفی مصرف انرژی و دقت مکان‌یابی و ردیابی، مسائل بنیادی در شبکه های سنسور هستند، لذا یکی از محدودیت های اصلی شبکه های حسگر، انرژی است. جایگذاری باتری با باتری هایی که عمر آن ها اتمام یافته است ، در هر گره سنسور غیر عملی است. بنابراین طول عمر شبکه، وابسته به عمر باتری است. از طرفی برای افزایش دقت در مکان‌یابی و ردیابی، راه حل های علمی و عملی بر پایه استنتاج نتایج شبیه سازی پیشنهاد می گردد . در انتها نیز به بررسی مدل پیشنهادی با الگوریتم مکان‌یابی و ردیابی هدف سه بعدی پرداخته خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: شبکه فرماندهی و کنترل ، مکان‌یابی اهداف ، ردیابی اهداف متحرک ، تخمین اطلاعات

Simulating the estimation of information of wireless sensors for use in all kinds of command and control networks

Abstract
A sensor network is formed by a set of wireless components that are installed in a wide or limited environment and collect environmental data. Typically, these networks are installed in pre-identified locations based on a specific map, but sensors are installed in different locations based on analysis and find each other through radio waves. Considering the vast progress in wireless technologies for the emergence of small and cheap sensors and considering this importance in wireless sensor networks, this paper proposes an optimal solution for locating and tracking unknown moving targets. The development of wireless sensor networks has been developed using military applications including battlefield surveillance. On the other hand, energy consumption and accuracy of positioning and tracking are fundamental issues in sensor networks, so one of the main limitations of sensor networks is energy. Placing batteries with expired batteries is impractical in every sensor node. Therefore, the lifetime of the network depends on the battery life. On the other hand, to increase the accuracy in locating and tracking, scientific and practical solutions are proposed based on the inference of the simulation results. At the end, the proposed model will be investigated with the 3D target location and tracking algorithm.

Key words: Command and control network, target location, moving target tracking, information estimation

ایمیل نویسنده مسئول: data.farda@gmail.com

۱-مقدمه

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 داده‌است. 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 شبکه حسگر بی‌سیم WSN شده‌اند. یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگر است که در یک محیط به‌طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگر، از قبل تعیین‌شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آن‌ها را در مکان‌های خطرناک یا غیرقابل دسترس رها کنیم. در این مقاله ما به دنبال ارزیابی کارایی مدل ارائه شده برای مکان‌یابی و ردیابی هدف با استفاده از شبکه سنسور بی سیم و ترکیب داده‌های ناقص و مکان‌یابی اهداف با الگوریتم بهینه سازی هستیم . ابتدا پارامترهای مورد نظر در این پژوهش و تنظیمات اولیه آن‌ها ارائه خواهند شد و سپس نتایج شبیه سازی بررسی خواهند گردید. همچنین در ادامه کارایی دقت را با توجه به خطای مکان‌یابی و ردیابی ارائه می‌کنیم که در این راستا خطای مکان‌یابی گره‌ها و هم چنین خطا در فواصل بین گره‌ها و خطای ناشی از سرعت اهداف لحاظ می‌شوند. در ادامه به تنظیمات میزان مصرف انرژی شامل میزان توان مصرفی در حالت ارسال، دریافت و بیکاری، میزان انرژی اولیه باتری و پهنای باند پرداخته می‌باشد.

۲- دقت مکان‌یابی و ردیابی

کارایی دقت را با توجه به خطای مکان‌یابی و ردیابی ارائه می‌کنیم که در این راستا همان طور که در بالا شرح داده شد، خطای مکان‌یابی گره‌ها و هم چنین خطا در فواصل بین گره‌ها و خطای ناشی از سرعت اهداف لحاظ می‌شوند. خطای مکان‌یابی و ردیابی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{avg} = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N}[(X'_i - X_i)^2 + (Y'_i - Y_i)^2 + (Z'_i - Z_i)^2]^{1/2} \quad (۱)$$

جایی که E_{avg} متوسط خطا است، N تعداد داده ی جمع آوری شده ی مکان هدف، (X_i, Y_i, Z_i) محل واقعی هدف و (X'_i, Y'_i, Z'_i) محل تخمین زده شده هدف می‌باشند. دقت مکان‌یابی و ردیابی را با توجه به میزان خطای به دست آمده از تخمین موقعیت هدف در هر مرحله از مکان‌یابی و ردیابی می‌توان ارزیابی کرد. هم چنین در هر مرحله از مکان‌یابی و ردیابی میزان خطای به دست آمده از تخمین سرعت هدف از طریق اختلاف بین سرعت واقعی هدف و سرعت تخمین زده شده از هدف محاسبه می‌شود.

