فصلنامه علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم، شماره یک، بهار 1400

سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای برای پدافند هوایی با رویکرد شناختی توزیع شده

مهدی فشارکی[1]، مهدی امجدی [2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۸/۱۵

چکیده

ساختار سلسله‌مراتبی متمرکز صلب شبکه‌ی پدافند هوایی متاثر از ملاحظات مربوط به همگرایی اقدامات فردی عامل‌های حاضر در یک صحنه‌ی پدافندی است. ایده‌هایی برای ایجاد شبکه‌های توزیع شده‌ی فرماندهی و کنترل برای وضعیت‌های خاص عملیات پدافند هوایی هم پیشنهاد شده‌اند، اما این ایده‌ها هم چالش‌ها و مشکلات دیگری، از قبیل ترافیک حجیم اطلاعات شبکه و عدم تضمین همگرایی اقدامات عملیاتی دارند. در این نوشتار، ابتدا بر اساس رویکردهای جدیدی در علوم شناختی، مدلی برای ترکیب همگرای اقدامات فردی برای تحقق یک قصد عملیات جمعی ارائه شده است. سپس، ساختار کلی و معماری نرم افزاری یک سکوی تعاملات شناختی برای پشتیبانی از اجرای عملیات جمعی در حوزه‌ی پدافند هوایی پیشنهاد و تشریح شده است. این سکو می‌تواند از شکل گرفتن ساختارها و شبکه‌های متفاوت فرماندهی و کنترل به اقتضای شرایط خاص وضعیت‌های مختلف عملیاتی پشتیبانی کند. این امکان از طریق کمک به عامل‌های حاضر در صحنه‌ی علمیات برای توزیع و تجمیع معنادار اقدامات عملیاتی میان آنها فراهم می‌شود.

واژگان کلیدی: پدافند هوایی، فرماندهی و کنترل، سکوی شناختی، نظریه آرایه‌ای، معناگرایی

[1] داشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع برق و کامپیوتر، fesharaki@mut.ac.ir (نویسنده مسئول)

[2] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع برق و کامپیوتر، M_Amjadi@mut.ir

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

1. مقدمه

حوزه‌ی عملیات پدافند هوایی متضمن سطح بسیار بالایی از پیچیدگی است. دستیابی به یک تصویر قابل اتکا از صحنه‌ی پدافند هوایی مستلزم گردآوری و تجمیع داده‌ها و اطلاعات بسیار پرحجم و متنوعی از سطوح مختلف جزئیات صحنه‌ی عملیات است. این نیازمندی متاثر از گستردگی و تنوع حالت‌های ممکن و متغیرهای تاثیرگذار در کشف یک هدف هوایی و مقابله با آن است. حساسیت زیاد مساله و ماموریت پدافند هوایی انجام چنین تجمیعی را ضروری می‌کند؛ نادیده گرفتن هر کدام از اقلام داده‌ای و اطلاعاتی کوچک مربوط به واقعیت‌های میدان پدافندی می‌تواند به نفوذ یک پرنده‌ی دشمن و ضربه به دارایی‌های حساس خودی یا تشخیص نادرست یک پرنده‌ی خودی به عنوان دشمن و مقابله‌ی فاجعه آمیز با آن منجر شود.

راه حل رویکردهای موجود فرماندهی و کنترل، برای این مساله‌ی پیچیده، رساندن همه‌ی این اطلاعات و داده‌های میدانی به فرمانده پدافند منطقه‌ای و ساختن یک تصویر وضعیتی جامع و دقیق برای او است. تمام تلاش‌های عامل‌های دیگر حاضر در صحنه‌ی یک عملیات پدافندی تا حدود زیادی معطوف به جمع آوری داده‌ها و اطلاعات وضعیتی و انتقال آنها به فرماندهی منطقه است. تجمیع تمام این داده‌ها و اطلاعات در یک ذهن واحد انسانی برای تولید یک تفسیر واحد از وضعیت منطقه مقصود اساسی این ساختار متمرکز فرماندهی و کنترل است.

به همین ترتیب، مسؤولیت همه‌ی تصمیمات عملیاتی یگان‌های پدافندی یک منطقه هم با فرمانده منطقه است. تمام اقدامات عملیاتی عامل‌های حاضر در صحنه با تدبیر و دستور صریح فرمانده منطقه مجاز و معتبر هستند. هیچ اقدامی از طرف عامل‌های حاضر در صحنه‌ی نبرد، بدون ارتباط و دستور فرماندهی منطقه معتبر و مجاز نیست، چون هیچ مرجع دیگری به تصویر جامع و دقیق وضعیت پدافند منطقه دسترسی ندارد. به این ترتیب، فرماندهی شبکه پدافند حساس‌ترین نقطه‌ی ساختار عملیات پدافندی است و در صورت از دست رفتن ارتباط عامل‌های حاضر در صحنه با فرماندهی منطقه، اجرای مطلوب پدافند هوایی منطقه با احتمال بسیار زیادی مختل می‌شود.

از طرف دیگر، حجم انبوه داده‌ها و اطلاعات و پردازش‌های دخیل در یک عملیات پیچیده‌ی پدافند هوایی عموما فراتر از قابلیت پردازشی و محاسباتی محدود یک ذهن انسانی است. با بزرگتر شدن محدوده‌ی یک عملیات و افزایش تعداد اشیاء یا متعیرهای دخیل در آن، ظرفیت شناختی تشخیص و تصمیم‌گیری ذهن فرماندهان منطقه به سرعت رو به اشباع می‌روند و قابلیت دخالت دادن تمام عوامل موثر در وضعیت را از دست می‌دهند.

در پیاده سازی‌های جدیدتر فرماندهی و کنترل پدافند هوایی، رایانه‌های قدرتمندی هم برای اجرای پردازش‌های بسیار سنگین منطقی و ریاضی برای تجمیع و ادغام داده‌ها و کاهش بار پردازشی ذهن فرمانده منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرند. می‌توان نشان داد که اغلب الگوریتم‌های رایانشی مورد استفاده‌ی این ماشین‌ها هم ناگزیر از مدل سازی نبرد پدافند هوایی و فروکاست آن به چند شاخص[2]کمی و تمرکز بر محاسبه‌ی مقادیر این شاخص‌ها هستند. رویکردهای نوین‌تری، مثل «سوارم»[3] در حوزه‌ی هوش مصنوعی، برای توزیع یک فعالیت بزرگ روی فعالیت‌های خرد چند عامل مستقل ارائه شده‌اند. این رویکردها هم، علاوه بر آنکه پختگی کافی برای مواجهه با چنین مسائلی ندارند، به اندازه‌ی رویکردهای سنتی نیازمند مدل سازی نبرد پدافند هوایی و فروکاست واقعیت‌های صحنه‌ی نبرد به شاخص‌های پیش بینی پذیر و شناخته شده هستند.

ضرورت اصلاح اساسی شبکه ی پدافند متمرکز هوایی و ایجاد ساختارهای فرماندهی و کنترل متفاوتی برای عملیات پدافند هوایی، پیش از این، در پژوهش‌هایی مثل **[1]** هم مورد توجه قرار گرفته است. نویسنده‌ی این پزوهش با اینکه طرحی هم برای یک شبکه ی توزیع شده‌ی پدافند هوایی ارائه کرده است، اما پیاده سازی چنین شبکه ای را، با توجه به چالش‌های اساسی آن، بسیار دشوار ارزیابی کرده است: ایجاد چنین

[2] Feature, Parameter

[3] Swarm

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم ، شمارهٔ یک بهار 1400

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

شبکه‌ای، بر اساس رویکردهای متعارف سیستم‌های فناوری اطلاعات، علاوه بر آنکه متضمن پیاده‌سازی شبکه‌ی متراکمی از لینک‌های ارتباطی با قابلیت تحمل حجم عظیمی از ترافیک داده‌ها است، راه‌حل قابل توجهی برای مساله‌ی پیچیده‌ی هماهنگی و همگرایی اقدامات و تشخیص‌های فردی و محلی بخش‌های مختلف شبکه‌ی پدافندی هم در اختیار ندارد.

مساله‌ی اساسی سکوی عملیات آرایه‌ای ارائه شده در این مقاله ایجاد امکان بهره‌گیری از ظرفیت پردازش شناختی ذهن‌های انسانی حاضر در یک عملیات پدافندی و توزیع پردازش‌های شناختی مورد نیاز برای تحقق پدافند در یک منطقه روی جمعی از ذهن‌های انسانی است. این توزیع می‌تواند اولا وابستگی تمام عملیات به یک مرکز فرماندهی متمرکز را کمتر کند و از طرف دیگر بخشی از بار کاری ذهن فرمانده منطقه را به عامل‌های دیگر حاضر در عملیات منتقل و احتمال نادیده گرفته شدن داده‌ها و اطلاعات ارزشمند عملیاتی را کاهش دهد. سکوی آرایه‌ای پدافند هوایی امکان شکل گیری و پدیداری طیف وسیعی از ساختارهای فرماندهی و کنترل و سازمان‌های رزمی به اقتضای وضعیت‌های متفاوت و تغییر حالت نرم بین این ساختارها را، یا سربار ترافیک داده ی ناچیز و با تضمین نسبی همگرایی عملیاتی، فراهم می‌کند.

آگاهی اشتراکی وضعیتی یا رویکردهایی نظیر آن هم به دنبال تجمیع ظرفیت‌های شناختی عامل‌های انسانی حاضر در یک عملیات برای ارتقاء اثربخشی عملیات جمعی آنها هستند. اما پیچیدگی مساله‌ی شبکه شدن تشخیص‌ها و اقدامات محلی عامل‌ها باعث ناکامی اغلب این رویکردها و ایده‌ها شده است. عدم اطلاع عامل‌ها از یکدیگر و از تصویر بزرگتر صحنه‌ی عملیات همگرایی اقدامات فردی آنها را به شدت دشوار می‌سازد. در این روش‌ها هم، تمام عامل‌های انسانی حاضر در صحنه‌ی عملیات پدافندی، با وجود ظرفیت‌های شناختی ذهن آنها برای تشخیص هدف و تصمیم‌گیری برای مقابله با آن، در چارچوب محدودیت‌های مدل‌سازی سیستمی عملیات پدافندی، عملا به کاربرهای سیستم‌های رادار و سلاح خود فروکاست می‌شوند و نقش حسگرها و عملگرهای فرمانده منطقه را ایفا می‌کنند.

