نشریه علمی علوم و فنون نوین هوانوردی
سال ۱، شماره ۱،بهار ۱۴۰۳

نقش شبکه‌های عصبی به‌عنوان شاخه‌ای از هوش مصنوعی در مسائل فرماندهی و کنترل

محمد اسحاق‌نژاد*[1]، حسین داودی یگانه[2]، مهراب رامک[3]
۱- دکتری ریاضی کاربردی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دکتری فیزیک محاسبات و اطلاعات کوانتومی، دانشگاه تهران
۳- دکتری مدیریت راهبردی، دانشگاه دفاع ملی
(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰)

چکیده

پیدایش تغییرات و تحولات بزرگ در مفاهیم دفاعی، نتیجه ورود دانش جدید و نوظهور در فناوری‌های اخیر مخصوصاً فناوری‌های نظامی و دفاعی است. دانشی که آن‌ها را فناوری نرم می‌خوانیم. بدون تردید در آینده آنچه موجب تقویت این پارادایم دفاعی نوپدید می‌شود، فناوری‌های نوظهور فضای سایبر مانند فناوری هوش مصنوعی از قبیل شبکه‌های عصبی است. شناخت ماهیت و روند توسعه کاربرد فناوری‌های نرم ازجمله فناوری هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی و تبیین میدان تأثیر و تأثر و جایگاه آن در ارتقاء سامانه‌های فرماندهی و کنترل سایبری امری حیاتی و انکارناپذیر است که نتایج این شناخت و تبیین می‌تواند در توسعه سامانه‌های فرماندهی و کنترل سایبری بومی در کشورمان مورداستفاده قرار گیرد. این پژوهش از نوع کاربردی بوده و با استفاده از روش توصیفی تحلیلی با استناد به منابع کتابخانه‌ها و با تحلیل و بررسی اسناد این حوزه به دنبال تبیین جایگاه فناوری شبکه‌های عصبی در توسعه سامانه فرماندهی و کنترل سایبری است. در این پژوهش، ویژگی‌های سامانه‌های نوین فرماندهی و کنترل سایبری، توضیح داده شده است. سپس فناوری شبکه عصبی و کاربرد و ویژگی‌های آن را بررسی کرده‌ایم. نتایج نشان داد که قابلیت‌های کلیدی شبکه‌های عصبی شامل یادگیری، پردازش اطلاعات پراکنده به‌صورت متن، تعمیم، پردازش موازی، مقاوم بودن، می‌توانند در ۲ لایه تولید داده، پردازش داده فرماندهی کنترل، نقش تحولی قابل‌توجهی را ایفا نمایند لذا با توجه به ویژگی‌های ارائه‌شده از هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی، پیشنهاد شده است که از این فناوری استفاده گردد.

کلیدواژه‌ها: ***فرماندهی و کنترل، هوش مصنوعی، شبکه های عصبی***

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: m.eshaghnezhad@ssau.ac.ir

مقدمه

در جنگ‌های هوایی که در دو دهه اخیر رخ‌داده است، برای دستیابی به تسلط و برتری سریع، از سه بعد زمان، مکان و سطوح جنگ به بهترین نحو ممکن بهره‌برداری به‌عمل‌آمده است و با این شرایط است که اصطلاح عملیاتِ قاطعِ و سریع ابداع‌شده که ماهیت بسیاری از دستاوردهای جنگ‌های هوایی را در خود نهفته دارد. از مهم‌ترین این دستاوردها که از عدم تقارن در فناوری، تاکتیک و راهبرد نشأت می‌گیرد، کوتاه بودن زمان درگیری و وسیع بودن منطقه نبرد است. در جنگ‌های آینده دشمن سعی خواهد داشت جنگ را با فشاری افزون و غیرقابل‌تصور در محدوده‌ی وسیعی پیش ببرد تا اجازه هرگونه مقاومت و عکس‌العمل را از طرف مقابل سلب کند. این در حالی است که تکنیک فریب نظامی و جنگ الکترونیک نیز به پیچیده کردن اوضاع و شرایط می‌افزاید و نیروهای حریف را به سمت اشتباه کردن سوق می‌دهد. همان کاری که نیروهای آمریکایی با دست‌کاری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی عراق توانستند بر پدافند هوایی آن کشور تحمیل کنند. اهدافی که از این عملیات پیشرفته اطلاعاتی و فناوری، برای دشمن حاصل خواهد شد، در مهم‌ترین بند، انهدام یا اختلال در سامانه CFI دشمن خواهد بود. پس می‌توان جنگ‌های آینده، بخصوص جنگ‌های اطلاعاتی را مترادف و هم‌معنی جنگ فرماندهی و کنترل به‌حساب آورد. در این میان، تحقق برتری اطلاعاتی سبب برتری تصمیم‌گیری می‌شود. بنابراین فرماندهی و کنترل نقش مهمی در میدان نبرد دارد. درواقع فرماندهی و کنترل عبارت است از سازمان‌دهی نفرات و تجهیزات با بهره‌گیری از اطلاعات برای طرح‌ریزی، هدایت و کنترل عملیات. فرماندهی و کنترل مترادف با عبارت CFI است که درواقع مخفف Command, Control, Communication, Computer و Intelligence است. که این عبارت در بخش دفاعی آمریکا انتشار یافت.