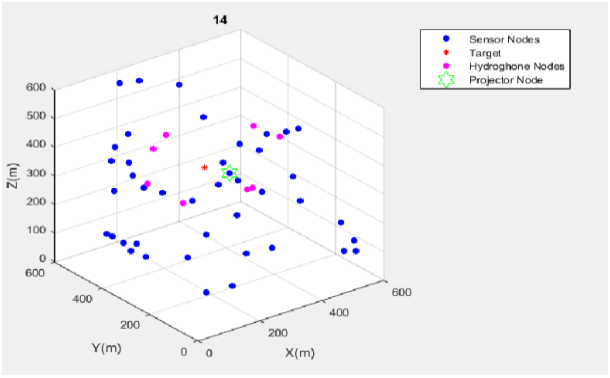
۳-شرح سناریو و نتایج ارزیابی کارایی

در این بخش به بررسی مدل پیشنهادی با الگوریتم مکان‌یابی و ردیابی هدف سه بعدی پرداخته می‌شود. به دلیل استفاده مبنایی از الگوریتم مکان‌یابی و ردیابی هدف سه بعدی ارائه شده در ، مدل پیشنهادی با این الگوریتم مقایسه خواهد شد. از آن جا که این روش یکی از معتبر ترین روش‌های مکان‌یابی و ردیابی هدف است، نشان دادن برتری مدل پیشنهادی بر این الگوریتم، قدرت مدل پیشنهادی را به خوبی نمایان می‌کند. برای مقایسه مدل پیشنهادی با روش موجود نیاز به ابزار شبیه سازی می‌باشد. ابزارهای شبیه سازی زیادی برای شبیه سازی شبکه‌های سنسور بی سیم معرفی شده اند که یکی از پر کاربردترین و معتبر ترین آن‌ها نرم افزار علمی متلب می‌باشد. از این رو در این مقاله از این ابزار به عنوان ابزاری برای شبیه سازی و مقایسه بین مدل پیشنهادی و روش چند گوشه استفاده شده است. شبیه سازی هر دو روش توسط سیستمی با پردازنده Intel(R)Core 2 Duo با ۲گیگاهرتز، حافظه ۴ گیگا بایت و سیستم عامل ویندوز ۷ اجرا شده است لذا نسخه سیستم مورد استفاده درشبیه سازی برای هر دو روش یکسان می‌باشد. پارامترهای اولیه شبکه در جدول (۱) تنظیم شده اند.

جدول ۱- تنظیمات پارامترهای اولیه شبکه

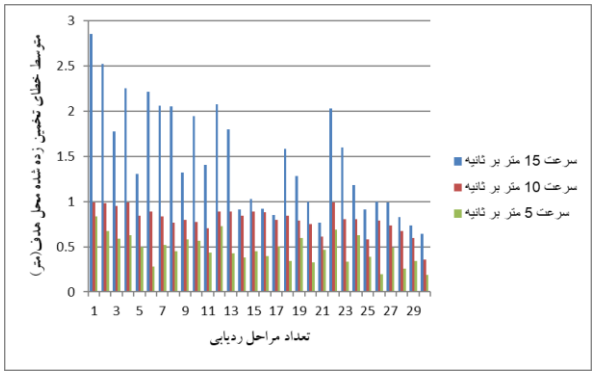
مشخصات محیط شبیه سازی	۶۰۰*۶۰۰*۶۰۰ متر
استراتژی توزیع گره ها	تصادفی
تعداد کل گره‌های حسگر	۵۰ گره
حداکثر بازه ارسال هر گره	۳۰۰ متر
مدت زمان شبیه سازی	۱۲۰۱ ثانیه

سناریو به این گونه است که ۵۰ گره سنسور در فضای ۶۰۰*۶۰۰*۶۰۰ متر در محیط سه بعدی به صورت تصادفی توزیع شده اند. سرعت‌های متفاوتی برای اهداف در نظر گرفته شده و مقایسه می‌گردد. با توجه به پارامترهای بالا شبکه را اجرا کرده و شکل (۱) حاصل شده است.



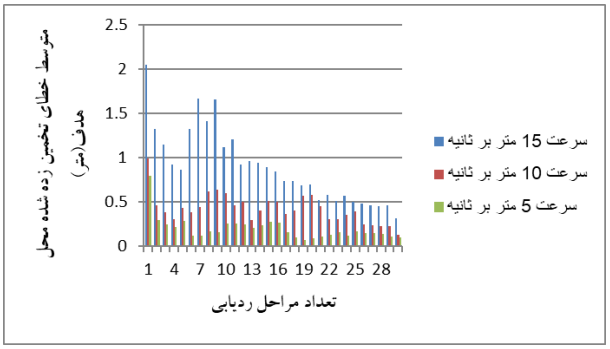
شکل ۱-توپولوژی کلی شبکه در مرحله ۱۴ مکان‌یابی و ردیابی در مدل پیشنهادی

