

نقش مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی در جنگ‌های آینده در حوزه جنگ شناختی

علی عباسی رائی^۱، محمدحسین کریمی نظری^۲، متین چهری^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

چکیده

با پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های هوش مصنوعی (AI)، مهندسی رزمی به عنوان یک حوزه کلیدی در جنگ‌های آینده به شمار می‌آید. نظامیان و استراتژیست‌ها به دنبال بهره‌برداری از این فناوری‌ها برای بهبود کارایی و دقت عملیات نظامی هستند. هوش مصنوعی می‌تواند به تحلیل داده‌های بزرگ، پیش‌بینی رفتار دشمن و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌های نظامی کمک کند. هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار قدرتمند در جنگ‌های مدرن، توانایی تحلیل داده‌های بزرگ، پیش‌بینی رفتار دشمن و بهینه‌سازی عملیات نظامی را دارد. این فناوری‌ها می‌توانند به ارتش‌ها کمک کنند تا تصمیمات سریع‌تر و بهتری اتخاذ کنند و در نتیجه، کارایی و اثربخشی عملیات‌های نظامی را افزایش دهند. روش انجام پژوهش بصورت کیفی و جمع‌آوری اطلاعات بصورت کتابخانه‌ای است. با توجه به نتایج بدست آمده نقش مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی در جنگ‌های آینده به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. این فناوری‌ها نه تنها می‌توانند به بهبود کارایی نظامی کمک کنند، بلکه همچنین چالش‌های جدیدی را در زمینه اخلاق و قوانین جنگ به وجود می‌آورند. بنابراین، توجه به این مسائل و توسعه رویکردهای مناسب برای استفاده از هوش مصنوعی در جنگ‌ها به خصوص جنگ شناختی ضروری است.

کلیدواژه‌ها: مهندسی رزمی، هوش مصنوعی، جنگ‌های آینده.

۱ عضو هیئت علمی دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران نویسنده عهده دار مکاتبات (Abbasiali60@gmail.com)

۲ دانشجوی کارشناسی مهندسی دفاعی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران.

۳ دانشجوی کارشناسی مهندسی دفاعی، دانشگاه امام علی (ع)، تهران، ایران.

مقدمه

دانشمندان و مهندسان دفاعی امروزی تجهیزات فیزیکی و تسلیحات را توسعه می دهند، اما به جای این که آنها را قویتر و کشنده تر کنند، آنها را باهوش تر و دقیق تر میکنند. هوش مصنوعی به الگوریتمهایی گفته میشود که میتوانند واکنشهایی درست و منطقی و همچنین رفتارهایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی داشته باشند؛ از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه سازی فرایندهای تفکری و شیوه های استدلالی انسانی، پاسخ موفق به آنها، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسائل. هوش مصنوعی، به نوعی دانش شناخت و طراحی عامل های هوشمند بوده و دامنه کاربرد آن جهانی است. با پیشرفت تکنولوژی و افزایش قدرت محاسباتی در دهه ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ استفاده از الگوریتم ها و مدل های پیچیده تر در هوش مصنوعی امکان پذیر شد. این پیشرفت ها به توسعه روش های یادگیری ماشینی و تحلیل کلان داده ها کمک کرد. این دوره از زمان تغییرات سریع تکنولوژیکی، به ویژه در زمینه هوش مصنوعی (AI) است. در حالی که این فناوری توسط و برای بخش تجاری توسعه یافته است، پتانسیل آشکار هوش مصنوعی در کاربردهای نظامی اکنون نیروهای مسلح را در سراسر جهان به آزمایش سیستم های دفاعی جنینی و مجهز به هوش مصنوعی سوق می دهد تا تعیین کنند که چگونه می توان از آنها برای کارهای جنگی و زمان صلح استفاده کرد. (Muthukrishnan, N., et al, ۲۰۲۰). فناوری هوش مصنوعی ناگهان برای نیروهای نظامی مهم شده است. وزارت دفاع ایالات متحده سرمایه گذاری در هوش مصنوعی را از حدود ۶۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۶-۱۷ به ۲٫۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱-۲۰۲۲ افزایش داده است که در بیش از ۶۰۰ پروژه گسترده شده است. چین یک «طرح توسعه هوش مصنوعی نسل بعدی» را اتخاذ کرده است که هدف آن تبدیل این کشور به کشور برجسته در هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ و تغییر ارتش آزادی بخش خلق (PLA) از یک روش جنگ «اطلاعاتی» به «جنگ هوشمندانه» است. (Washington DC: Office of the Secretary of Defense, ۲۰۲۰). برای دستیابی به تسلط در میدان نبرد بر مخالفان خود، نیروهای نظامی به طور مداوم به دنبال اثربخشی رزمی بیشتر هستند. به طور سنتی، فناوری در میدان نبرد به شیوه ای یکپارچه به کار گرفته شده است که از نقاط قوت انسان و ماشین بهترین استفاده را می برد، در حالی که سعی می کند اثرات نقاط ضعف هر دو را به حداقل برساند. به نظر می رسد هوش مصنوعی مشابه باشد. می توان انتظار داشت که هوش مصنوعی زمانی موثرتر باشد که با دقت با انسان ها ترکیب شود، نه در حالت مستقل. (Peter Layton, ۲۰۱۸). هدف این مقاله نشان دادن نقش مهندسی رزمی در میدان نبرد آینده مبتنی بر هوش مصنوعی است. چنین میدان نبرد، به ویژه هنگامی که فراتر از جنگ زمینی گسترش یابد و شامل جنگ هوایی و دریایی شود، ترکیبی از جنبه های خطی و عمیق خواهد داشت که هم مفاهیم فرسایشی و هم مفاهیم مانور را در بر می گیرد. (MacFarland, ۱۹۹۴) ابداع این مفاهیم عملیاتی، چشم انداز گسترده ای از چگونگی استفاده از سیستم های بالقوه هوش مصنوعی باریک در سطح تاکتیکی و عملیاتی جنگ ارائه می دهد.