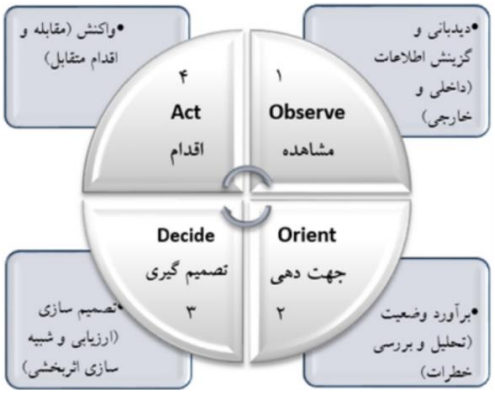
هر سیستم فرماندهی و کنترل از مجموعه قوانین و روش‌های جاری، فرمانده و ستاد، مخابرات و روش تصمیم‌گیری تشکیل‌شده است. فرماندهی و کنترل اصطلاح بسیار متداول در میدان نظامی و متون مربوط به آن است که از ابتدای خلقت بشر استفاده می‌شود. سیر تحول فرماندهی و کنترل را می‌توان در سه مرحله دسته‌ب ندی کرد: مرحله اول از جنگ‌های ابتدایی تا عصر ناپلئون، مرحله دوم از عصر ناپلئون تا پایان جنگ جهانی اول و مرحله سوم از جنگ جهانی دوم تا به امروز. عمده‌ترین تغییرات در این تحول از سال ۱۹۳۶ تا به امروز اتفاق افتاده است چراکه در این بازه زمانی استفاده از مخابرات رادیویی، طراحی جنگ‌افزارها و تجهیزات، فناوری‌های نظامی نوین و نظام فرماندهی و کنترل و تولید انبوه اطلاعات در سطح انبوه رقم خورده است. دانش بشری، به‌خصوص در حالات خاصی نظیر مدیریت صحنه نبرد، همواره نیازمند تحلیل سریع و درست داده‌ها است همچنین دستیابی به برتری نظامی درصحنه نبرد منوط به داشتن ابتکار عمل در امور اطلاعاتی است. برتری در اطلاعات باعث می‌شود تا تمام واحدها و سیستم‌ها بطور مؤثر عملیات شرکت کنند. مطلب مهم درCFI جمع‌آوری اطلاعات پردازش آن تصمیم‌گیری و درنهایت پیاده‌سازی آن درصحنه نبرد است با توجه به افزایش حجم داده‌ها و اطلاعات و نیاز سریع به جمع‌آوری و پردازش داده‌ها که لازمه آن استفاده از کامپیوتر و الگوریتم کلاسیک است . با توجه به ضعف روش‌های عددی برای تحلیل کلان داده‌ها، شاخه خبره هوش مصنوعی به‌خصوص در بخش شبکه‌های عصبی برای تحلیل سریع داده‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد . پژوهش‌هایی در حوزه فناوری هوش مصنوعی در توسعه سامانه‌های فرماندهی و کنترل انجام‌شده است و تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته است. شوبرت و همکاران در پژوهشی هوش مصنوعی برای پشتیبانی تصمیم در سیستم‌های فرماندهی و کنترل را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که مزیت هوش مصنوعی برای نیروهای مسلح این است که وقتی زمان محدود است یا تعداد گزینه‌ها برای انتخاب بسیار زیاد است، قادر به پشتیبانی حیاتی از سامانه‌ها هستند تا بتوانند همه گزینه‌ها را تجزیه‌وتحلیل کنند و هر طرفی که با موفقیت هوش مصنوعی را در سیستم فرماندهی و کنترل خود پیاده‌سازی کند ، می‌تواند بهترین و سریع‌ترین در تجزیه‌وتحلیل اطلاعات باشد و درنتیجه می‌تواند سریع‌تر تصمیم را بگیرد و برتری عملیاتی خود را نسبت به حریف به دست آورد (شوبرت و همکاران ۲۰۱۹)

مبانی نظری

در این سرفصل، مفاهیم کلیدی مطرح در پژوهش، مورد بررسی دقیق‌تری قرار می‌گیرد.