در این شکل دایره‌های آبی گره‌های حسگری هستند که سیگنال ساطع شده از هدف را دریافت نکرده و هدف را تشخیص نداده اند. گره‌های صورتی رنگ گره‌های گیرنده هستند که سیگنال ساطع شده از هدف را دریافت کرده و هدف را تشخیص داده اند و ستاره قرمز هدف می‌باشد. گرهی که ستاره شش گوشه در اطراف آن است گره پروژکتور می‌باشد. برای رسیدن به نتایج قابل اتکا تمامی نتایج به ازای ۳۰ بار تکرار شبیه سازی و در هر مرتبه به مدت زمان ۱۲۰۱ ثانیه یا معادل ۲۰ دقیقه به دست آمده است و نتایج شبیه سازی با فاصله اطمینان ۹۵ ٪ در سناریو تعریف شده، مقایسه شده اند. با توجه به این که تعداد تکرار شبیه سازی ۳۰ بار می‌باشد، فاصله اطمینان با استفاده از جدول Z حساب شده است. ابتدا تاثیر سرعت هدف در دقت مکان‌یابی و ردیابی بررسی می‌شود و سپس به ازای یک سرعت خاص مدل پیشنهادی با روش چند گوشه مقایسه می‌گردد. روش مطرح شده برای ردگیری هدف با استفاده از مشاهدات آشکارسازی شده توسط الگوریتم بهینه سازی حداقل مربعات می باشد. پس از انجام این مرحله عملیات مکان‌یابی دو هدف توسط الگوریتم حداقل مربعات و روش گرید بندی انجام و مقایسه می گردد. شکل(۲) میانگین خطای تخمین زده شده ی محل هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه توسط روش چند گوشه را نشان می‌دهد. میانگین خطای محل هدف در ۳۰ مرحله از حرکت هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه به ترتیب ۱.۴، ۰.۸ و ۰.۴ متر تخمین زده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود هر چه سرعت بیشتر باشد متوسط خطای محل تخمین زده شده هدف نیز بیشتر است. در مراحلی که خطا بیشتر شده است هم چنین تعداد گره‌های سنسور مشارکت داده شده در مکان‌یابی و ردیابی نیز کم تر بوده است.

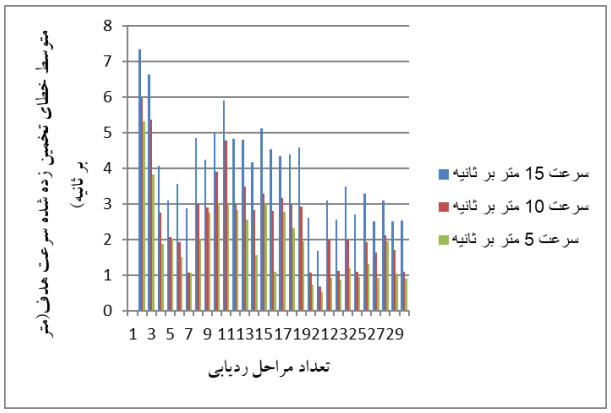


شکل ۲- مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده محل هدف توسط روش چند گوشه به ازای سرعت‌های مختلف

شکل فوق میانگین خطای تخمین زده شده ی محل هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن را نشان می‌دهد. متوسط خطای محل هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه به ترتیب، ۰.۸۹، ۰.۴۲ و ۰.۱۹ متر تخمین زده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود هر چه سرعت بیشتر باشد متوسط خطای محل تخمین زده شده هدف نیز بیشتر است. به علاوه، فیلتر کالمن به صورت قابل توجه، عملکرد بهتری نسبت به روش چند گوشه داشته است و خطای تخمین زده شده محل هدف بسیار کم تر بوده است. شکل (۳) میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه توسط روش چند گوشه را نشان می‌دهد. میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف در ۳۰ مرحله از حرکت آن به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه به ترتیب ۳.۸، ۲.۵ و ۱.۸ متر بر ثانیه تخمین زده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود هر چه سرعت بیشتر باشد متوسط خطای سرعت تخمین زده شده هدف نیز بیشتر است.

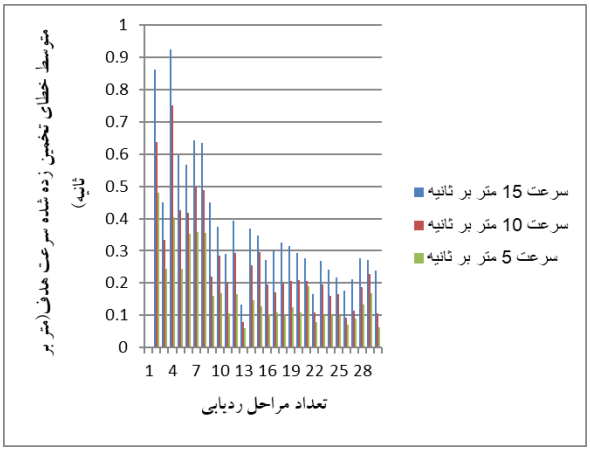


شکل۳- مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده محل هدف توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن به ازای سرعت‌های مختلف



شکل ٤-مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده سرعت هدف توسط روش چند گوشه به ازای سرعت‌های مختلف

شکل(۵) میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه توسط مدل پیشنهادی فیلترکالمن را نشان می‌دهد. میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف در ۳۰ مرحله از حرکت آن به ازای سرعت‌های ۱۵، ۱۰ و ۵ متر بر ثانیه به ترتیب ۰.۵، ۰.۳۳ و ۰.۱۱ متر بر ثانیه تخمین زده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود هر چه سرعت بیشتر باشد متوسط خطای تخمین زده شده سرعت هدف نیز بیشتر است. به علاوه، فیلتر کالمن به صورت قابل توجه، عملکرد بهتری نسبت به روش چند گوشه داشته است و خطای تخمین زده شده سرعت هدف بسیار کم تر شده است. مدل پیشنهادی فیلتر کالمن در پارامترهای خطای تخمینی محل هدف و سرعت هدف، به صورت قابل ملاحظه ای عملکرد بهتری نسبت به روش چند گوشه داشته است. به منظور واضح تر شدن این عملکرد،