ایده‌ی اساسی نظریه آرایه‌ای آن است که با توصیف عملیات بر اساس تعبیر زبانی و معنایی از صحنه و اقدامات عامل‌ها در آن می‌توان بستری برای همگرایی این اقدامات در جهت تحقق جمعی یک نیت عملیاتی فراهم کرد. در این تعبیر زبانی تمام اشیاء و موجودیت‌های یک زمینه زمینه[4]عملیاتی معادل کلمه‌های معنادار زبان این زمینه هستند. به همین ترتیب، تمام ترکیب‌های معنادار این اشیاء و موجودیت‌ها هم معادل عبارت‌ها و جمله‌های معتبر این زبان هستند. در این رویکرد، عامل‌های شناختی حاضر در صحنه‌ی عملیات، به طور خاص، به کلمه‌های رابطه‌ای در زبان زمینه تعبیر می‌شوند که علاوه بر یک معنای معتبر زبانی، الگویی برای ترکیب کلمه‌های دیگر زمینه و ساختن معناهای جدید هم در اختیار دارد. در واقع، هر اقدام عملیاتی یک عامل آرایه‌ای معادل یک ساخت و ساز معنایی در زبان زمینه عملیاتی این عامل است. از طریق این ساخت و سازهای معنایی در صحنه‌ی عملیات، عامل‌ها می‌توانند در اقدام‌های عملیاتی یکدیگر مشارکت معنادار کنند. شبکه‌ی این مشارکت‌های معنایی در صحنه‌ی عملیات، به طور جمعی، معنای کلان یک عملیات را می‌سازد. محاسبات معنای زبانی در رویکرد آرایه‌ای، امکاناتی هم برای ارزیابی نسبت این معنای عملیاتی کلان با قصد بالادستی فرماندهان عملیات فراهم می‌کند.

سکوی آرایه‌ای ارائه شده در این مقاله، برای توصیف پردازش‌های زبانی خود، به طور خاص از مدل‌های زبانی مبتنی بر فضای برداری و محاسبات کوانتومی استفاده می‌کند. در این مدل، یک معنای ترکیبی را می‌توان با ساختن یک «سوپرپوزیشن»[5] از تعبیرهای محتمل معنایی ترکیبی از کلمه‌های زبان و «کولپس»[6] کردن آن با حذف تعبیرهای معنایی نامطلوب خلق کرد.[7] بر اساس این مدل، شکل گرفتن یک

[4] Context

[5] Superposition

[6] Collapse

[7] «سوپرپوزیشن» و «کولپس» اصطلاحاتی در محاسبات کوانتومی هستند که با توجه به معنای بسیار خاص آنها در این حوزه، فعلا از معادل سازی فارسی آنها صرف نظر کرده‌ایم.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

عملیات پدافندی در مرکز فرماندهی منطقه‌ای را می‌توان با سوپرپوزیشن بسیار بزرگی از تمام داده‌ها و اطلاعات جمع آوری شده از صحنه‌ی عملیات و یک کولپس بزرگ روی این سوپرپوزیشن توصیف کرد. حساسیت و دشواری عملیات در این حالت را هم می‌توان به همین بزرگی این پردازش معنایی نسبت داد. سکوی تعامل آرایه‌ای پیشنهادی به عامل‌ها امکان توصیف سوپرپوزیشن‌های معنایی کوچک محلی و کولپس کردن آنها بر اساس اقتضائات وضعیتی محلی در راستای معنای مورد قصد بالادستی را می‌دهد. به این ترتیب، سوپرپوزیشن بزرگ مساله‌ی کلان پدافند منطقه‌ای به شبکه‌ای از سوپرپوزیشن‌های کوچک محلی تبدیل می‌شود که توسط شبکه‌ای از عامل‌های آرایه‌ای پردازش می‌شوند. نقش اساسی سکوی آرایه‌ای در این حالت هدایت پردازش‌های معنایی عامل‌ها بر اساس الگوهای زبانی شناخته شده‌ی زمینه عملیاتی است.

در ادامه‌ی این نوشتار، ابتدا در بخش 2، پایه‌های نظری محاسبات زبانی مورد استفاده در سکوی آرایه‌ای ارئه شده‌اند. در بخش 3، کلیاتی از ساختار و عملکرد سکو ارائه شده است. در بخش 4، جزئیات خاص تری از سکوی آرایه‌ای پدافند هوایی توصیف شده است. نهایتا، بخش 5 شامل نکاتی به عنوان جمع بندی مقاله است.

2. مبانی محاسباتی

سکوی عملیات آرایه‌ای توصیف شده در این مقاله به طور کلی بر اساس تعبیر زبانی از زمینه‌های عملیاتی و بهره گیری از محاسبات معنایی زبانی در شکل دادن و تحقق عملیات مطلوب ساخته شده است. پژوهش‌های بسیار گسترده و دامنه‌داری در حوزه‌ی پردازش معنای زبانی انجام شده‌اند که این سکو، به طور کلان، از چند مورد مشخص از این نظریه‌ها متاثر است.

زبانشناسی کاربردپایه جریان نسبتا جدیدی در زبانشناسی است که به طور مشخص، رابطه‌های میان ویژگی‌های معنایی اشیاء زبانی و کاربردهای واقعی آنها را مورد توجه قرار می‌دهد. ایده‌ی اساسی در زبانشناسی کاربردپایه آن است که اشیاء زبانی، از قبیل کلمه‌ها، در کاربردهای زبانی معنادار می‌شوند. به بیان دقیق‌تر، معنای یک کلمه در ذهن یک گویشور زبانی حاصل انباشت تجربه‌های او از کاربرد زبانی این کلمه است. عرضه‌ی این کلمه به ذهن این گویشور بخش‌های مرتبط با این کاربردها را در ذهن او تحریک می‌کند و تمام این تجربه‌های زبانی را برای او تداعی می‌کند. توصیف پایه‌ای بسیار جالبی از ایده‌های اساسی زبانشناسی کاربردپایه در **[2]** ارائه شده است.

ایده‌ی توزیع معنای کلمات زبان طبیعی در حوزه‌ی پردازش ماشینی زبانی طبیعی هم به ظهور مدل‌های ریاضی و محاسباتی برای تحلیل و پردازش زبان منجر شده است. دسته‌ی بزرگی از چنین مدل‌هایی با عنوان کلی مدل‌های «فضای برداری معنای توزیعی»[8] **[3]** شناخته می‌شوند. در این مدل‌ها معنای کلمات بر اساس همنشینی آنها در کاربردهای زبانی روی مجموعه‌هایی از کلمات دیگر توزیع می‌شوند. یکی از رایج‌ترین حالت‌های بازنمایی معنایی در این مدل‌ها چنین است: تعداد محدودی از کلمه‌های شاخص یک زمینه به صورت بردارهای معنایی بازنمایی می‌شوند، یک فضای برداری از این بردارهای پایه ساخته می‌شود به طوری که این کلمات شاخص بردارهای پایه‌ی متعامد این فضا باشند، هر کلمه‌ی دیگری به صورت برداری در این فضا بازنمایی می‌شود به طوری که هر درایه از این بردار مقداری معادل وزن نسبی همنشینی این کلمه با بردار پایه‌ی متناظر با این درایه داشته باشد. به این ترتیب، توصیف فضای برداری از کلمات یک زبان معنای آنها را مستقیما به الگوهای ترکیب آنها با کلمات دیگر متصل می‌کند. در واقع، یک کلمه معادل و متناظر با الگوی توزیع ترکیب آن با کلمات دیگر است. این توصیف بستر بسیار مناسبی برای پردازش و محاسبه‌ی معنایی ترکیباتی از اشیاء زبانی فراهم می‌کند.

روش‌های متنوعی برای ساختن بردارهای معنایی کلمات با تکیه بر داده‌های کاربرد زبانی وجود دارند. یکی از شناخته شده‌ترین الگوریتم‌ها برای ساختن بردار معنایی یک کلمه

[8] Distributional semantic vector space models

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

«**Word2Vec**» **[4]** نام دارد که در کاربردهای نرم افزاری متنوعی در حوزه‌ی پردازش زبان طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگوریتم برای اجرای محاسبات مربوط به ساختن یک بردار معنایی از تخمین رگرسیون خطی[9]بر پایه‌ی یک شبکه عصبی بهره می‌گیرد. این الگوریتم کاربردهای بسیار جالبی در حوزه‌های غیر زبانی هم پیدا کرده که **[5, 6]** نمونه‌هایی از آن هستند.

شاخه‌ی جالب توجه دیگری از مطالعات زبانشناختی، که در توسعه‌ی سکوی آرایه‌ای از آن بهره گرفته شده است، با عنوان کلی نظریه «گرامرهای مبتنی بر دیپندنسی»[10] شناخته می‌شود. **[7]** توصیف نسبتا جامعی از این نظریه ارائه کرده است. این نظریه ساختارهای نحوی زبان طبیعی را بر اساس دیپندنسی‌های[11]معنایی میان کلمات در سازه‌های زبانی توصیف می‌کند. بر اساس این توصیف، یک سازه‌ی زبانی به صورت گرافی از چند کلمه معنادار و دیپدنسی‌های معنایی میان آنها قابل بازنمایی است. در این شاخه، پژوهش‌هایی مثل **[8]** هم وجود دارند که به طور ویژه به ماهیت کلمه‌های رابطه‌ای (که متضمن الگوی ترکیب معناها در سازه‌های زبانی هستند) پرداخته‌اند. **[9]** با ترکیب ایده‌های این نظریه با نظریه‌ی فضاهای معنایی برداری، مدلی برای ساخت ماشینی معنای کلمات با توجه به توزیع دیپدنسی‌های آنها ارائه کرده است.

مدل محاسباتی دیگری با عنوان **DisCoCat [10]** از شباهت فضای معنایی برداری با فضاهای محاسباتی رایج در مکانیک کوانتومی برای بهره گیری از محاسبات کوانتومی در توصیف خلق معناهای ترکیبی استفاده کرده است. در این مدل، همانند توصیف مکانیک کوانتومی از ذرات زیر-اتمی معنای هر شیء زبانی، از قبیل یک کلمه یا یک عبارت یا یک جمله، به سوپرپوزیشنی از معناها تعبیر می‌شود که به طور خاص معادل زیرفضایی از فضای معنایی یک زمینه است. بر اساس این تعبیر، ترکیبات معنایی زبانی هم با اجرای عملگرهای کوانتومی بر این زیرفضاهای معنایی قابل توصیف هستند. به طورخاص، در این مدل ساختار گرامری کلمات رابطه‌ای که با اعمال آن روی سوپرپوزیشن ترکیبی کلمات معناهای کلمات حاضر در ترکیب، این سوپرپوزیشن بزرگ به یک حالت قطعی یا یک سوپرپوزیشن کوچکتر کولپس می‌شود.