فرماندهی و کنترل

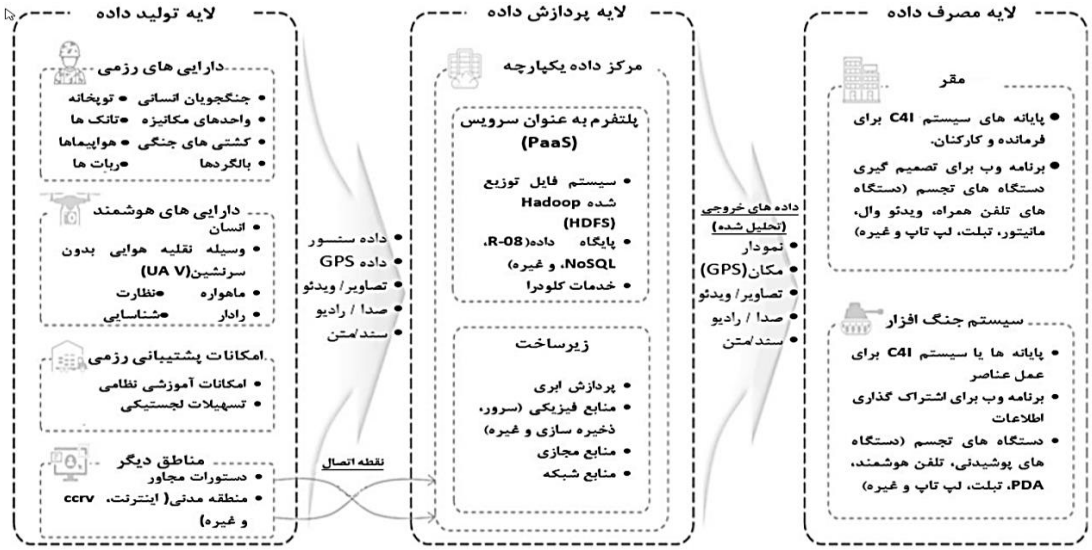
فرماندهی و کنترل عبارت است از استفاده از عناصر و اختیارات و نیز رهبری توسط یک فرمانده در جهت هدایت نیروهای تحت امر و انجام یک مأموریت و ازاین‌رو فعالیت‌های فرماندهی و کنترل از طریق هماهنگی نیروی انسانی، تجهیزات، ارتباطات و فرایندهای کاری اعمال می‌شود تا فرمانده در انجام مأموریت ابلاغ‌شده بتواند به موارد طرح‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها و عملیات بپردازد. فرماندهی و کنترل دو واژه مکمل هم هستند چرا که فرماندهی بدون کنترل امکان‌پذیر نیست. فرماندهی اختیاراتی است که یک فرد به سبب مسئولیتی که دارد در راستای انجام مأموریت محوله به کار می‌برد. فرمانده باید افراد واحد تحت امر را اداره کند. اختیارات فرماندهی تکالیفی از قبیل آموزش، طرح‌ریزی، سازمان دادن، هماهنگی، کنترل و هدایت نیروهای نظامی را به‌منظور اجرای مأموریت‌های تصریحی یا استنتاجی در برداشته وتوام با این تکالیف و مسئولیت‌ها مواردی از قبیل انضباط، تدارک، روحیه، رفاه و آسایش مرئوسین را نیز در بردارد. به‌بیان‌دیگر، فرماندهی اختیاراتی است که به یک فرد از نیروهای مسلح جهت هدایت، هماهنگی و کنترل نیروهای نظامی داده می‌شود. کنترل اساسی‌ترین قسمت یک ارگان نظامی است و قسمتی از فرماندهی محسوب می‌شود. فرمانده با در دست داشتن ملزومات نظیر ستاد، مخابرات و ... افراد تحت امر خود را کنترل و در صورت نیاز در مسئولیت آن‌ها دخالت کند. برای کنترل یکپارچه، سیستم فرماندهی و کنترل باید سامانه آن تعریف شود. تعریف سامانه فرماندهی و کنترل عبارت است از مجموعه عناصر مختلف فرماندهی و کنترل، مراقبت و شناسایی که اطلاعات نظامی را از طریق شبکه‌های رایانه‌ای و مخابراتی برای تصمیم‌گیری و ایجاد توانمندی درصحنه عملیات فراهم می‌سازد، سامانه فرماندهی و کنترل گفته می‌شود. سامانه‌های فرماندهی و کنترل، به‌عنوان یک سیستم تصمیم‌یار، با پرورش داده‌های خام، اطلاعات لازم برای انجام مأموریت‌های محوله را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد و با ارائه تصویری لحظه‌ای و آنلاین از صحنه نبرد که اولویت‌های موجود در آن تعیین و مشخص گردیده‌اند، تجسم فرماندهان را عینیت بخشیده و ضریب خطا و اشتباه را به حداقل ممکن کاهش می‌دهند. سامانه‌های فرماندهی باهم شبکه فرماندهی کنترل را تشکیل می‌دهند. به عبارت دقیق‌تر، به مجموعه‌ای از عناصر، مراکز و یا سامانه‌های فرماندهی و کنترل که از طریق لایه‌های ارتباطی بر اساس قوانین، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های نظامی باهم در سطوح افقی عمودی در تعامل و تبادل اطلاعات و فرامین می‌باشند، شبکه‌های فرماندهی و کنترل می‌گویند. آنچه فرماندهی و کنترل نقش اساسی ایفا می‌کند جمع‌آوری داده پردازش سریع آن‌ها و تصمیم‌گیری بر اساس آن است. لازم به ذکر است تصمیم‌گیری دارای مدل‌هایی است که چرخه OODA یکی از معروف‌ترین آن‌هاست (نوری و همکاران ۱۳۹۶). این ابزار، مدلی برای تصمیم‌گیری است که به انجام یک تصمیم‌گیری سریع، اثربخش پیشگیرانه کمک می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱: چرخه OODA

چرخه OODA

فرماندهی و کنترل از منظر جریان داده صحنه نبرد در میدان نبرد، یک سیستم C4I ابزاری است کـه اطلاعـات را بین عناصر متعدد میدان نبرد تحت شبکه تحت مفهوم «سنسور به تیرانـداز» مبادلـه می‌کنـد و از عـزم فرمانـده و اقـدام تیرانداز به‌طور مؤثر پشتیبانی می‌کند. به‌طور خاص، با توجه به فرآیندهای تولید، پـردازش و اسـتفاده از داده‌هـای میـدان نبرد، سیستم C4I به سه لایه تقسیم می‌شود که با لایه‌های تولید داده، پـردازش داده و اسـتفاده از داده، بیـان می‌شـود. جزئیات هر لایه در زیر ارائه و در شکل ۲ نشان داده شده است (سیونگجین و همکاران ۲۰۲۱).



شکل ۲: جریان داده صحنه نبرد

فرماندهی و کنترل از منظر جریان داده صحنه نبرد لایه تولید داده: این لایه حجم زیاد و انواع مختلفی از داده‌هـای میدان نبرد را تولید می‌کند و آن داده‌ها را به مرحله بعدی یعنی لایه پردازش داده‌ها منتقل می‌کند. عناصری که داده‌های جنگی را تولید می‌کنند در مکان‌های متنوعی مانند مناطق جنگی، منـاطق اردوگـاه نظـامی و منـاطق غیرنظـامی عمـل می‌کنند. نمونه‌هایی از تولیدکننده داده‌های رزمی عبارت‌اند از: دارایی‌های اطلاعاتی، دارایی‌های رزمی، امکانات پشـتیبانی رزمی، سایر دستورات، اینترنت و غیره. داده‌های رزمی همچنین شامل داده‌های حسگر از IoBT های مختلـف، سـیگنال GPS، تصویر/ویدئو، سیگنال صوتی/رادیویی، متن/اسناد می‌باشد. و غیره. تقریباً تمـام اشـکال داده تحـت پوشـش یـک سیستم کلان داده معمولی را شامل می‌شود.