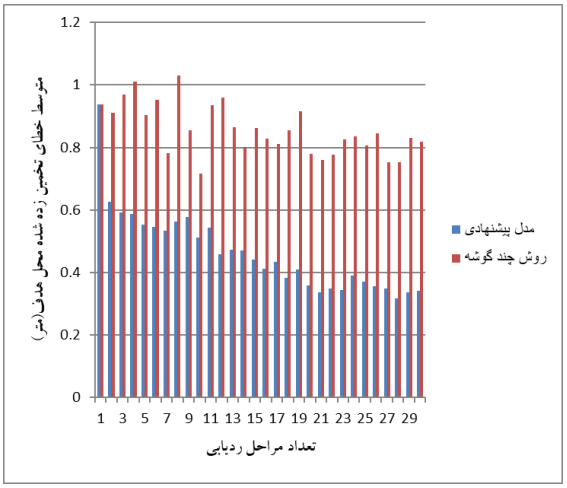


شکل۵- مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده سرعت هدف توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن به ازای سرعت‌های مختلف

به ازای سرعت یکسان ۱۰ متر بر ثانیه مدل پیشنهادی فیلتر کالمن و روش چند گوشه در شکل (۶) با یک دیگر مقایسه خواهند شد. طبق جدول (۲) میانگین خطای مکان‌یابی هدف توسط روش چند گوشه ۰.۸۵ و توسط مدل پیشنهادی ۰.۴۶ تخمین زده شده است به طوری که میانگین خطای مکان‌یابی هدف توسط مدل پیشنهادی کاهش یافته است. این بهبود به دلیل این است که روش پیشنهادی به منظور تخمین محل هدف فیلتر کالمن را به کار می‌گیرد. فیلتر کالمن از قدم‌های پیش بینی و به روز رسانی با استفاده از مدل دینامیکی حاکم بر مدل برای به روز رسانی تخمین موقعیت و ماتریس کوواریانس خطای موقعیت، استفاده می‌کند و انحراف معیار خطای موقعیت را کاهش می‌دهد در حالی که روش چند گوشه در هر مرحله از مکان‌یابی و ردیابی تنها با استفاده از اطلاعات موجود درهمان مرحله محل هدف را تخمین می‌زند. مدل پیشنهادی با استفاده از فیلتر کالمن می‌تواند به طور موفقیت آمیزی یک تخمین موقعیت هدف و ماتریس کوواریانس خطای موقعیت را به صورت بازگشتی در هر مرحله از مکان‌یابی و ردیابی به روز رسانی کند بنابراین خطای موقعیت در شکل ۴-۸ همگرا شده است. در نتیجه دقت مکان‌یابی و ردیابی هدف توسط مدل پیشنهادی ۴۵ ٪ بهبود یافته است. از طرفی چون فاصله اطمینان مقدار تفاوت میانگین خطای مکان‌یابی مدل پیشنهادی و روش چند گوشه شامل صفر نشده است پس می‌توان نتیجه گرفت که کارایی مدل پیشنهادی از لحاظ پارامتر دقت مکان‌یابی و ردیابی به طور قطع از روش پایه ی چند گوشه بهتر است.

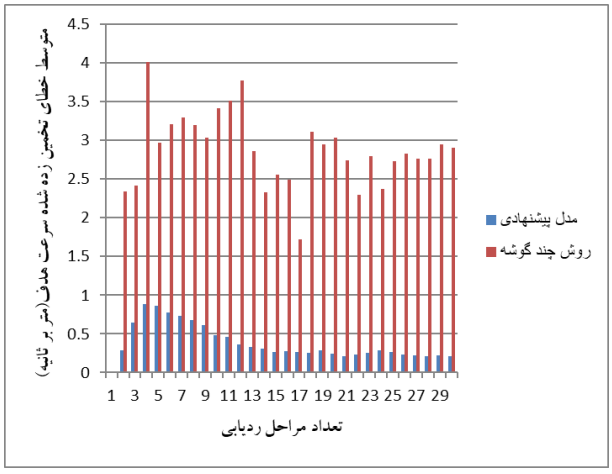
جدول (۲) مقایسه میانگین خطای تخمین زده شده محل هدف توسط مدل پیشنهادی و روش چند گوشه

	مدل پیشنهادی	روش چند گوشه
میانگین خطای تخمین زده شده محل هدف	۰.۴۶	۰.۸۵
مقدار CI(۹۵٪)	۰.۰۳	
محدوده CI(۹۵٪)	(۰.۴۲ و۰.۳۶)	



شکل ٦- مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده محل هدف توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن و روش چند گوشه

هم چنین خطای تخمین زده شده سرعت هدف توسط مدل پیشنهادی و روش چند گوشه در شکل (۷) با یک دیگر مقایسه شده اند. مدل پیشنهادی فیلتر کالمن به صورت قابل ملاحظه ای عملکرد بهتری داشته است. به ازای سرعت یکسان ۱۰ متر بر ثانیه میانگین خطای سرعت تخمین زده شده هدف توسط روش چند گوشه ۲.۷ و توسط مدل پیشنهادی ۰.۳۷ محاسبه شده است که خطای سرعت توسط مدل پیشنهادی کاهش چشم گیری داشته است. دقت در سرعت تخمینی هدف توسط مدل پیشنهادی ۸۶٪ بهبود یافته است و همان طور که در جدول زیر دیده می‌شود فاصله اطمینان مقدار تفاوت میانگین خطای سرعت شامل صفر نشده است.