توسعه دهندگان این مدل، که اساسا آن را با هدف محاسبه‌ی ماشینی معنای ترکیبی ساخته اند، ریاضیات کلی آن را در **[11]** توصیف کرده‌اند و سپس در **[12]** و **[13]** به طور ویژه به کلمه‌های رابطه‌ای پرداخته‌اند. در این گزارش‌ها، این مدل، با دقت‌هایی در حدود سی تا چهل درصد، عملکرد معنایی ذهن انسانی را شبیه سازی کرده است. در **[14]** و **[15]** و ...، مفاهیم زبانشناختی خاص‌تری را به این مدل افزوده‌اند و در **[16]** یک چارچوب[12]نرم افزاری در زبان پایتون برای برنامه نویسی بر اساس این محاسبات ارائه کرده‌اند و نهایتا در **[17]** و **[18]** گزارشی از اجرای محاسباتی بر اساس این مدل در یک رایانه‌ی کوانتومی هم ارائه کرده‌اند. علاوه بر کاربردهایی در حوزه‌ی پردازش زبان طبیعی، مثل **[19]**، این مدل برای محاسباتی در حوزه‌ای مثل زیست شناسی (**[20]** و **[21]**) هم به کارگرفته شده است.

نمونه‌های ذکر شده از محاسبات معنای زبانی به خوبی گستره و حجم پژوهش‌های نظری برای توسعه‌ی این محاسبات و گرایش به کاربردهای عملی آن را بازنمایی می‌کنند. اگر چه بسیاری از این پژوهش‌ها متوجه شبیه سازی محاسبات معنایی ذهن انسانی در ماشین‌های پردازشی هستند، اما همین مطابقت آنها با کارکرد ذهن انسانی امکان بهره گیری از این محاسبات برای تسهیل محاسبات معنایی برای عامل‌های انسانی را هم فراهم می‌کند.

3. سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای و توصیف عملیات در دستگاه آرایه‌ای

[9] Linear regression learning

[10] Dependency-based grammars

[11] معادل‌های فارسی متنوعی برای واژه‌ی «**dependency**» قابل تصور هستند. اما از آنجا که این واژه در این کانتکست معنای بسیار خاصی دارد، از ترجمه‌ی آن خودداری کرده‌ایم و در ادامه‌ی این نوشتار، این مفهوم را با همین واژه مورد اشاره قرار خواهیم داد.

[12] Framework

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

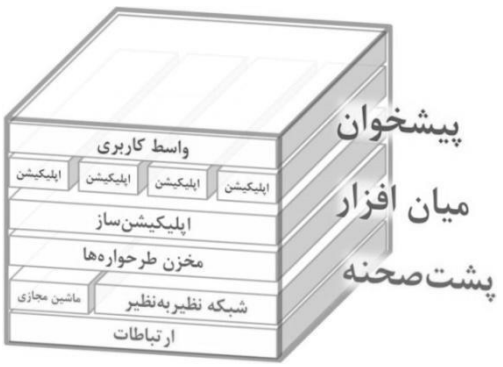
سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای جایی است که به عامل‌های حاضر در عملیات امکان آرایش جمله‌های معنادار در زبان یک زمینه خاص عملیاتی را می‌دهد. مثلا، سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای پدافند هوایی باید آرایش جمله‌های معنادار معادل اقدامات عملیات پدافندی را برای عامل‌های پدافندی تسهیل کند. این سکو ماهیت تمام موجودیت‌های حاضر در زمینه عملیاتی خود را به صورت طرحواره‌های توزیع معنایی فضای برداری بازنمایی و نگهداری می‌کند. مجموعه‌ی چنین طرحواره‌هایی، به طور جمعی، شبکه‌ای از کلمات معنادار زمینه و توزیع وزن داری از سابقه‌ی ترکیب آنها در عملیات‌های پیشین را بازنمایی می‌کند. این شبکه، در واقع، تصویری از زبان خلق معنا در این زمینه است.

کارکرد اساسی سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای توزیع محاسبات خلق معنای یک عملیات پیچیده‌ی جمعی روی جمعی از ذهن‌های معناگرای انسانی عامل‌های حاضر در عملیات است. در واقع، هر عامل انسانی در این سکو، یک «آراینده»ی معنایی است که معنای منتسب به اقدام عملیاتی خود را با ترکیب معناهای در دسترس خود از زمینه محقق می‌کند. با بیان گرامر دیپندنسی-پایه، هر آراینده معادل یک کلمه‌ی رابطه‌ای است. یک فرم گرامری معناآرایی دیپندنسی-پایه به این آراینده منتسب می‌شود. این آراینده، از طریق دیپندنسی‌های شناخته شده‌ای، معناهای دسته‌های مشخصی از کلمات را از کاتکست وارد محاسبه‌ی خود می‌کند و دسته‌ای از معناهای مشخص و شناخته شده را خلق و در زمینه عملیات درج می‌کند. آراینده‌ها می‌توانند از طریق دیپندنسی‌های مشخص و مناسب در معناآرایی یکدیگر هم مشارکت معنایی کنند. محاسبه‌ی ماشینی این آرایش‌های معنایی مستلزم پردازش‌های بسیار پیچیده و سنگینی است. اما با جای‌گذاری پردازنده‌های انسانی در این گره‌های آرایش معنایی یک زمینه، این محاسبات سنگین و پیچیده، به طرز موثری و مناسبی در زمینه یک عملیات جمعی قابل پیاده سازی و اجرا خواهند بود. به این ترتیب، توصیف یک عملیات جمعی در دستگاه آرایه‌ای، معادل بازنمایی عملیات در شبکه‌ای از کلمات معنادار زمینه و دیپندنسی‌های معنایی میان آنها خواهد بود. چنین شبکه‌ای، در سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای، همزمان با اجرا و پیشرفت عملیات، میان عامل‌های حاضر در صحنه «بافته» می‌شود. نقش پردازشی سکو در عملیات آرایه‌ای، محدود به تسهیل و پشتیبانی بافته شدن این شبکه از طریق ثبت و ذخیره‌ی طرحواره‌های دیپندنسی-پایه‌ی عامل‌ها و کلمات دیگر زمینه، و معرفی و پیشنهاد مناسب ترین کلمات و ترکیبات مورد نیاز هر عامل برای آرایش معنای مورد نظر خود است.

معماری سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای

برای تسهیل عملیات آرایه‌ای و پشتیبانی از پردازش‌ها و محاسبات معنایی مورد نیاز این عملیات، یک سکوی نرم افزاری با قابلیت ارائه‌ی توصیه‌های معنایی زبانی به عامل‌های حاضر در عملیات طراحی شده است. ماهیت معنایی تمام موجودیت های معنادار یک کانتکست روی این سکو قرار می گیرند و ترکیب های معنادار آنها هم روی این سکو شکل می گیرند. این سکو با در اختیار داشتن طرحواره‌های معناآرایی کلمه‌های حاضر در یک زمینه، از جمله طرحواره‌های معناآرایی عامل‌های حاضر در عملیات، عامل اجرا کننده‌ی هر پردازش معناآرایی خاص را با توصیه‌ها و تذکرات معنایی و زبانی مرتبط با اقتضائات زمینه و وضعیت پشتیبانی و راهنمایی می‌کند. این نسخه‌ی پیاده‌سازی شده از سکوی آرایه‌ای، به طورخاص، متاثر از مدل ترکیب زبانی کوانتومی مورد اشاره در بخش پیشین است.

معماری کلی سکوی نرم افزاری رزمایشگاه آرایه‌ای که نمایی از آن در شکل 1 قابل مشاهده است، شامل سه بخش نسبتا متمایز است.



شکل 1 معماری کلی سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

لایه پیشخوان سکو متشکل از واسط کاربری و اپلیکیشن‌های عملیاتی است. واسط کاربری سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای، در واقع، یک رسانه‌ی گفتگو میان عامل‌ها است که متناسب با زمینه و مساله‌ی عملیات امکان تبادل فراورده‌های شناختی عامل‌ها با یکدیگر را فراهم می‌کند.

اپلیکیشن‌ها موجودات نرم‌افزاری در پیشخوان سکوی آرایه‌ای هستند که شکل گفتگوی میان عامل‌ها را مدیریت می‌کنند. در واقع، اپلیکیشن‌ها متناسب با هر قصد عملیاتی یک عامل، به او امکان خبر گرفتن از گزینه‌های معنایی موجود در زمینه برای آرایش معنای این قصد را می‌دهند.

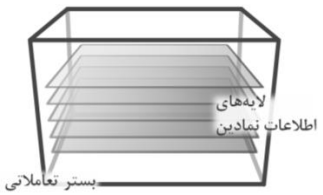
بر این اساس، یک اپلیکیشن یک موجود به شدت اقتضایی و موردی است. هر گاه یک عامل یک قصد عملیاتی جدید به سکو اعلام کند یا یک قصد عملیاتی پیشین را اصلاح کند، سکوی آرایه‌ای یک اپلیکیشن تعاملی جدید برای این قصد عملیاتی خاص او می‌سازد و پس از منتفی شدن این قصد خاص در این وضعیت عملیاتی خاص، آن را حذف می‌کند. از این جهت، سکو نیاز به یک قطعه‌ی «اپلیکیشن‌ساز» دارد که برای هر طرحواره‌ی معناآرایی عملیات جمعی، اپلیکیشن تعاملی مناسب آن را بسازد و در بستر تعاملاتی سکو فعال کند.

طرحواره‌های عملیاتی که اپلیکیشن‌ها بر اساس آنها ساخته می‌شوند، از مخزن طرحواره‌های معنایی سکوی آرایه‌ای استخراج می‌شوند. مخزن طرحواره‌ها زبان زمینه عملیاتی سکو را در خود ذخیره دارد. زبان زمینه شامل شبکه‌ای از طرحواره‌های معنایی همه‌ی موجودات حاضر در زمینه، از جمله خود عامل‌های معناگرا است. قصدهای عملیاتی عامل‌ها به صورت کوئری[13]های معنایی به مخزن طرحواره‌ها عرضه می‌شوند و طرحواره‌های معناآرایی متناسب با این قصدها به صورت پاسخ این کوئری‌ها به قطعه اپلیکیشن‌ساز بازگردانده می‌شوند. لاگ[14] عملیات آرایه‌ای هم با کوئری‌های معنایی در مخزن طرحواره‌ها ثبت می‌شوند. انباشت این لاگ عملیاتی، اثر انباشت تجربه‌های معنایی (زبانی) در نظریه زبانشناسی کاربردپایه را در سکوی آرایه‌ای شبیه سازی می‌کند. با انباشت لاگ عملیاتی، طرحواره‌های ثبت شده در مخزن بر اساس مواجهه‌ی عامل‌ها با زمینه اصلاح و بهینه سازی می‌شوند. دو قطعه‌ی «مخزن طرحواره‌ها» و «اپلیکیشن‌ساز» که محاسبات معنایی سکو را اجرا می‌کنند اجزاء لایه‌ی میان افزار سکو هستند.