لایه پردازش داده: این لایه در مرکز داده یکپارچه اجرا می‌شود، جایی که مراحل چرخه حیات داده‌های بزرگ بـرای ذخیره و تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده پیاده‌سازی می‌شوند. لایه پردازش داده را می‌توان به زیرساخت و پلت فرم (یا پلتفرم به‌عنوان سرویس(PaaS)) تقسیم کرد. زیرساخت به معنـای منـابع فیزیکی/مجـازی ماننـد محاسـبات ابـری، دستگاه‌های شبکه و غیره است و پلت فرم سیستم کلان داده ممکن است مانند Hadoop، Cloudera و غیره باشد.

لایه استفاده از داده: این لایه به فرماندهان کمک می‌کند تا با تجسم داده‌های تجزیه‌وتحلیل شده در لایه پردازش داده به‌عنوان اطلاعات ارزشمند، تصمیم‌گیری کنند. اطلاعات رزمی بلادرنگ مستقیماً در دسـترس فرمانـده و کارکنـانی است که در مقر فرماندهی و دارایی‌های جنگی/اطلاعاتی در میدان نبرد قضاوت و تصمیم‌گیری می‌کنند.

هوش مصنوعی

به‌طورکلی ماهیت وجودی هوش به مفهوم جمع‌آوری اطلاعات، استقراء و تحلیل تجربیات به‌منظور رسیدن به دانش یا ارائه تصمیم است. درواقع هوش به مفهوم به‌کارگیری تجربه به‌منظور حل مسائل دریافت شده تلقی می‌شود. هوش مصنوعی علم مهندسی ایجاد ماشین‌هایی هوشمند با به‌کارگیری کامپیوتر و الگوگیری از درک هوش انسانی یا حیوانی و نهایتاً دستیابی به مکانیزم هوش در مقایسه هوش مصنوعی باهوش انسانی می‌توان گفت که انسان قادر به مشاهده و تجزیه‌وتحلیل مسائل در جهت قضاوت و اخذ تصمیم است درحالی‌که هوش مصنوعی مبتنی بر قوانین و رویه‌هایی از قبل تعبیه‌شده بر روی کامپیوتر است. درنتیجه علیرغم وجود رایانه‌های بسیار کارا و قوی در عصر حاضر ما هنوز قادر به پیاده کردن هوشی نزدیک به هوش انسان در ایجاد هوش‌های مصنوعی نبوده‌ایم (فهیمی ۱۳۸۴).

هوش مصنوعی را باید گستره پهناور تلاقی و ملاقات بسیاری از دانش‌ها، علوم و فنون قدیم و جدید دانست ریشه‌ها و ایده‌های اصلی آن را باید در فلسفه، زبانشناسی، ریاضیات، روانشناسی، عصب‌شناسی، فیزیولوژی، تئوری کنترل، احتمالات و بهینه‌سازی جستجو کرد و کاربردهای گوناگون و فراوانی در علوم رایانه، علوم مهندسی، علوم زیست‌شناسی و پزشکی، علوم اجتماعی و بسیاری از علوم دیگر دارد. جان مکارتی که واژه هوش مصنوعی را در سال ۱۹۵۶ استفاده نمود، آن را "دانش و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند" تعریف کرده است.

کاربردهای هوش مصنوعی

هوش مصنوعی کاربردهای متنوعی دارد. تعدادی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی شامل استفاده در وسایل نقلیه (خودگردان) مثل پهپادها و اتومبیل‌های خودران، تشخیص‌های پزشکی، خلق آثار هنری، اثبات قضیه‌های ریاضی، انجام بازی‌های فکری، تعیین هویت تصاویر و صداها، ذخیره انرژی، جستجوگرهای اینترنتی، تهیه قراردادها و پیش‌بینی آرای قضایی بیشتر می‌شود. همانطور که اشاره گردید، فناوری هوش مصنوعی دارای کاربردهای بسیار متنوعی در حوزه‌های مختلف می‌باشد اما یکی از حوزه‌های بسیار مهم کاربرد این فناوری حوزه دفاعی و تسلیحات نظامی و سامانه‌های مربوط به آن‌هاست که دراین‌بین کاربرد فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های نوین فرماندهی و کنترل سایبری از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد.

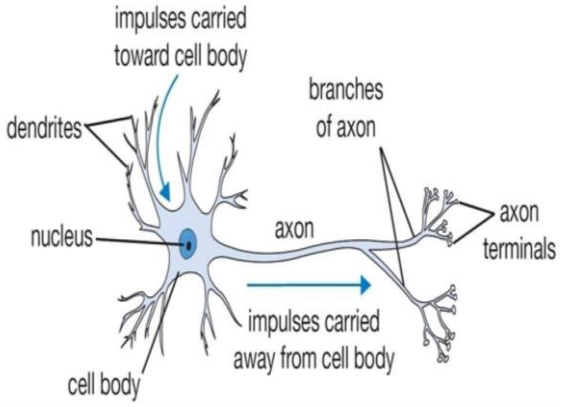
شبکه‌های عصبی

برای آنکه تعریف مناسبی از شبکه عصبی (یا مناسب‌تر این است که بگوییم شبکه عصبی مصنوعی) ارائه دهیم، به سراغ مخترع یکی از اولین نوروکامپیوترها (کامپیوترهای عصبی) می‌رویم. یعنی دکتر رابرت هچ-نیلسن دکتر نیلسن، شبکه عصبی را به‌صورت زیر تعریف می‌کند:۵

" یک سیستم محاسباتی که از تعدادی المان‌های پردازشی ساده و به هم متصل ساخته‌شده است که به‌وسیله پاسخ وضعیت دینامیکی به ورودی‌های خارجی، اطلاعات را پردازش می‌کند" (مهناج ۱۳۸۴)

شبکه عصبی مغزی

مطالعه شبکه‌های عصبی مصنوعی تا حد زیادی الهام گرفته از سیستم‌های یادگیری طبیعی در شبکه عصبی مغزی است که در آن‌ها یک مجموعه پیچیده از نرونهای متصل به هم در کار یادگیری دخیل هستند. گمان می‌رود که مغز انسان از تعداد ۱۰ و یا ۱۱ نرون تشکیل‌شده باشد که هر نرون با تقریباً ۱۰۴ نرون دیگر در ارتباط است. سرعت سوئیچ نرون‌ها در حدود 10^{-3} ثانیه است که در مقایسه با کامپیوترها (10^{-10} ثانیه) بسیار ناچیز می‌نماید. با این وجود آدمی قادر است در ۰.۱ ثانیه تصویر یک انسان را بازشناسائی نماید. این قدرت فوق‌العاده باید از پردازش موازی توزیع‌شده در تعداد زیادی از نرون‌ها حاصل‌شده باشد. هر نرون از اجزای زیر تشکیل‌شده است (شکل ۳).