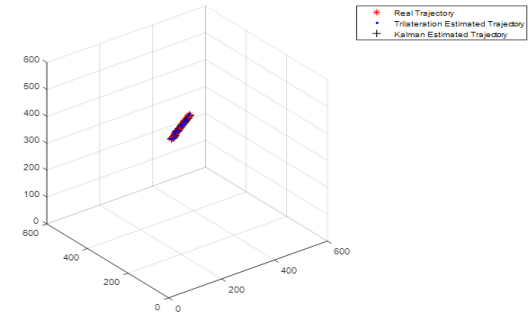
شکل ۷- مقایسه متوسط خطای تخمین زده شده سرعت هدف توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن و روش چند گوشه

بهبودهای حاصل شده توسط اجرای مدل پیشنهادی فیلتر کالمن در ازای افزایش زمان محاسباتی کمی به دست آمده است. با اعمال مدل پیشنهادی، مدت زمان شبیه سازی نسبت به حالتی که روش چند گوشه اجرا شده است، ۳۶۰ ثانیه یا معادل ۶ دقیقه افزایش یافته است. در شکل فوق مسیر حرکت هدف به ازای سرعت ۱۵ متر بر ثانیه در فضای سه بعدی نشان داده شده است. مسیر واقعی حرکت هدف با علامت

ستاره قرمز، مسیر تخمین زده شده هدف به روش چند گوشه با علامت دایره آبی و مسیر تخمین زده شده هدف به روش مدل پیشنهادی با علامت مثبت مشکی نشان داده شده است. همان طور که دیده می‌شود تخمین محل‌های هدف و مکان‌یابی و ردیابی آن در امتداد مسیر واقعی هدف بوده است.

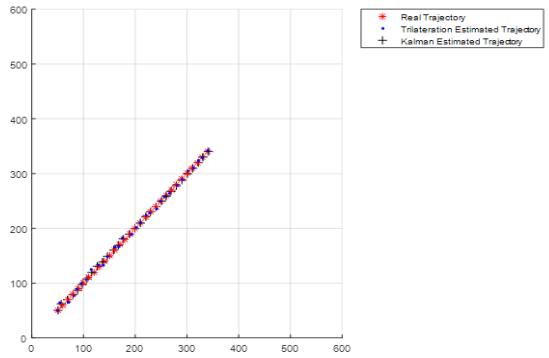
جدول۳- مقایسه میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف توسط مدل پیشنهادی فیلتر کالمن و روش چند گوشه

	مدل پیشنهادی	روش چند گوشه
میانگین خطای تخمین زده شده سرعت هدف	۰.۳۷	۲.۷
CI(۹۵٪)مقدار	۰.۲۲	
CI(۹۵٪)محدوده	(۲.۶۱ و۲.۱۷)	



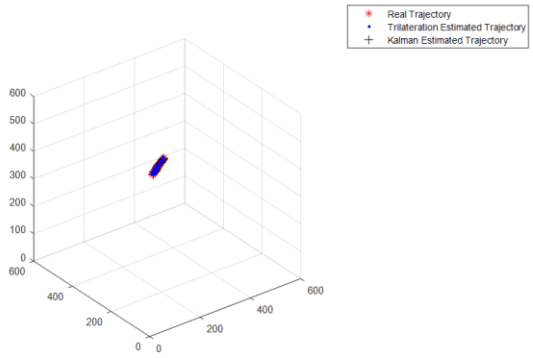
شکل۸-مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای سه بعدی به ازای سرعت ۱۵ متر بر ثانیه

به منظور واضح تر نشان دادن مسیر حرکت هدف، شکل ۴-۹ مسیر حرکت هدف را در فضای دو بعدی نشان می‌دهد.

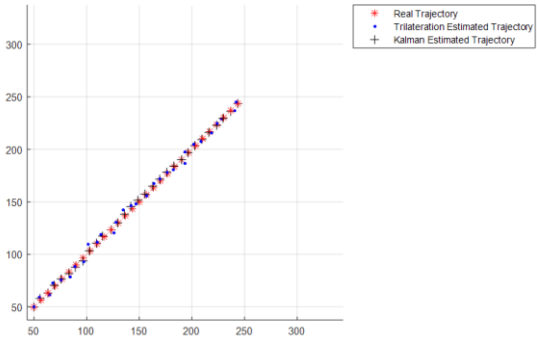


شکل۹- مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای دو بعدی به ازای سرعت ۱۵ متر بر ثانیه

شکل‌های زیر به ترتیب مسیر حرکت هدف را به ازای سرعت ۱۰ متر بر ثانیه در فضای سه بعدی و دو بعدی نشان می‌دهند.