لایه پشت صحنه‌ی سکو از قطعه‌های «ماشین مجازی» و «شبکه نظیر به نظیر» و «زیرساخت ارتباطی» تشکیل شده است. یک ماشین مجازی، در سکوی آرایه‌ای، واسط تبدیل داده‌ها و اطلاعات ماشینی تولید شده در جریان عملیات به فرم طرحواره‌های معنایی است. این تبدیل امکان درج کارکرد معنایی ماشین‌ها در محاسبات معنایی عملیات را فراهم می‌کند. شبکه‌ی نظیر به نظیر و زیرساخت ارتباطی آن، اساسا، برای مستغنی کردن کارکرد سکو از سرور ارتباطات و محاسبات مرکزی در سکو تعبیه شده است. با تکیه بر شبکه‌ی نظیر به نظیر ساخته شده در این سطح از سکو، شبکه‌ی خلق معنای تعاملی در یک زمینه عملیاتی به طور قابل توجهی مقیاس پذیر و نرم می‌شود.

کارکرد اپلیکیشن، اپلیکیشن‌ساز و مخزن طرحواره‌ها

یک اپلیکیشن تعامل آرایه‌ای سامانه‌ای از مولفه[15]های نرم افزاری تعاملی است که به عنوان بستری برای تعامل عامل‌های موثر در عملیات عمل می‌کند و فرآورده‌های شناختی ذهن این عامل‌ها به صورت لایه‌های اطلاعات معنادار نمادین در آن درج می‌شوند. شکل 2 نمایی از چنین ساختاری را نشان می‌دهد.



شکل 2 ساختار کلی یک اپلیکیشن تعامل آرایه‌ای .

بستر تعاملات نمادین یک اپلیکیشن آرایه‌ای می‌تواند ترکیبی از انواع رسانه‌های ارتباطی قابل استفاده در یک زمینه باشد که سه دسته مولفه‌های نرم‌افزاری قابل اجرا روی این

1 Primitive

13 Query
14 Log

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم ، شمارهٔ یک بهار 1400

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

رسانه‌ها برای ساختن بستر تعاملات معنادار نمادین به آن افزوده شده‌اند:

یک. امکاناتی برای درج نمادین معانی رایج در زمینه در رسانه‌ی تعاملی اپلیکیشن.

دو. امکاناتی برای اتصال معنادار نمادها به یکدیگر.

سه. امکاناتی برای درج و نمایش نمادین معناها در سطوح مختلف تجرید.

با بهره‌گیری از این امکانات پایه، کاربران یک اپلیکیشن می‌توانند معناهای مورد نظر خود و ارتباطات میان آنها را در سطوح تجرید مختلف در بستر تعاملی اپلیکیشن درج و مشاهده کنند. قطعه‌ی اپلیکیشن‌ساز با کنار هم قرار دادن این مولفه‌ها اپلیکیشن‌های مختلف را به صورت پویا می‌سازد.

لایه‌های اطلاعات معنادار نمادین که تعاملات آرایه‌ای اپلیکیشن را می‌سازند، در واقع، بسته‌هایی از نمادهای معناداری هستند که با استفاده از این مولفه‌ها در بستر تعاملی اپلیکیشن درج می‌شوند. به طور کلی، دو نوع عمده از این لایه‌های اطلاعات نمادین، بر اساس نحوه‌ی تولید و تولید کننده‌ی آنها قابل تصور هستن:

یک. لایه‌های اطلاعات نمادین معنادار سیستمی. این اطلاعات معنادار توسط سیستم‌ها و ابزارها و ماشین‌های حاضر در عملیات تولید و در اپلیکیشن تعاملی درج می‌شوند. داده‌های تولید شده توسط انواع ابزارهای حسگری مورد استفاده در عملیات نمونه‌های بسیار رایجی از این نوع هستند. ویژگی اساسی معناهای درج شده در این لایه‌ها تکیه‌ی آنها بر مدل‌سازی پیشینی است.

دو. لایه‌های فراورده‌های شناختی ذهن‌های انسانی حاضر در صحنه‌ی عملیات. این اطلاعات معنادار توسط عامل‌های انسانی حاضر در صحنه‌ی عملیات در اپلیکیشن تعاملی درج می‌شوند.

سلسله‌مراتب این لایه‌های معنای نمادین در یک اپلیکیشن آرایه‌ای بازنمودی از دیپندنسی‌های معنایی میان معناهای درج شده در این لایه‌ها است. هر لایه‌ای از اطلاعات نمادین سوپرپوزیشن معنایی مورد نیاز پردازش معنایی کوانتومی لایه‌ی بالاتر را تامین می‌کند. عامل معناگرای آراینده‌ی لایه بالاتر با نشانه گذاری تعدادی از نمادهای بازنمایی شده در لایه‌های پایین‌تر این سوپرپوزیشن را کولپس می‌کند و لایه‌ی نمادهای معنادار مرتبط با خود را می‌سازد.

به این ترتیب، پایین‌ترین مرتبه‌ی لایه‌های معنایی یک اپلیکیشن خاص شامل سوپرپوزیشنی از تمام امکانات و احتمالات و حالت‌های قابل تصور در عملیات متناظر با این اپلیکیشن است و در هر لایه، دخالت و پردازش شناختی یک عامل معناگرا، مقداری از این سوپرپوزیشن را کولپس می‌کند و به عامل بالادستی خود ارائه می‌کند و از این طریق، معنای قصد عملیاتی فرمانده عملیات را به تحقق و عینی شدن نزدیک‌تر می‌سازد.

قطعه‌ی اپلیکیشن‌ساز، پس از بارکشی طرحواره‌ی متناسب با قصد اعلام شده‌ی یک عامل از مخزن طرحواره‌ها، لایه‌های اپلیکیشن خاص مورد نیاز برای تحقق قصد مورد نظر را در آن تعبیه می‌کند. این کار با ترکیبی از مولفه‌های تعاملی ارائه شده در بستر تعاملی سکو انجام می‌شود.

طرحواره‌های مبنای کارکرد سکو در مخزن طرحواره‌های سکو نگهداری می‌شوند. شرح مفصل‌تر و جزئی‌تری از ساختار و کارکرد مخزن طرحواره‌ها در **[22]** ارائه شده است. مخزن طرحواره‌ها انواعی از کوئری‌های معنایی، مطابق با ایده‌های نظریه زبانشناسی کاربردپایه، برای بارکشی طرحواره‌های مورد نیاز کاربران سکو ارائه می‌کند و با اجرای محاسبات مربوط به زمینه‌ای‌سازی معنای کلمات و دیپندنسی‌ها بر اساس کوئری‌های کاربران، زمینه‌ای‌ترین الگوهای آرایش معنایی را متناسب با وضعیت‌های خاص صحنه‌ی عملیات می‌سازد.

4. مطالعه موردی

در در این بخش، به طور خاص، کلیاتی از اجرای عملیات پدافند هوایی روی سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای را مرور خواهیم کرد. موارد تشریح شده در این بخش نمونه‌های ساده شده‌ای از دانش‌ها و اطلاعات عمومی حوزه‌ی پدافند هوایی هستند. بر اساس این اطلاعات، ابتدا یک تصویر کلی از یک اپلیکیشن آرایه‌ای برای پدافند هوایی تشریح شده و سپس نکته‌هایی در

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

مورد کارکرد اپلیکیشن ساز و مخزن طرحواره‌ها در سکوی آرایه‌ای این حوزه‌ی خاص ارائه شده‌اند.

ساختار اپلیکیشن تعامل آرایه‌ای پدافند هوایی

اپلیکیشن تعاملی آرایه پدافند هوایی، به اقتضای ماهیت عملیات این زمینه، در بستر یک نقشه‌ی تعاملی دو بعدی پیاده سازی شده است. یک پیاده سازی بهینه‌تر از این اپلیکیشن می‌تواند شامل امکانات و رسانه‌هایی برای بازنمایی نمادین ارتفاع و به دست دادن یک تصویر عملیاتی سه بعدی و نیز امکاناتی برای تصریح رابطه‌ی زمانی رویدادها هم باشد اما برای سادگی توصیف این سکوی مورد نظر در این مقاله، از چنین امکاناتی صرف نظر می‌کنیم.

بستر تعامل نمادین دوبعدی (نقشه تعاملی)

عمده‌ی ترکیب‌های معنادار در زبان پدافند هوایی شامل مختصات جغرافیایی هدف یا سامانه یا فاصله‌ی این دو یا زاویه‌ی نسبی جهت حرکت هدف با سامانه‌های مستقر در یک منطقه است. از این جهت یک نقشه‌ی تعاملی با قابلیت بازنمایی این اطلاعات می‌تواند بخش عمده‌ی گفتگوی مورد نیاز عامل‌ها در زبان پدافندی را در خود جای دهد. سه دسته مولفه‌های تعاملی اساسی، مطابق با موارد مورد اشاره در بخش پیشین، در نقشه تعاملی مورد نظر در این اپلیکیشن فراهم می‌شوند:

رسانه‌ی تعاملی دو بعدی مورد نظر امکان درج شکل‌های گرافیکی ساده‌ای نظیر نقطه و خط و دایره و متن و امثال آنها را فراهم می‌کند. این شکل‌ها را می‌توان به کلمات مختلف رایج در زبان زمینه پدافند تعبیر کرد. هم اطلاعات مربوط به عوارض جغرافیایی منطقه‌ی نبرد و هم اطلاعات مربوط به سامانه‌ها و هدف‌های پدافندی با چنین نمادهایی قابل بازنمایی هستند.

این رسانه همچنین امکان الصاق نمادها به یکدیگر را هم به کاربران می‌دهد. انواع دیپندنسی‌های معنادار متفاوت معتبر در زبان زمینه پدافند را می‌توان به شکل‌های مختلف کنار هم قرار گرفتن نمادهای گرافیکی تعبیر کرد.

امکان جابجایی میان سطوح تجرید معناهای نمادین هم به صورت قابلیت بزرگنمایی[16] نقشه تعاملی در این رسانه وجود دارد. این قابلیت کلی باید با تامین بازنمایی‌های نمادین از معناهای معتبر در سطوح تجرید مختلف معناهای جاری در عملیات پدافندی هم پشتیبانی شود.

تنوع وسیعی از جمله‌های معنادار پدافندی را می‌توان با ترکیب نمادهای گرافیکی روی نقشه‌ی تعاملی بازنمایی کرد. مشابه این کار هم اکنون هم در سامانه‌ها و مراکز فرماندهی پدافندی رایج است.