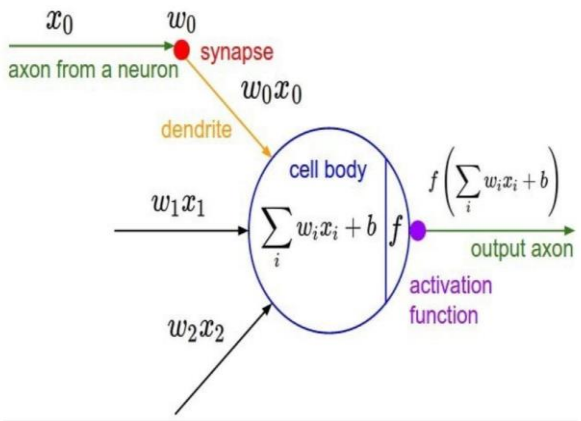
شکل ۳: نرون بیولوژیکی

شبکه عصبی مصنوعی (ANN)

شبکه‌های عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از عناصر پردازنده‌ی متصل غیرخطی می‌باشند. این شبکه‌ها از اتصال عناصر پردازنده‌ی منفرد تشکیل‌شده‌اند که برای حل یک مسئله به‌صورت هماهنگ عمل می‌کنند.

عنصر پردازنده‌ی ANN در دو مرحله فعالیت می‌کند، مرحله‌ی یادگیری و مرحله‌ی کاربرد. در مرحله‌ی یادگیری، عنصر پردازنده می‌آموزد که برای حالت خاصی فعال و برانگیخته شود (یا برای همان حالت برانگیخته نشود) و در مرحله‌ی کاربرد وقتی الگوی ورودی آموزش‌یافته‌ای شناسایی شد، خروجی مرتبط با آن تولید می‌گردد. اگر الگوی ورودی به لیست الگوهای ورودی‌ای که از پیش به سلول آموزش داده‌شده شبیه نباشد، قوانین فعال‌سازی تعیین می‌کنند که خروجی سلول فعال‌کننده باشد یا نه؟ به‌طور خلاصه شبکه عصبی روشی برای محاسبه است که بر پایه اتصال به‌هم‌پیوسته چندین واحد پردازشی ساخته می‌شود. شبکه از تعداد دلخواهی سلول یا گره یا واحد یا نرون تشکیل می‌شود که مجموعه ورودی را به خروجی مرتبط می‌سازد.

شبکه‌های عصبی با وجود اینکه با سیستم‌های عصبی طبیعی قابل‌مقایسه نیستند ولی قابلیت‌هایی دارند که آن‌ها را در بعضی از کاربردها مانند تفکیک الگو، رباتیک، کنترل و به‌طورکلی هر جا که نیاز به یادگیری یک نگاشت خطی و غیرخطی می‌باشد ممتاز می‌نمایند. یک‌شکل کلی از تعبیر ریاضی شبکه‌های عصبی به شکل ۴ است:



شکل ٤: مدل ریاضیاتی مرسوم

قابلیت‌های شبکه عصبی

همان‌طور که مغز انسان به شناسایی الگوهای مختلف داده‌ها و دسته‌بندی انواع اطلاعات می‌پردازد، می‌توان شبکه‌های عصبی را به شیوه‌ای مشابه با رفتار مغز انسان آموزش داد تا به تشخیص الگوها بپردازند و دسته‌بندی داده‌ها را انجام دهند. به‌عبارت‌دیگر، زمانی که مغز انسان با اطلاعات جدیدی روبه‌رو می‌شود، در تلاش است این اطلاعات را با مفاهیم قبلی و شناخته‌شده خود مقایسه کند تا به درک بهتر اطلاعات جدید برسد. هدف شبکه‌های عصبی نیز تشخیص الگوها و دسته‌بندی اطلاعات جدید بر پایه دانش قبلی خود است. یادگیری آنی الگوها در قالب بردارهای عددی انجام می‌شود. به عبارتی، تمامی داده‌های دنیای واقعی نظیر تصاویر، صوت و متن باید به بردارهای عددی تبدیل شوند و به‌عنوان ورودی، در اختیار شبکه عصبی قرار می‌گیرد تا قابلیت‌های زیر حاصل شود.

یادگیری

قابلیت یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه (وزن‌های سین اپتیکی) در مسیری که محیط تغییر می‌کند و شبکه شرایط جدید را تجربه می‌کند. این امر با این هدف است که اگر شبکه برای یک وضعیت خاص آموزش دید و تغییر کوچکی در شرایط محیطی آن (وضعیت خاص) رخ داد، شبکه بتواند با آموزش مختصر برای شرایط جدید نیز کارآمد باشد. دیگر اینکه اطلاعات در شبکه‌های عصبی در سیناپس‌ها ذخیره می‌گردد و هر نرون در شبکه، به‌صورت بالقوه از کل فعالیت سایر نرون‌ها متأثر است، لذا اطلاعات از نوع مجزا از هم نبوده بلکه متأثر از کل شبکه می‌باشد.