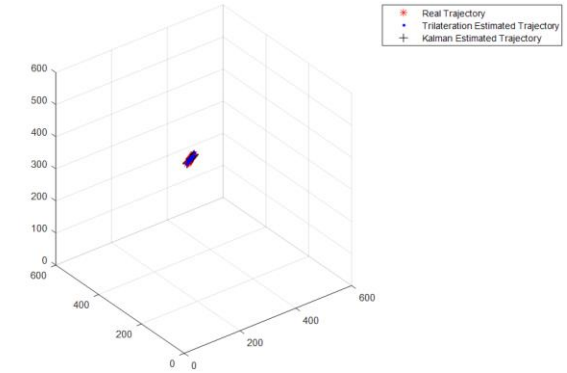


شکل۱۰-مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای سه بعدی به ازای سرعت ۱۰ متر بر ثانیه

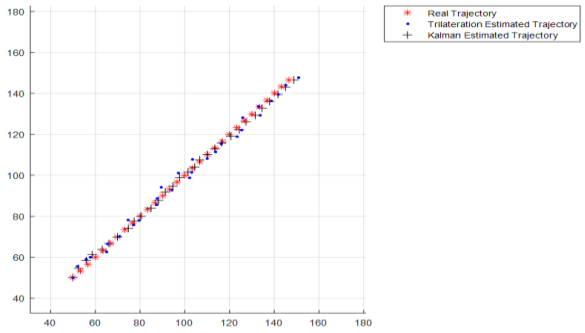


شکل۱۱- مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای دو بعدی به ازای سرعت ۱۰ متر بر ثانیه

شکل‌های زیر به ترتیب مسیر حرکت هدف را به ازای سرعت ۵ متر بر ثانیه در فضای سه بعدی و دو بعدی نشان می‌دهند.



شکل۱۲- مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای سه بعدی به ازای سرعت ۵ متر بر ثانیه

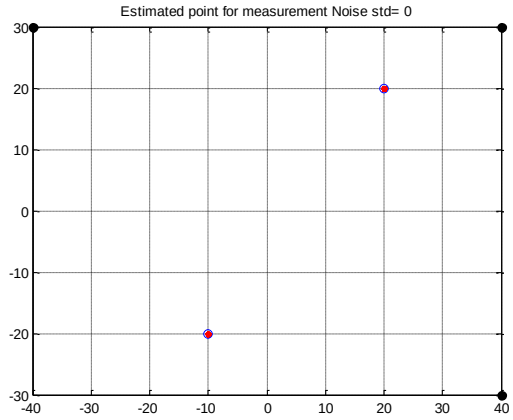


شکل۱۳- مسیر واقعی و تخمینی حرکت هدف در فضای دو بعدی به ازای سرعت ۵ متر بر ثانیه

همان طور که از شکل‌های بالا نتیجه می‌شود، هر چه سرعت هدف کم تر باشد مسیر طی شده توسط هدف نیز کم تر خواهد بود.

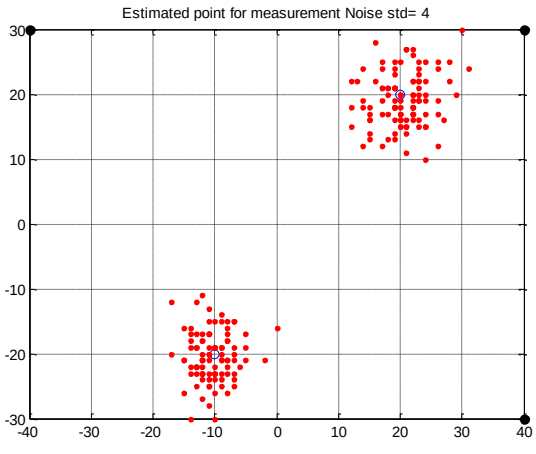
٤-نتایج شبیه سازی مربوط به مکان یابی دو هدف

در شکل زیر نتایج شبیه سازی برای سه سنور و دو هدف نمایش داده شده است. مکان اهداف با دایره آبی و مکان سنسورها با دایره مشکی و مکان تخمین زده شده برای اهداف با دایره قرمز نشان داده شده است.

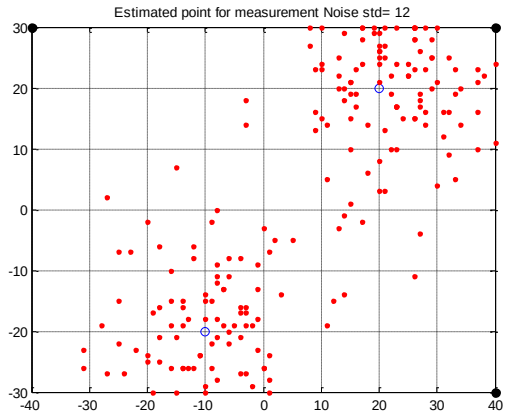


شکل١٤- مکان تخمین زده شده برای اهداف در نویز صفر

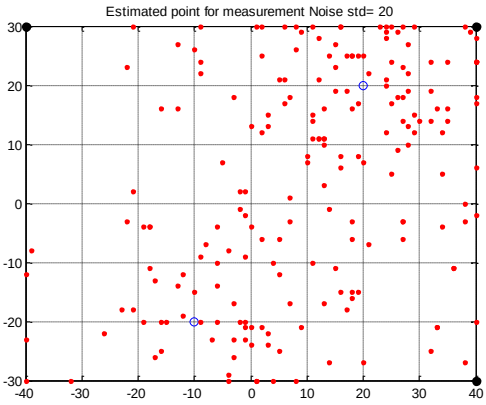
همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود در عدم حضور نویز الگوریتم به خوبی کار نموده و بدون هیچ گونه نویزی مکان اهداف را تخمین می زند. اکنون باید با نویزهای بیشتر عملکرد الگوریتم را بررسی نمود. در شکل زیر مشاهدات را با انحراف استاندارد ۴ نویزی نموده و نتایج تخمین ارائه شده است. مشاهده می شود که با افزایش انحراف استاندارد نویز نقاط تخمین فاصله بیشتری از نقاط اصلی اهداف می گیرند. این امر در شکل های زیر که مربوط به نویز با انحراف استاندارد ۱۲ و ۲۰ است بهتر مشخص شده است.