لایه‌های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، ماهواره‌ای و امثال آن

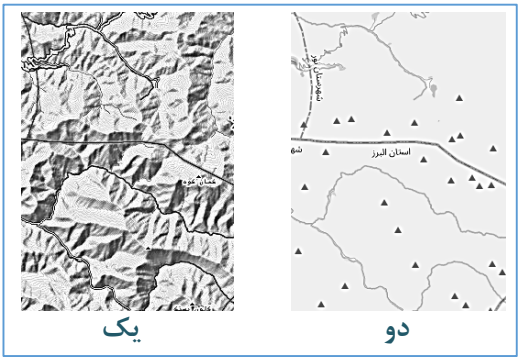
پایین‌ترین لایه‌های معنای نمادین مرتبط با عملیات پدافند هوایی شامل اطلاعات مربوط به محیط طبیعی میدان عملیات پدافندی هستند. این اطلاعات هم اکنون به صورت غیربرخط[17] در سامانه‌های پدافندی قرار داده می‌شوند. اطلاعات ناهمواری‌های جغرافیایی منطقه‌ی عملیات، که در لایه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی منطقه ارائه می‌شود، یکی از مهمترین لایه‌های اطلاعات جغرافیایی مورد نیاز عملیات پدافندی را تشکیل می‌دهند. بر اساس این اطلاعات می‌توان چیزهایی مثل محدوده‌ی دید راداری سامانه‌های پدافندی را مشخص کرد و معنای آن را در آرایش عملیات پدافندی درج کرد.

دسته‌ی مهم دیگری از اطلاعات جغرافیایی مرتبط با پدافند هوایی شامل انواع عوارض جغرافیایی، از قبیل جنگل و دریا و امثال آن است. این عوارض می‌توانند باعث ایجاد انواع مختلفی از اغتشاش‌های محیط راداری[18] در داده‌های راداری شوند و از این جهت در اختیار داشتن اطلاعات مربوط به آنها می‌تواند در تصفیه‌ی داده‌های راداری موثر باشد. این اطلاعات معمولا در نقشه‌های جغرافیایی رایج وجود دارند. اطلاعات مربوط به دارایی‌های ارزشمند خودی و موقعیت آنها در جغرافیای

6 1 Zoom
7 1 Offline
8 1 Clutter

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

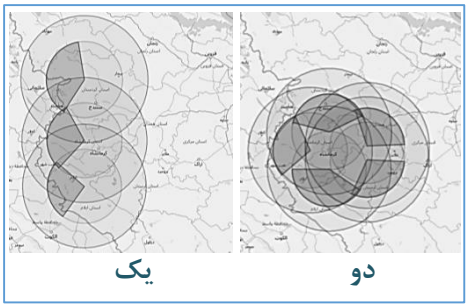
منطقه‌ی عملیاتی هم، از آنجا که می‌توانند به تشخیص نیت پرنده‌های دشمن در اجرای عملیات خود یا تخمین اثربخشی اقدامات عملیاتی مختلف موثر باشند، لایه اطلاعات معنادار دیگری هستند که امکان درج در اپلیکیشن پدافند آرایه‌ای را دارند. شکل 4 نمونه‌هایی از چنین نقشه‌هایی را نشان می‌دهد. لایه‌های اطلاعاتی دیگری، از قبیل اطلاعات هواشناسی یا تصاویر ماهواره‌ای از تحرکات زمینی دشمن هم می‌توانند نقش معناداری در آرایش عملیات پدافند هوایی داشته باشند. این اطلاعات معمولا در نقشه‌های جغرافیایی رایج وجود ندارند.



شکل 3 دو نوع مختلف از اطلاعات جغرافیایی قابل درج در لایه‌ی جغرافیایی اپلیکیشن آرایه‌ای پدافند هوایی

لایه آمایش سامانه‌های راداری

بلافاصله بالاتر از لایه‌ی اطلاعات جغرافیایی، لایه‌ی آمایش و توزیع سامانه‌ها در منطقه‌ی پدافند قرار می‌گیرد. این لایه شامل اطلاعات موقعیت جایگیری سامانه‌ها، جهت گیری سلاح‌های آنها و مواردی مثل آمادگی رادارها و سایر تجهیزات سامانه است. جایگیری سامانه‌ها در منطقه‌ی عملیات با ابلاغ فرمانده منطقه یا با تعامل فرماندهان سامانه‌ها طرحریزی می‌شود اما اطلاعات این لایه تنها با جایگیری و جهتگیری واقعی سامانه‌ها در منطقه اعتبار معنایی می‌یابند. در نهایت، این لایه تصویری از وضعیت کلی نیروهای پدافندی در منطقه‌ی عملیاتی به دست می‌دهد. شکل 5 نمونه‌های مختلفی از جایگیری چند سامانه در یک منطقه‌ی عملیات را نشان می‌دهد.



شکل 4 دو نوع آمایش سامانه های پدافندی در یک منطقه. هر کدام از ان آمایش ها متضمن معنای پدافندی خاصی است.

به طور کلی، آمایش سامانه‌های پدافندی در یک منطقه بر اساس اقتضائات جغرافیایی منطقه شکل می‌گیرد. در واقع، هر سامانه در نسبت با عوارض جغرافیایی خاص اطراف خود در یک نقطه‌ی خاص و با یک جهت گیری خاص قرار می‌گیرد. به بیان دیگر، سامانه‌های پدافندی حاضر در منطقه تلاش می‌کنند مناسبترین پوشش پدافندی را در منطقه‌ی عملیات بسازند. در واقع، از میان تمام حالت‌های ممکن توزیع سامانه‌ها در جغرافیای منطقه‌ی عملیات، حالت بسیار خاصی به عنوان آمایش منطقه‌ای مناسب سامانه‌ها انتخاب و سایر حالت‌ها نادیده گرفته می‌شوند. با بیان محاسبات کوانتومی معنایی، بر اساس اقتضائات جغرافیایی یک منطقه، سوپرپوزیشنی از حالت‌های مختلف آمایش سامانه‌ها در یک منطقه پدافندی قابل تصور است که مجموعه‌ی یگان‌های پدافندی حاضر در منطقه، با شکل دادن یک حالت خاص آمایش با یک معنای خاص، آن را کولپس می‌کنند. مثلا، در شکل 5-الف، آمایش سامانه‌های پدافندی معنای آمادگی آنها برای مقابله با پرنده‌های مهاجم از سمت غرب را دارد و در شکل 5-ب، آمایش سامانه‌های پدافندی معنایی معادل آمادگی آنها برای محافظت هوایی از منطقه‌ی مرکز تصویر دارد.

لایه(های) اطلاعات نمادین سیستم راداری

مهمترین اطلاعات معنادار سیستمی مورد استفاده در عملیات پدافند هوایی مربوط به اطلاعات حسگری رادارهای سامانه‌های حاضر در عملیات است. طراحان یک سیستم راداری، با ساختن این سیستم، سوپرپوزیشن تمام اشیاء حاضر در محیط را به مجموعه‌ی محدودی از اشیاء پرنده‌ی حاضر در

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

محیط کولپس و محدود می‌کنند. به این ترتیب، کاربر یک سیستم راداری (فرمانده سامانه پدافندی) با اتکا به لایه‌ی اطلاعات راداری، می‌تواند بدون دغدغه در مورد اشیاء غیر پرنده‌ی حاضر در محیط به اقدامات عملیاتی خود بپردازد.

برای کولپس کردن سوپرپیوزیشن اشیاء حاضر در محیط و حذف اشیاء غیر پرنده، طراحان سیستم راداری آنتن آن را با مقداری جهت گیری به سمت بالا می‌سازند. علاوه بر این، قابلیت‌هایی هم برای تولید انواع مختلفی از داده‌های راداری در سیستم‌های رادار پدافندی تعبیه می‌شوند. داده‌های مربوط به محدوده‌های مختلف سطح مقطع راداری پرنده‌های حاضر در محیط و داده‌های فیلتر شده نسبت به انواع اغتشاش[19] قابل تصور در محیط نمونه‌هایی از این انواع مختلف هستند. در واقع، همین انواع داده‌های راداری هم سوپرپوزیشنی از لایه‌های مختلف داده‌های قابل درج در اپلیکیشن آرایه‌ی پدافندی را می‌سازند که افسر کاربر رادار، با انتخاب تنظیمات سامانه راداری، این سوپرپوزیشن را (هم) کولپس می‌کند و نوع خاصی از داده‌های راداری را در لایه‌ی مربوط به این داده‌ها در اپلیکیشن درج می‌کند.

علاوه بر داده‌های خام راداری، سامانه‌های پدافندی می‌توانند پردازش‌های اطلاعاتی و کامپیوتری مختلفی را هم روی این داده‌ها پیاده کنند. این پردازش‌ها می‌توانند برای حذف انواع دیگری از نویزها یا مشخص‌تر کردن داده‌های معتبر در مورد هدف‌های پرنده روی داده‌های خام راداری اعمال شوند یا حتی پیش بینی‌هایی در مورد رفتار آینده‌ی یک هدف باشند. داده‌های حاصل از این پردازش‌ها هم می‌توانند در لایه‌ی داده‌های سیستمی در اپلیکیشن آرایه پدافندی درج شوند.

لایه‌های اطلاعات نمادین فراورده‌های شناختی عامل‌های میدانی

عامل‌های آرایه‌ای پدافند هوایی می‌توانند تشخیص‌های شناختی بسیار متنوعی به هر کدام از اشیاء درج شده در لایه‌ی اطلاعات نمادین سیستم راداری خود نسبت دهند. تشخیص عامل از نوع یک شئ پرنده (مسافری/جنگنده/کروز/...)، یا ماهیت دوست/دشمن آن یا حتی اهمیت و اولویت نسبی اشیاء پرنده‌ی کشف شده از نظر عامل نمونه‌هایی از این معناها هستند. تمام این تشخیص‌های شناختی لایه‌ای از معناهای نمادین به لایه‌های دیگر اپلیکیشن آرایه‌ای اضافه می‌کنند. چنین لایه‌ای، در کارکرد اول خود، ابزاری برای مدیریت توجه ذهن عامل تولید کننده‌ی آن است. در واقع در این لایه، عامل معناگرا مولفه‌هایی از محیط عملیاتی که به تشخیص او می‌توانند در اجرای عملیات او مهم و موثر باشند را از میان تمام مولفه‌های معنادار دیگر محیط مشخص و نشانه گذاری می‌کند. در ادامه‌ی عملیات، این نشانه‌های معنادار می‌توانند توجه عامل را به مولفه‌های مهم میدان جلب کنند.