پردازش اطلاعات پراکنده به‌صورت متن

آنچه شبکه فرا می‌گیرد (اطلاعات یا دانش) در وزن‌های سیناپسی مستتر می‌باشد، رابطه‌ای یک‌به‌یک بین ورودی‌ها و وزن‌های سیناپتیکی وجود ندارد. درواقع می‌توان گفت که هر وزن سیناپسی مربوط به همه ورودی‌هاست ولی به هیچ‌یک از آن‌ها به‌طور مجزا مربوط نیست. به‌عبارت‌دیگر هر نرون در شبکه از کل فعالیت سایر نرون‌ها متأثر می‌باشد. درنتیجه اطلاعات به‌صورت متن توسط شبکه‌های عصبی پردازش می‌شوند. بر این اساس چنانچه قسمتی از سلول‌های شبکه حذف شوند و یا عملکرد غلطی داشته باشند بازهم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد. اگرچه این احتمال برای تمام ورودی‌ها کاهش‌یافته ولی برای هیچ‌یک از بین نرفته است.

تعمیم

پس از آن‌که مثال‌های اولیه شبکه‌های آموزشی داده شدند، شبکه می‌تواند در مقابل یک ورودی آموزش داده نشده قرار گیرد و یک خروجی مناسب ارائه دهد. این خروجی بر اساس مکانیسم تعمیم، به دست می‌آید. به عبارتی روشن‌تر، شبکه تابع را یاد می‌گیرد و الگوریتم را می‌آموزد. به‌بیان‌دیگر، رابطه تحلیلی مناسبی را برای تعدادی نقاط در فضا به دست می‌آورد.

پردازش موازی

هنگامی‌که شبکه‌ی عصبی در قالب سخت‌افزار پیاده می‌شود، سلول‌هایی که در یک تراز قرار می‌گیرند می‌توانند به‌طور هم‌زمان به ورودی‌های آن تراز پاسخ دهند. این ویژگی باعث افزایش سرعت پردازش می‌شود. درواقع در چنین سیستمی، وظیفه کلی پردازش بین پردازنده‌های کوچک‌تر، مستقل از یکدیگر توزیع می‌گردد.

مقاوم بودن

در یک شبکه عصبی هر سلول به‌طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه، برآیند رفتارهای محلی سلول‌های متعدد است. این ویژگی باعث می‌شود تا خطاهای محلی از چشم خروجی نهایی دور بمانند. به بیانی دیگر، سلول‌ها در یک‌روند همکاری، خطاهای محلی یکدیگر را تصحیح می‌کنند. این ویژگی باعث افزایش قابلیت مقاوم بودن یا تحمل‌پذیری خطاها در سیستم می‌گردد.

معماری شبکه عصبی

معماری شبکه‌های عصبی در شکل ۵ مشاهده می‌گردد و عبارت است از:

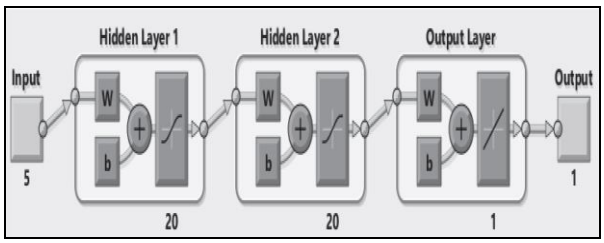
گره‌های ورودی (لایه ورودی): در این لایه، هیچ محاسباتی انجام نمی‌شود. در اینجا فقط اطلاعات به لایه بعدی (در اغلب اوقات، لایه پنهان) منتقل می‌شود. همچنین به بلوکی از گره‌ها، لایه گفته می‌شود.

گره‌های پنهان (لایه پنهان): جایی است که پردازش‌ها یا محاسبات میانی انجام می‌شود. پس از انجام محاسبات، وزن‌ها (سیگنال‌ها یا اطلاعات) را از لایه ورودی به لایه بعدی (یک‌لایه پنهان دیگر یا لایه خروجی) منتقل می‌کنند. البته این امکان نیز وجود دارد که یک شبکه عصبی، فاقد لایه پنهان باشد. که در ادامه پیرامون آن توضیح خواهیم داد.

گره‌های خروجی (لایه خروجی): درنهایت، در این لایه از یک تابع فعال‌سازی استفاده می‌کنیم. تا قالب مطلوب خروجی را برایمان تولید کند.

اتصالات و وزن‌ها: شبکه، از اتصالات متعددی تشکیل می‌شود که هر اتصال، خروجی نورون i م را به ورودی نورون j ام منتقل می‌کند. بنابراین به هر اتصال، یک وزن به‌صورت Wij اختصاص داده می‌شود.

تابع فعال‌سازی: تابع فعال‌سازی مربوط به یک گره، خروجی آن گره را با توجه به ورودی یا ورودی‌هایی که دریافت کرده است، تعریف می‌کند. یک مدار تراشه کامپیوتری استاندارد را می‌توان به‌عنوان یک شبکه دیجیتال از توابع فعال‌سازی در نظر گرفت. که بسته به مقدار ورودی، می‌تواند روشن (یک) یا خاموش (صفر) باشد. این عملکرد، شبیه به رفتار پرسپترون خطی در شبکه‌های عصبی است. هرچند، این تابع فعال‌سازی غیرخطی است. اما به شبکه‌ها این امکان را می‌دهد که تنها با تعداد کمی گره، بتواند مسائل غیر بدیهی و مبهم را محاسبه و حل کند. در شبکه‌های عصبی مصنوعی، به این تابع، تابع انتقال نیز گفته می‌شود. انواع زیادی از شبکه‌های عصبی وجود دارد که هرکدام با توجه به کاربرد آن در حوزه تحلیل داده موردبررسی قرار می‌گیرد. شکل زیر یک شبکه عصبی را نشان می‌دهد.