شکل١٥-مکان تخمین زده شده برای اهداف در نویز با انحراف استاندارد ٤

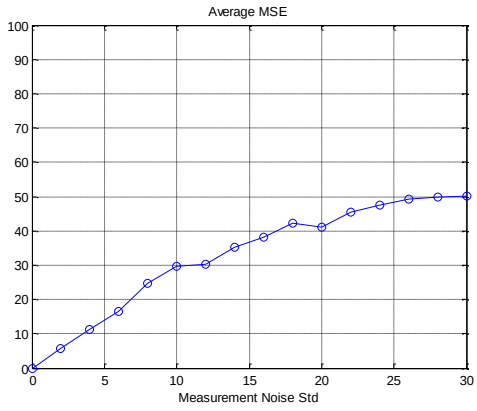


شکل١٦ مکان تخمین زده شده برای اهداف در نویز با انحراف استاندارد ١٢



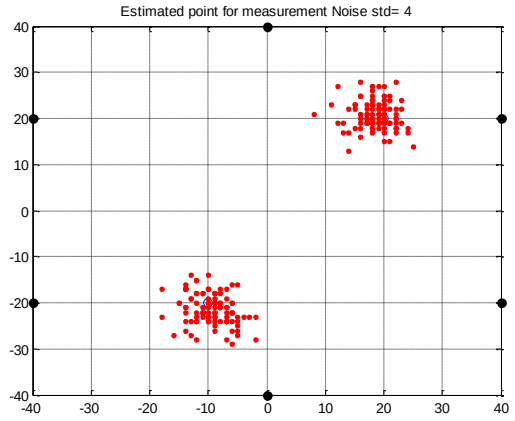
شکل١٧-مکان تخمین زده شده برای اهداف در نویز با انحراف استاندارد ٢٠

به منظور بررسی کمی میزان خطای تخمین، فاصله مشاهدات تخمین زده شده با مکان اصلی اهداف بر حسب میزان انحراف استاندارد نویز ترسیم شده و در شکل زیر آورده شده است. مشاهده می شود که میزان خطای تخمین با افزایش انحراف استاندارد نویز صعودی بوده ولیکن بعد از مدتی این میزان خطا همگرا می شود.

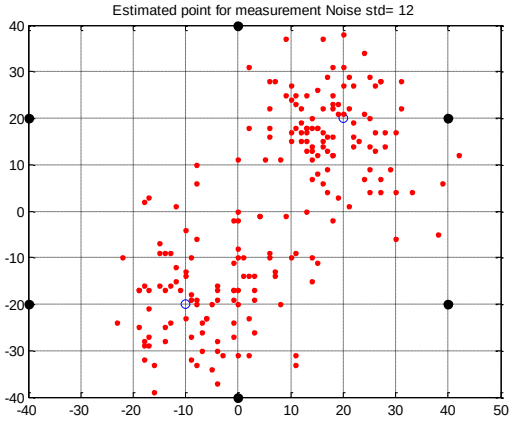


شکل١٨- خطای تخمین مکان برای اهداف با سه سنسور در نویز با انحراف استانداردهای مختلف

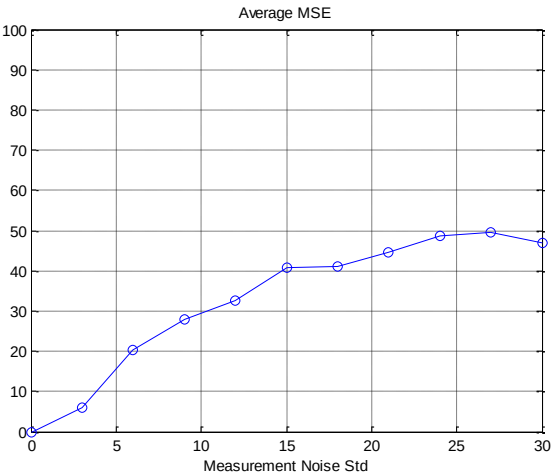
در ادامه شبیه سازی برای ۶ سنسور و دو هدف تکرار و نتایج آن نمایش داده می شود.