لایه تجمیع تشخیص‌های شناختی عامل‌ها

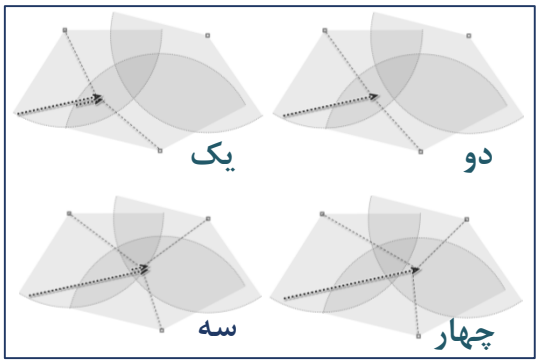
محقق شدن عملیات جمعی نیازمند افزودن لایه‌ی دیگری از نوع خاصی از تشخیص‌های شناختی به معناهایی است که تا این مرحله به صورت نمادین در اپلیکیشن درج شده‌اند. این لایه در واقع شامل اطلاعات معنادار مربوط به تجمیع تشخیص‌های محلی سامانه‌های پدافندی از صحنه‌ی عملیات است. مثلا، موقعیت ترسیم شده در شکل 6-یک حالتی را نمایش می‌دهد که در آن دو سامانه‌ی الف و ج دو گزاره‌ی خبری از کشف یک هدف در اپلیکیشن تعاملی آرایه‌ی پدافند منطقه‌ای خود درج کرده‌اند. در این حالت، سوپرپوزیشنی از وضعیت‌های محتمل پدافندی در ذهن یک ناظر شکل می‌گیرد که شامل حالت‌هایی مثل «دو گزاره از کشف یک هدف»، «دو هدف متمایز»، «یک هدف واقعی و یک تشخیص نادرست» و چیزهایی از این قبیل است. برای پیشبرد عملیات جمعی، این سوپرپوزیشن باید مثلا، مثل شکل 6-دو، به حالت «دو گزارش از یک هدف» کولپس شود. تنها پس از چنین تجمیعی اقدامات عملیاتی سامانه‌های الف و ج همگرا می‌شوند. در شکل‌های 6-سه و 6-چهار هم، در ادامه‌ی شناسایی همین هدف در همین منطقه، سوپرپوزیشنی از همین نوع با همین روش میان

[19] Noise

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

گزارش‌های سامانه‌های الف و ب و ج شکل می‌گیرد و کولپس
می‌شود.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]



شکل 5 همگرایی تعاملی تشخیص های محلی سه سامانه ی پدافندی از یک هدف پرنده

معناهای مربوط به این لایه‌ی تجمیع گزارش‌های محلی هم اکنون توسط یک فرمانده بالادستی به یک عملیات جمعی پدافندی افزوده می‌شود. در واقع در یک مرکز فرماندهی پدافند منطقه‌ای، گزارش‌های محلی سامانه‌های پدافندی از بخش‌های مختلف منطقه با هم تجمیع می‌شوند و یک تصویر عملیاتی بزرگ را می‌سازند. این توصیف بالادستی از صحنه‌ی عملیات، در موارد لازم، در قالب ابلاغ کدهای یکسان‌سازی شده برای هدف‌های کشف شده به سامانه‌ها منتقل می‌شوند. این کدهای بالادستی مبنای هماهنگی و همگرایی اقدامات بعدی سامانه‌ها هستند.

در واقع، اپلیکیشن آرایه‌ی پدافند هوایی، تا این مرحله، کارکرد عملیاتی یک منطقه‌ی پدافندی متعارف و رایج را بازسازی می‌کند. در این اپلیکیشن، با افزوده شدن هر لایه به گفتگوی نمادین عامل‌ها، سوپرپوزیشن بسیار بزرگ تمام اشیاء حاضر در منطقه‌ی پدافندی، بر اساس قصد عامل‌ها برای شناسایی هدف‌های پرنده‌ی پدافندی، کوچکتر می‌شود تا در نهایت، به صورت مجموعه‌ی محدودی از هدف‌های شناسایی شده به سطح فرماندهی تمام منطقه می‌رسند. در این حالت، فرمانده منطقه سوپرپوزیشن تمام اقدامات قابل اجرا روی این هدف‌ها را کولپس می‌کند و تصمیمی برای اجرای یک اقدام خاص در مورد هر کدام از هدف‌ها می‌گیرد و مثلا یک سامانه‌ی خاص را مامور انهدام یک هدف خاص می‌کند.

مزیت اساسی فرمانده منطقه برای تصمیم گیری در مورد درج معناهای مربوط به تجمیع هدف‌های شناسایی شده توسط سامانه‌های مختلف و کولپس کردن سوپرپوزیشن گزارش‌های چندگانه‌ی سامانه‌ها در منطقه‌ی عملیات دسترسی او به تصویر کلان منطقه و در اختیار داشتن داده‌هایی فراتر از محدوده‌ی دید راداری هر کدام از سامانه‌ها است. فرماندهان هر کدام از سامانه‌ها هم با در اختیار داشتن اطلاعات کافی از محیط عملیات و بر اساس الگوهای دانشی زمینه پدافند هوایی می‌توانند چنین تصویری را برای محیط اطراف خود و در مورد قصد عملیاتی خود بسازند. در واقع، سکوی آرایه‌ای، با تکیه بر الگوهای معنایی بین الاذهانی و تعامل معنایی نمادین میان عامل‌ها، چنین امکانی را برای آنها فراهم می‌کند. در این حالت، هر عامل با کمترین مقدار تبادل اطلاعات و صرفا در محدوده‌ی معناهای ضروری برای قد عملیاتی خود می‌تواند قطعات مورد نیاز برای ساختن تصویر عملیاتی مطلوب خود را از سایر عامل‌های محیط بگیرد و چنین تصویری را بسازد.

نمونه‌هایی از مشارکت معنایی عامل‌ها در تشخیص‌های یکدیگر

برقراری تعامل نمادین مستقیم میان عامل‌های حاضر در عملیات می‌تواند به آنها امکان به اشتراک گذاری تشخیص‌های شناختی خود از صحنه‌ی عملیات را بدهد. در واقع، یک عامل می‌تواند از نشانه گذاری‌هایی که برای مدیریت توجه خود در صحنه‌ی عملیات ایجاد کرده برای توجه دادن عامل‌های دیگر به مولفه‌های معنایی مهم صحنه‌ی عملیات بهره بگیرد. در این حالت، عامل‌ها می‌توانند در محدوده‌ی ترکیب‌های معنایی معتبر زمینه سکو، بدون تکیه به یک عامل بالادستی، تصویر عملیاتی نسبتا کلانی را به صورت جمعی بسازند. در واقع در این حالت، تجمیع تشخیص‌های شناختی بر اساس الگوهای مشترک زبانی به عامل‌های تولید کننده‌ی همین تشخیص‌ها سپرده می‌شود.

لایه‌های اطلاعات نمادین تشخیص‌های شناختی عامل‌های انسانی حاضر در صحنه‌ی عملیات به طور عمده خبرهایی در مورد اشیاء درج شده در لایه‌های اطلاعات راداری هستند. نمادهای معنادار این لایه اطلاعات معناداری در مورد ویژگی‌های

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

اشیاء دیده شده توسط سیستم‌های راداری ارائه می‌کنند. این اطلاعات لزوما حاصل پردازش و محاسبات سنگین معنایی هم نیستند و می‌توانند شامل اطلاعاتی باشند که عامل فرمانده یک سامانه، به دلایلی مثل موقعیت خاص خود در منطقه یا در اختیار داشتن یک ابزار خاص، در مورد یک هدف خاص به دست آورده و به عامل دیگری که آن را در اختیار ندارد انتقال می‌دهد. مثلا، ممکن است رادار تشخیص دوست از دشمن یکی از سامانه‌های حاضر در منطقه غیرفعال باشد و عامل کاربر این سامانه در مورد ماهیت دوست/دشمن پرنده‌های شناسایی شده ابهام و عدم قطعیت داشته باشد. در این حالت، عامل فرمانده سامانه‌ی دیگری که رادار دوست/دشمن فعال در اختیار دارد می‌تواند با درج این اطلاعات در اپلیکیشن، این سوپرپوزیشن و ابهام فرمانده سامانه‌ی دیگر را رفع کند.

امکان تعامل مستقیم عامل‌ها به زبان زمینه پدافند به آنها اجازه‌ی مشارکت معنادارتر در تصمیمات و اقدامات عملیاتی یکدیگر را می‌دهد. مثلا در شکل 7-یک، سامانه‌ی الف برای تصمیم گیری در مورد مقابله یا عدم مقابله با پرنده‌ای که به تازگی در معرض دید او قرار گرفته، دچار تردید و عدم قطعیت است. بخشی از این عدم قطعیت را می‌توان به عدم اطلاع او از مسیر طی شده‌ی این هدف نسبت داد. شکل 7-ب تعدادی از مسیرهای ممکن این پرنده را نمایش می‌دهد. مجموعه‌ی این مسیرها وجه‌هایی از سوپرپوزیشن معنای این هدف در ذهن عامل فرمانده را سامانه الف می‌سازند. سامانه ب می‌تواند با کولپس کردن بخش‌هایی از سوپرپوزیشن و گزارش مسیر مشاهده شده‌ی این هدف، مقداری از این عدم قطعیت ذهن عامل سامانه‌ی الف را رفع کند. به همین ترتیب، سامانه‌ی ج هم می‌تواند با افزودن مشاهدات خود از مسیر طی شده‌ی این هدف مقدار دیگری از این سوپرپوزیشن را کولپس کند.