شکل ۵: معماری شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی و تأثیر آن بر فرماندهی کنترل

در عصر نبردهای دیجیتالی و جنگ‌های شبکه محور، توجه به برنامه‌ریزی، فرماندهی، هدایت و کنترل عملیات دفاعی با استفاده از فناوری‌های فضای سایبر به واقعیتی انکارناپذیر مبدل شده است. امروزه رویکردهای جدید به مفهوم جنگ مانند جنگ شناختی، جنگ شبکه محور، جنگ دانش‌بنیان و جنگ تاثیرمحور به دنبال استفاده از دانش در اهداف نبرد می‌باشند. این نوع جنگ‌ها وارد قلمرو دانش گردیده و از دانش به‌عنوان سلاح استفاده می‌نمایند. در جوامع دانشی

امروز، سازمان‌های نظامی مانند هر سازمان دیگر بایستی برای رسیدن به کمال، مبتنی بر دانش باشد. امروزه برای داشتن یک سازمان نظامی مدرن و توسعه‌یافته، بایستی بر دانش جدید، جمع‌آوری و پردازش و انتشار مداوم اطلاعات تاکتیکی و راهبردی و همچنین استفاده از دانش به‌منظور اخذ تصمیمات سریع و صحیح تکیه کرد. بنابراین با توجه بـه قابلیت‌هـای شبکه‌های عصبی می توأم نقش مؤثر آن را درک کرد.

عمق تأثیر فناوری‌های نوظهور فضای سایبر در عرصه فرماندهی و کنترل نیروهـای نظـامی در جنگ‌هـای کنـونی مشهود است و سبب شده تا فرماندهان از فواصل بسیار دور بتوانند ناظر صحنه نبرد بوده و نیروهـای تحـت امـر خـود را هدایت و کنترل و اهداف از پیش تعیین‌شده نزدیک‌تر کنند. سامانه‌های هوشمند شبیه‌سازی صحنه نبرد و تصمیم سـازی فرماندهی توانسته‌اند عمق تأثیر مثبت خود را در اتاق‌های تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری نظامی و نیز نظارت بر نتایج اجـرا دستورات اتخاذ شده نشان دهند. با استفاده از روش‌های آماده‌سازی برای صحنه نبرد و به‌خصوص "فرمانـدهی و کنتـرل هوشمند"، می‌توان فرآیند تصمیم سازی و میزان و درجه‌ی درگیری را مدل‌سازی کرد و آسـیب‌پذیری و محـدودیت‌های عملیاتی دشمن را مشخص و بر اساس آن نقاط ضعف و قوت اقدامات آفندی مناسب را پیش‌بینی کرد و طبق نظر سـان تزو از نقاط قوت دشمن اجتناب و بر نقاط ضعف وی تهاجم برد. همان‌طور کـه در شـکل نشـان داده‌شـده اسـت فراینـد فرماندهی و کنترل با جمع‌آوری اطلاعات از نیروهای خودی، دشـمن و همچنـین از عوامـل دیگـر ماننـد مـردم محلـی، سازمان‌ها، آب‌وهوا و زمین آغاز می‌شود. پس از جمع‌آوری اطلاعات، نیاز به پردازش اطلاعات، ارزیابی شرایط و شناسایی اهداف است که با تدوین خلاقانه و فرموله کردن دوره‌های مختلف اطلاعاتی به دست می‌آید. سپس فرمانده بایـد بـرای تصمیم‌گیری در یک‌زمان اقدام نموده و در برنامه‌ریزی و ارائه‌ی موضوعات اساسی درگیر شود. درنهایـت اجـرای طـرح ، استمرار مراحل و چرخه‌ی فرماندهی و کنترل با استفاده از یک سامانه‌ی بازخورد از نزدیـک نظـارت می‌شـود . ازایـن‌رو، فرماندهی و کنترل به کمک فناوری‌های نوظهور فضای سایبر و فرآیندهای آن، فرماندهان و کارکنان جدایی‌ناپذیر آن را توانمند می‌سازد . سامانه‌ی فرماندهی و کنترل باید با گسترش شبکه‌ی ارتباطی جریان اطلاعات، نـه‌تنها پاسـخگو بـرای نیازهای خاص باشد، بلکه از طریق شبکه، سلسله‌مراتب سازمانی را کاهش دهد و درنهایت با تصـویر مشـترک از وقـایع، فرامین برای اجرای مأموریت به نیروهای تحت امر صادر شود .

روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش تلاش گردید که ضمن شناخت خصوصیات شبکه‌های عصبی و خصوصیات آن، نقش آن در بهبـود عملکرد لایه‌های سه‌گانه فرماندهی کنترل از منظر داده‌های میدان نبرد، موردبررسی قرار گیرد.

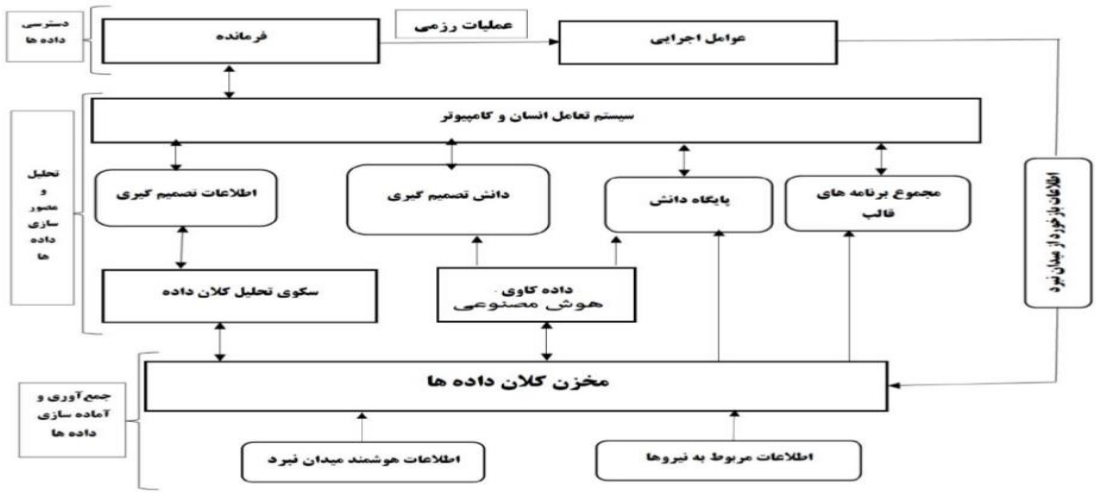
تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق نتایج بررسی‌ها نشـان داد کـه قابلیت‌هـای کلیـدی شـبکه‌های عصـبی شـامل یادگیری، پردازش اطلاعات پراکنده به‌صورت متن، تعمیم، پردازش موازی، مقاوم بودن می‌تواننـد در ۲ لایـه تولیـد داده، پردازش داده نقش تحولی قابل‌توجهی را ایفا نمایند: لایه تولید داده: در این لایه، هدف جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌های رسیده از حسگرها می‌باشد. در این مرحله، با بهره‌گیـری از توانمنـدی‌های پـردازش اطلاعـات پراکنـده، تعمیم‌پـذیری و پردازش موازی شبکه‌های عصبی، دقت و سرعت آماده‌سازی داده‌های رسیده را افزایش داد.