شکل۱۹- خطای تخمین مکان برای اهداف با ٦ سنسور در نویز با انحراف استاندارد ٤

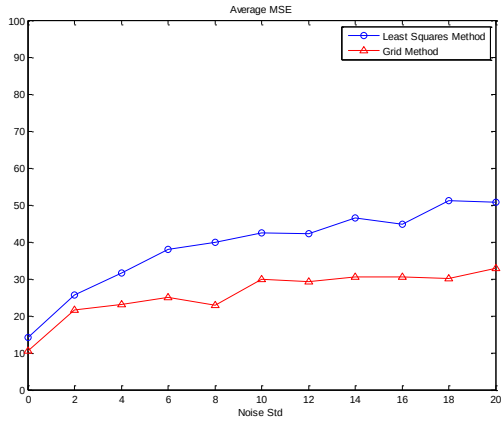


شکل۲۰- خطای تخمین مکان برای اهداف با ٦ سنسور در نویز با انحراف استاندارد ۱۲



شکل۲۱- خطای تخمین مکان برای اهداف با ٦ سنسور در نویز با انحراف استاندارد های مختلف

با مقایسه شکل فوق با شکل فوق مشاهده می شود که افزایش تعداد سنسورها در کاهش خطای تخمین تاثیر بسیاری دارد ولیکن در صورتی که میزان نویز بسیار زیاد شود تقریبا رفتار منحنی ها مشابه یکدیگر است. اکنون به منظور مقایسه، عملکرد الگوریتم مکان یابی دوهدفه با استفاده از حداقل مربعات و با استفاده از روش گریدبندی با یکدیگر مقایسه می شود.



شکل۲۲ : مقایسه خطای تخمین مکان یابی دوهدفه با استفاده از حداقل مربعات و روش گریدبندی با یکدیگر

مشاهده می شود که خطای تخمین با استفاده از الگوریتم گرید بندی به مراتب کمتر از الگوریتم حداقل مربعات است.

۵-نتیجه گیری

شبکه های سنسور بی سیم، ترکیبی از تعداد زیادی گره های سنسور کم هزینه و قابل حمل هستند که منبع شان باتری است. گره های سنسور می‌توانند به طور انبوهی در یک ناحیه برای جمع آوری اطلاعات از آن مستقر شوند. شبکه های سنسور بی سیم، گونه ای از شبکه های سنسور هستند که در محیط قرار می‌گیرند و از طریق امواج رادیویی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. رشد علاقه مندی در شبکه های سنسور بی سیم برای اهداف گوناگون از قبیل نظارت افراد و خودروهای مظنون بسیار افزایش یافته است. کشف کردن، طبقه بندی کردن و مکان‌یابی و ردیابی اهداف، بخش های ضروری از سیستم های جدید دفاعی هستند. با توجه به پیشرفت وسیع در تکنولوژی های بی سیم برای پیدایش حسگرهای کوچک و ارزان و در نظر گرفتن اینکه شبکه های سنسور بی سیم، این مقاله یک راه حل امیدوار کننده را برای مکان‌یابی و ردیابی اهداف متحرک نامعلوم پیشنهاد می‌کند. از طرفی مصرف انرژی و دقت مکان‌یابی و ردیابی، مسائل بنیادی در شبکه های سنسور هستند، به این دلیل که یکی از محدودیت های اصلی شبکه های حسگر، انرژی است. جایگذاری باتری در هر گره سنسور غیر عملی است، بنابراین طول عمر شبکه، وابسته به عمر باتری است. از طرفی برای افزایش دقت در مکان‌یابی و ردیابی، گره های سنسور بیشتری باید فعال باشند که این خود باعث مصرف انرژی بالاتر می‌شود. گره

های موجود با توجه به پینگی که فرستنده ارسال می‌نماید می‌توانند متوجه فاصله هدف از گیرنده ها بشوند و اطلاعات خود را به گره مرکزی ارسال نمایند. این اطلاعات چند معادله و چند مجهول را تشکیل می‌دهد که غیر خطی بوده و در زمان های متغیر اندازه آنها متغیر است و حل آن نیازمند استفاده از الگوریتم بهینه سازی می‌باشد. بنابراین در این پایان نامه، یک مدل برای آشکارسازی، مکان‌یابی و ردیابی هدف با استفاده و کمک الگوریتم فیلتر کالمن طراحی شد که بتواند در شبکه های سنسور بی سیم، بین مصرف انرژی و دقت مکان‌یابی و ردیابی تعادل برقرار کند، و این مدل بسیار کمک کننده و حائز اهمیت است. پیشنهاد می‌گردد که در آینده از الگوریتم های بهینه سازی ترکیبی در شبکه های سنسور بی سیم به منظور مکان‌یابی و ردیابی اهداف استفاده کرد که ضمن داشتن دقت بالا، سرعت را افزایش دهد و انرژی مصرفی را نیز ناچیز کند. هم چنین بتوان از الگوریتم های طراحی شده در سیستم های کاربردی و عملی استفاده نمود.

مراجع

[1] Wiley, R., ELINT: The interception and analysis of radar signals. 2006: Artech.

[2] Ahmadi, M. and K. Mohamedpour. A new method for recognizing pulse repetition interval modulation. in 2009 International Conference on Signal Processing Systems. 2009. IEEE.

[3] Dadgarnia, A. and M.T. Sadeghi, Automatic recognition of pulse repetition interval modulation using temporal convolutional network. IET Signal Processing, 2021. 15(9): p. 633-648.

[4] Han, J.-W. and C.H. Park, A unified method for deinterleaving and PRI modulation recognition of radar pulses based on deep neural networks. IEEE Access, 2021. 9: p. 89360-89375.

[5] Zhang, D., et al. Distributed Radar PRI Sequence Classification using K-medoids Algorithm and Feedforward Neural Networks. in 2021 IEEE 5th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC). 2021. IEEE.