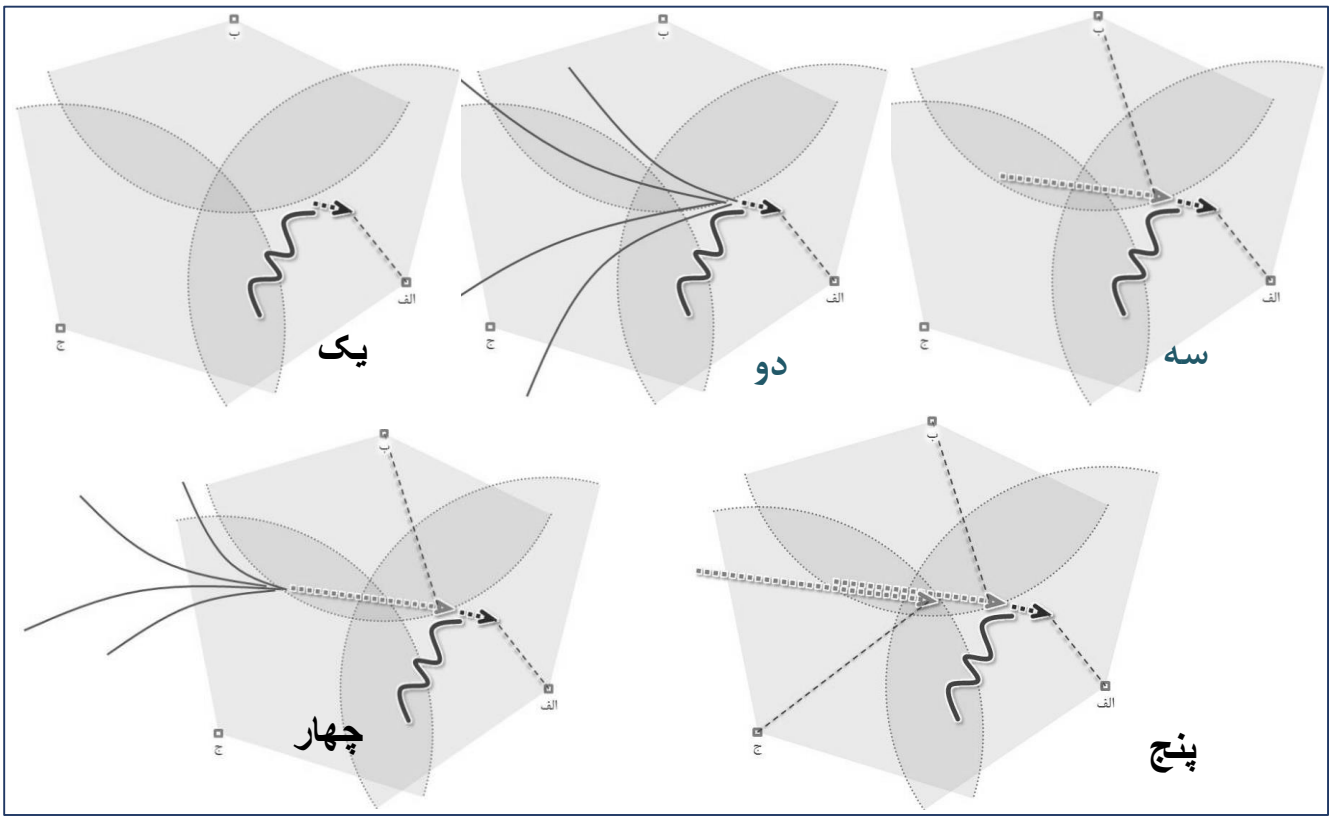
بر اساس طرحواره‌های معنایی مشترک و بین الاذهانی زمینه پدافند هوایی، یک عامل می‌داند که با اعلام مسیر پیشین هدف کشف شده توسط یک سامانه‌ی دیگر، می‌تواند ابهام و عدم قطعیت تشخیص و شناسایی او را بهبود دهد. سکوی آرایه‌ای هم می‌تواند با تکیه به الگوهای زبانی مربوط به زمینه پدافند هوایی که در آن درج شده، الصاق مسیرهای مشاهده شده‌ی قبلی به هدف اعلام شده‌ی سامانه‌ی الف را به سامانه‌های ب و ج توصیه کند و از این طریق به مشارکت معنایی آنها در عملیات سامانه الف کمک کند.

شکل 8 مثال دیگری از چنین حالتی را نمایش می‌دهد. در این شکل، رادار سامانه‌ی الف پرنده‌ای با سطح مقطع راداری بزرگ را مشاهده می‌کند و مانند مثال شکل 7 ، سوپرپوزیشن مسیر پیشین آن در ذهن عامل فرمانده آن شکل می‌گیرد. سامانه‌های ب و ج برای کولپس کردن این سوپرپوزیشن، به صورت مستقل از هم، هر کدام مسیر طی شده‌ی یک هدف شناسایی شده در محدوده‌ی خودشان را به هدف اعلام شده توسط سامانه الف الصاق می‌کنند. سامانه‌ی الف، و احتمالا بقیه سامانه‌های حاضر در اپلیکیشن، با توجه به سطح مقطع راداری بزرگ هدف مشاهده شده در رادار این سامانه، سوپرپوزیشن ماهیت این هدف را به «دو هدفی که کنار هم حرکت می‌کنند» کولپس می‌کند. مواردی از این دست، که در آن یک پرنده‌ی مهاجم برای فریب سامانه‌های پدافندی در کنار یک هدف غیرنظامی و غیر متخاصم قرار می‌گیرد در تجربه‌های واقعی پدافند هوایی مشاهده شده‌اند.[20]

[20] برای نمونه: https://www.tasnimnews.com/fa/news/1398/11/20/2198644/گزارش-سابقه-اسرائیل-در-سپرقراردادن-هواپیماهای-مسافربری-در-سوریه

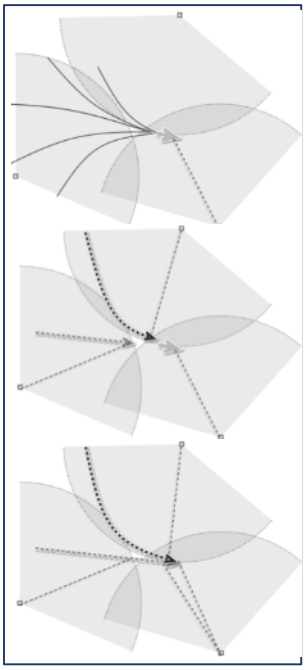
فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم، شمارهٔ یک بهار 1400

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]



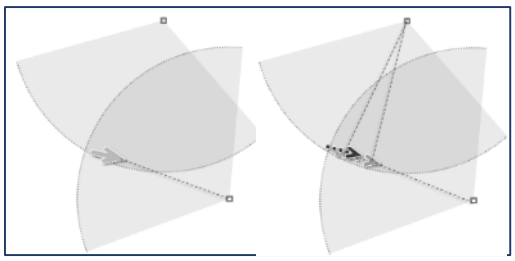
شکل 6 مشارکت معنایی سامانه‌های پدافندی مجاور در شناسایی یک هدف پرنده. در شکل یک، سامانه الف برای اولین بار هدف پرنده را در داده‌های راداری خود کشف کرده و با قرار دادن آن در اپلیکیشن تعاملی آرایه، برای شناسایی آن از سامانه‌های دیگر کمک می‌خواهد. شکل دو بخش‌هایی از سوپرپوزیشن مسیرهای احتمالی پیموده شده توسط این هدف قبل از رسیدن به محدوده‌ی دید رادار سامانه الف را نشان می‌دهد. این سوپرپوزیشن در ذهن عامل فرمانده سامانه الف قرار دارد. در شکل سه، سامانه ب با قرار دادن مشاهدات خود از مسیر حرکت پیشین این هدف، بخشی از سوپرپوزیشن ذهن سامانه الف را کولپس می‌کند. به همین ترتیب، در شکل‌های چهار و پنج، سامانه‌ی ج بخش دیگری از این سوپرپوزیشن را کولپس می‌کند. چنانکه در این شکل‌ها پیدا است، با تکیه بر این تعامل نمادین، شناسایی یک هدف پرنده برای سامانه الف محقق شده است.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]



شکل 7 کولپس شدن سوپرپوزیشن معنایی یک هدف تازه کشف شده در یک سامانه بر اساس اطلاعات دو سامانه‌ی مجاور

در نمونه‌ی دیگری از این حالت، مثل شکل 9، پس از اعلام مشاهده‌ی هدف بزرگ توسط سامانه‌ی الف، سامانه‌ی ب، که منطقه‌ی حضور هدف را از زاویه‌ی دیگری مشاهده می‌کند و از این جهت، می‌تواند این دو هدف را از هم تمایز دهد، مشاهده‌ی خود را به هدف اعلام شده‌ی سامانه‌ی الف متصل می‌کند و به اعتبار زاویه‌ی دید بهتر، سوپرپوزیشن هدف سامانه‌ی الف را به «دو هدف کنار هم» کولپس می‌کند.

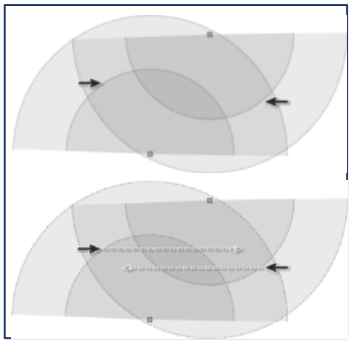


شکل 8 کولپس شدن سوپرپوزیشن پرنده ی کشف شده بر اساس گزارش یک سامانه‌ی مجاور

مهمترین مزیت فرمانده منطقه در شبکه‌ی کنونی فرماندهی و کنترل پدافند هوایی تحقق و ابلاغ بالادستی اجماع میان عامل‌های حاضر در میدان است. این مزیت با تکیه بر دسترسی به تصویر جامع و بزرگ عملیاتی از منطقه حال شده است. اما علاوه بر این، این مزیت بر وحدت الگوی تصمیم گیری در ذهن یک فرد، به عنوان فرمانده منطقه، هم متکی است. واگرایی تشخیص و تصمیم دو عامل متمایز در یک منطقه‌ی عملیاتی عمدتا ناشی از تفاوت الگوهای تصمیم گیری در دو ذهن مجزای آنها است. سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای، در عین به رسمیت شناختن خلاقیت وضعیتی عامل‌ها در صحنه‌ی عملیات، با تاکید بر الگوهای معتبر معناآرایی در زبان کاانتکست عملیاتی خود و تذکر آنها به عامل‌های حاضر در آن، آنها را در جهت همگرایی تمیم‌ها و اقدام‌های فردی هدایت می‌کند. این الگوهای معتبر زبانی از انباشت تجربه‌های پیشین عامل‌ها از مواجهه با زمینه در مخزن طرحواره‌های سکو پدیدار می‌شوند و توسط اپلیکیشن از در عملیات جمعی عامل‌های روی سکو نمود پیدا می‌کنند.

تکیه یه الگوهای زبانی مشترک برای هدایت معنایی عامل‌های حاضر در میدان عملیات می‌تواند مبنای مستحکمی برای همگرایی اقدامات فردی و محلی آنها باشد. مثلا، در شکل 10، دو سامانه‌ی مستقر در یک منطقه که مامور به تحقق قصد بالادستی «دفاع ضد هوایی» هستند، با دو پرنده‌ی مهاجم که از سمت راست و چپ تصویر در حال ورود به منطقه هستند مواجه می‌شوند.

در حالت متعارف، هر کدام از این سامانه‌ها، برای اطمینان از ازدست نرفتن هدف‌ها، با هدفی که زودتر وارد محدوده‌ی عملیاتی آن می‌شود درگیر می‌شوند. اما با تکیه بر الگوی ترکیب معنای زبانی که فاصله‌ی کمینه‌ی عبور احتمالی هدف از کنار سامانه را با وزن بالایی موثر در تحقق نیت دفاع ضدهوایی معرفی می‌کند، سکوی آرایه‌ای به هر دوی این سامانه‌ها پیشنهاد درنگ در مورد اولین هدف و درگیر شدن با هدف بعدی را می‌دهد. به‌ای ترتیب، اختصاص بهینه‌ی هدف‌ها به سامانه‌ها، بدون دخالت مستقیم فرمانده بالادستی محقق می‌شود.