لایه پردازش داده: در این لایه، هدف پردازش داده‌های رسیده از لایه تولیـد داده و ارسـال سـریع نتـایج بـه لایـه استفاده از داده جهت واکنش به‌موقع می‌باشد و این امر نیز نیاز به‌سرعت و درعین‌حال دقت بسیار زیادی دارد. شبکه‌های عصبی با دارا بودن توانمندی‌های بالقوه خود می‌تواند کمک شایانی در این امر داشته باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به قابلیت‌های شبکه‌های عصبی به‌عنوان شاخه‌ای از هوش مصنوعی و تحقیقـات در ایـن مقالـه می‌تـوان دریافت بخش دفاع با عنوان " قدرت نرم" در عرصه‌های راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی به این فناوری نوظهور متکـی

است. بنابراین در فرماندهی عملیاتی هوشمند، ارتقاء در روش‌های سنتی تصمیم‌گیری میدان جنگ با استفاده کامل از فناوری‌های برتر مانند شبکه‌های عصبی و کلان داده‌ها و درنتیجه تصمیم‌گیری هوشمندانه است که میدان جنگ را به میدان نبرد هوشمند مبدل می‌سازند و به‌منظور تحقق آن لازم است از سه فناوری کلان‌داده‌ها، هوش مصنوعی و ابررایانه مبتنی بر فناوری خوشه‌بندی پیشرفته استفاده شود لذا، با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فناوری هوش مصنوعی توسعه و ارتقای سامانه‌های نوین فرماندهی و کنترل سایبری را به ارمغان آورده است و در این راستا می‌توان این مهم را طبق شکل ۶ ترسیم نمود:



شکل ٦: نقش شبکه‌های عصبی به‌عنوان شاخه‌ای از هوش مصنوعی در مسائل فرماندهی و کنترل

پیشنهادها

حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان و سرمایه‌گذاری در جهت تحقیق، توسعه و تولید محصولات مرتبط با فناوری‌های نوظهور فضای سایبر به‌ویژه فناوری هوش مصنوعی و سامانه‌های فرماندهی و کنترل سایبری بومی به عمل آید.

فراهم کردن بستر برای تحقیقات بیشتر و آماده‌سازی ابزار مناسب و کافی برای کارکنان نیروی مسلح در زمینه هوش مصنوعی به‌ویژه شبکه‌های عصبی

فهرست منابع

فهیمی، مهرداد. (۱۳۸۴). هوش مصنوعی، تهران، انتشارات جلوه.

منهاج، محمدباقر. (۱۳۸۴). مبانی شبک ههای عصبی. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

مهدینژاد نوری، محمد؛ علی جبار رشیدی، مجید.؛ و فخری و مهدی علی نـژاد. (۱۳۹۶). "بررسی نقش فرماندهی وکنترل هوشمند در دفاع دانش بنیان"، فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک، سال پانزدهم، شماره ۷۰، ۴-۹.

Baek, Seungjin; & Kim, Young-Gab. (2021). C4I System Security Architecture: A Perspective on Big Data Lifecycle in a Military Environment. Sustainability, 13(24), 13827. https://doi.org/10.3390/su 132413827.

Schubert Johan , Joel Brynielsson, Mattias Nilsson, Peter Svenmarck (2019) , Artificial Intelligence for Decision Support in Command and Control Systems, 23rd International Command and Control Research & Technology Symposium “Multi-Domain C2”pp5-9

Journal of Modern Aviation and Techniques
Year 1, Number 1, springer 2024

The role of neural networks as a branch of artificial intelligence in command and control problems

1st mohammad Eshaghnezhad, 2nd Hossein Davoodi Yeghaneh, 3rd Mehrab Ramak

Abstract

The emergence of major changes and developments in defense concepts is the result of the entry of new and emerging knowledge in recent technologies, especially military and defense technologies. The knowledge we call soft technology. Undoubtedly, in the future, what will strengthen this emerging defense paradigm is the emerging technologies of cyberspace, such as artificial intelligence technology such as neural networks. Understanding the nature and development process of the use of soft technologies, including artificial intelligence technology and neural networks, and explaining the field of influence and impact and its location in the promotion of cyber command and control systems is a vital and undeniable matter, and the results of this knowledge and explanation can be used in the development of command systems and local cyber control should be used in our country. In this research, the characteristics of modern cyber command and control systems have been explained. Then we have reviewed the neural network technology and its application and features. The results showed that the key capabilities of neural networks, including learning, processing scattered information in the form of text, generalization, parallel processing, resilience, can play a significant evolutionary role in 2 layers of data generation, data processing, command and control. It is suggested to use this technology for the features presented by artificial intelligence and neural networks.

Key words: ***Command and Control, artificial intelligence, neural networks***