شکل 9 همگرایی اقدام‌های عملیاتی دو سامانه‌ی مجاور بر اساس طرحواره‌ی معنایی مشترک

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

کارکرد اپلیکیشن ساز و مخزن طرحواره‌ها در عملیات پدافند هوایی

اپلیکشن تعاملی هر عامل بر اساس طرحواره‌ی معناآرایی خاص آن عامل پدیدار می‌شود و از این جهت با اپلیکیشن‌های معناآرایی عامل‌های دیگر حاضر در عملیات (تا حدودی) متفاوت است. مثلا، اپلیکیشن تعاملی فرمانده سامانه‌ای که یک رادار دوست/دشمن در اختیار دارد، اطلاعات نمادین این معنا را از لایه‌ی اطلاعات سیستمی سامانه‌ی خود می‌گیرد اما اپلیکیشن فرمانده سامانه‌ای که چنین راداری در اختیار ندارد باید یک تعامل معنایی برای دریافت این اطلاعات از عامل‌های دیگر حاضر در منطقه بسازد. یا مثلا اپلیکیشن فرمانده سامانه‌ای که، بر اساس تجربه‌های عملیاتی پیشین، با در اختیار داشتن سطح مقطع راداری و سرعت و ارتفاع یک هدف به تشخیص بهتری از ماهیت آن می‌رسد تعاملات لازم برای جمع آوری این انواع خاص اطلاعات را برقرار می‌کند و اپلیکیشن عامل دیگری که با در اختیار داشتن تاریخچه‌ی مانور هدف به تشخیص بهتری می‌رسد تعاملات دیگری برای دستیابی به این انواع دیگر معناها را برقرار می‌کند.

اپلیکیشن‌های تعاملی گفتگوهای معنایی میان عامل‌های حاضر در عملیات را بر اساس طرحواره‌های معناآرایی مربوط به نیت عامل‌ها، که از مخزن طرحواره‌ها استخراج می‌شوند، شکل می‌دهند. مثلا، اپلیکیشن ساز، بعد از بارکشی طرحواره‌ی شناسایی هدف از مخزن طرحواره‌ها برای یک عامل خاص و با توجه به دیپندنسی این معنا به اطلاعات رادار دوست/دشمن، گزینه‌های موجود برای به دست آوردن این اطلاعات را از محیط جمع آوری و در اپلیکیشن شناسایی هدف برای این عامل خاص درج می‌کند.

اپلیکیشن‌ساز برای استخراج معنادارترین طرحواره‌ها برای مقتیات خاص یک وضعیت عملیاتی، از مجموعه‌ی قابلیت‌های پردازش معنایی مخزن طرحواره‌های سکو بهره می‌گیرد. مثلا، پاسخ به این پرسش که در یک وضعیت عملیاتی خاص ، برای دستیابی به اطلاعات رادار دوست/دشمن در اپلیکیشن عامل فرمانده یک سامانه‌ی خاص، افسر رادرای همین سامانه مناسبت معنایی بهتری دارد یا افسر فرمانده یک سامانه‌ی دیگر حاضر در محیط عملیات، نیازمند نوع خاصی از ارزیابی معناداری زمینه‌ای است که به صورت پردازش‌های معنایی مشخصی در مخزن طرحواره‌ها پیاده سازی شده‌اند. تفصیل پردازش‌های معنایی قابل اجرا توسط مخزن طرحواره‌ها در **[22]** قابل دسترسی است.

نقش اپلیکیشن ساز و مخزن طرحواره‌های سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای در همگرایی معنایی اقدامات عامل‌ها به شدت متاثر از الگوهای معناآرایی شکل گرفته در مخزن طرحواره‌ها و اجرای پردازش‌های معنایی روی آنها است و با انباشت تجربه‌های مواجهه با واقعیت زمینه در مخزن طرحواره‌ها بهبود می‌یابد. اما علاوه بر این محاسبات معنایی در سکو، می‌توان بخش‌هایی از چنین نقشی را، خصوصا در مراحل ابتدایی کارکرد سکو، به فرماندهان با تجربه‌ی حاضر در عملیات سپرد. به عبارت دیگر، می‌توان با ارائه‌ی امکانات خاص به فرماندهان عملیاتی برای تذکرهای معنایی وضعیتی به عامل‌های دیگر در صحنه‌ی عملیات، همگرایی اقدامات عملیاتی عامل‌ها را بهبود داد. چنین امکانی فرماندهان عملیاتی را به مربی‌های معنایی مجموعه‌های عاملی‌های حاضر در منطقه تبدیل می‌کند و از طریق شکل دادن مواجهه‌های معنادارتر با زمینه عملیاتی، پدیدار شدن الگوهای زبانی معنادارتر در مخزن طرحواره‌ها را هم سرعت ببخشد.

5. نتیجه گیری

تعبیر زبانی و معنایی از یک زمینه عملیاتی امکان درج موثر مشارکت‌های شناختی عامل‌های انسانی در شکل‌گیری یک عملیات معنادار را فراهم کند. نظریه‌ی آرایه‌ای بر اساس چنین تعبیری، معناداری عملیات را تحلیل می‌کند. این ایده در مقابل رویکرد رایج در بسیاری از حوزه‌های عملیاتی وابسته به فناوری قرار دارد که عامل‌های انسانی را به کاربران ساده‌ی سیستم‌های فنی تقلیل می‌دهند و ظرفیت بزرگ پردازش‌های شناختی آنها را نادیده می‌گیرند.

در این نوشتار، بر اساس یک تعبیر زبانی ساده از زمینه عملیات پدافند هوایی، شکل‌گیری جمعی یک عملیات پدافندی در دستگاه آرایه‌ای تشریح شده است. در چنین تعبیری، همه‌ی

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

اشیاء حاضر در صحنه‌ی عملیات معادل کلمه‌های معنادار گرفته می‌شوند. عامل‌های معناگرا، به طور خاص، معادل کلمه‌های رابطه‌ای هستند که ترکیب‌های معناداری از اشیاء حاضر در محیط را می‌سازند. به این ترتیب، هر اقدام عملیاتی یک عامل معناگرا در دستگاه آرایه‌ای معادل یک ساخت و ساز معنایی در زبان زمینه عملیاتی این عامل است.

این عملیات روی یک سکوی سایبری با عنوان سکوی رزمایشگاه آرایه‌ای انجام می‌شود که امکاناتی برای تسهیل مشارکت معنایی عامل‌ها با یکدیگر ارائه می‌کند. این سکو امکان درج نمادین فرآورده‌های شناختی عامل‌های معناگرا در یک بستر تعاملی و انتقال آنها به عامل‌های دیگر را فراهم می‌کند. از طرف دیگر، سکو می‌تواند بر اساس الگوهای ترکیب معنایی معتبر در زبان زمینه عملیاتی خود راهنمایی‌ها و تذکرهای زبانی و معنایی به عامل‌ها ارائه کند. این الگوهای مشترک بین الاذهانی در زبان عملیات این زمینه بستری برای همگرایی اقدامات عملیاتی عاملها ایجاد می‌کنند.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]

6. مراجع

[1] ابوالفضل توکلی، «*معرفی سامانه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی مناسب در نبرد ناهمگون*»، فصلنامه علوم و فنون نظامی دانشکده فرماندهی و ستاد آجا، شماره **12**، پائیز و زمستان 1387

[2] Tomasello, Michael. 2009. *Constructing a language* (Harvard university press .(

[3] **Boleda, Gemma %J Annual Review of Linguistics. 2020. 'Distributional semantics and linguistic theory', 6: 213-34**.

[4] **Mikolov, Tomas, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey %J arXiv preprint arXiv:. Dean. 2013' .Distributed representations of words and phrases and their compositionality**.'

[5] **Asgari, Ehsaneddin, and Mohammad RK %J PloS one Mofrad. 2015. 'Continuous distributed representation of biological sequences for deep proteomics and genomics', 10: e0141287** .

[6] **Banerjee, Imon, Matthew C Chen, Matthew P Lungren, and Daniel L %J Journal of biomedical informatics Rubin. 2018. 'Radiology report annotation using intelligent word embeddings: Applied to multi-institutional chest CT cohort', 77: 11-20** .

[7] **De Marneffe, Marie-Catherine, and Joakim %J Annual Review of Linguistics Nivre. 2019. 'Dependency grammar', 5: 197-218** .

[8] **Osborne, Timothy, and Kim %J Glossa Gerdes. 2019. 'The status of function words in dependency grammar: A critique of Universal Dependencies (UD**.'(

[9] **Levy, Omer, and Yoav Goldberg. 2014. "Dependency-based word embeddings." In Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers), 302-08** .

[10] **Coecke, Bob, Mehrnoosh Sadrzadeh, and Stephen %J arXiv preprint arXiv:. Clark. 2010. 'Mathematical foundations for a compositional distributional model of meaning**.'

[12] **Grefenstette, Edward, and Mehrnoosh %J arXiv preprint arXiv:. Sadrzadeh. 2011. 'Experimenting with transitive verbs in a discocat**.'

[13] **Grefenstette, Edward, Georgiana Dinu, Yao-Zhong Zhang, Mehrnoosh Sadrzadeh, and Marco %J arXiv preprint arXiv:. Baroni. 2013. 'Multi-step regression learning for compositional distributional semantics** .'

[14] **Balkir, Esma, Mehrnoosh Sadrzadeh, and Bob Coecke. 2015. "Distributional sentence entailment using density matrices." In *International Conference on Topics in Theoretical Computer Science*, 1-22. Springer** .

[15] **Hedges, Jules, and Mehrnoosh %J Mathematical Structures in Computer Science Sadrzadeh. 2019. 'A generalised quantifier theory of natural language in categorical compositional distributional semantics with bialgebras', 29: 783-809** .

[16] **de Felice, Giovanni, Alexis Toumi, and Bob %J arXiv preprint arXiv:.02975 Coecke. 2020. 'DisCoPy: Monoidal Categories in Python**.'

[17] **Coecke, Bob, Giovanni de Felice, Konstantinos Meichanetzidis, and Alexis %J arXiv preprint arXiv:.03755 Toumi. 2020. 'Foundations for Near-Term Quantum Natural Language Processing** .'

[18] **Lorenz, Robin, Anna Pearson, Konstantinos Meichanetzidis, Dimitri Kartsaklis, and Bob %J arXiv preprint arXiv:.12846 Coecke. 2021. 'Qnlp in practice: Running compositional models of meaning on a quantum computer** .'

[19] **de Felice, Giovanni, Konstantinos Meichanetzidis, and Alexis %J arXiv preprint arXiv:.07408 Toumi. 2019. 'Functorial question answering** .'

[20] **Wu, Yanying, and Quanlong %J arXiv preprint arXiv:.09303 Wang. 2019. 'A Categorical Compositional Distributional Modelling for the Language of Life** .'

[21] **Wu, Yanying %J arXiv preprint arXiv:.02822. 2020. 'Applied Category Theory for Genomics--An Initiative**.'

[22] مهدی فشارکی، عبدالحمید فطانت، مهدی امجدی، «*مخزن طرحوارههای شناختی در سکوی عملیات آرایهای*»، دوازدهمین کنفرانس ملی فرماندهی و کنترل ایران، 1399.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-11-24]