اهمیت و ضرورت تحقیق

جنگ مدرن هم شامل فناوری می شود و هم توسط آن شکل می گیرد. فناوری های مورد استفاده اقدامات احتمالی نیروهای نظامی را محدود می کنند. آنها هر دو گزینه های استخدام نیرو را در هر دو سطح تاکتیکی و عملیاتی توانمند و محدود می کنند. فناوری و جنگ ممکن است عمیقاً در هم تنیده شده باشند، اما در زمینه هوش مصنوعی، یک پیچ و تاب ظریف وجود دارد. هوش مصنوعی در اصل یک فناوری تجاری است. بر این اساس، بر نیروهای نظامی واجب است که با توسعه و بهره برداری از هوش مصنوعی حوزه تجاری همگام شوند. این تضاد شدیدی با زمانی است که ارتش توسعه فناوری را در طول جنگ سرد (۱۹۴۷-۱۹۹۱) رهبری کرد و رویکردی حساب شده برای چنین تغییری در پیش گرفت و همچنین هرگونه اختلال در ساختار نیروی حین خدمت را به دقت مدیریت کرد. امروزه در هوش مصنوعی، خواسته های دنیای تجارت و فرصت های بازار، نوآوری های تکنولوژیکی و پذیرش آن را هدایت می کند. تجهیزات نظامی در حین خدمت ممکن است در جدول زمانی نیروهای مسلح که از آن استفاده می کنند منسوخ نشوند. اگر استفاده از هوش مصنوعی در سایه مهندسی رزمی در جنگ آینده محقق شود، سربازان و میدان های نبرد آینده ردپای دیجیتالی بسیار بزرگ تری نسبت به قبل خواهند داشت. دستگاه های دیجیتال جاسازی شده که قادر به نظارت، جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها هستند میتوانند توسط بازرسان جنایی بین المللی برای تعیین این که چه کسی؟ چه چیزی؟، چه زمانی؟ کجا؟ و چگونه؟ رویدادها باید رخ دهد، مورد بهره برداری قرار گیرند. این پیشرفت های مبتنی بر هوش مصنوعی در نوآوری های نظامی داده های بزرگی را تولید می کند که از نظر تئوری، موقعیت جغرافیایی دقیق و حرکت هر رزمنده و غیر نظامی ردیابی و ثبت میشود. تصاویر ماهواره ها هواپیماهای بدون سرنشین دوربینهای مداربسته و دوربینهای بدنه برای ارائه نمای سیصد و شصت درجه از کل فضای درگیری یکپارچه خواهند شد. با این حال، تمام داده های پردازش شده توسط اینترنت اشیاء نظامی تنها در صورتی برای بازرسان جنایات جنگی مفید خواهد بود که توانایی جمع آوری، سازماندهی، تجزیه و تحلیل و تفسیر آن را داشته باشند. بنابراین، داده ها باید برای بازرسان، وکلا و قضات قابل دسترس، خواندنی، قابل فهم و قابل توضیح باشند.

مروری بر ادبیات موضوع

مهندسی جنگ، مهندسی رزمی یا مهندسی نظامی به شاخه‌ای از مهندسی گفته می‌شود که در جهت مدیریت و طراحی مانورها، عملیات‌ها و مسائل مرتبط به آنها فعالیت می‌کند. براساس تعریف ناتو مهندسی جنگ -فارغ از گرایش‌ها و خدمات- برای مدیریت کردن و سازمان دادن محیط عملیات و نبردها فعالیت می‌کند و در مانورها با بخش پشتیبانی برای محافظ از نیروها و بهبود عملکرد و کارایی ادوات جنگی و انفجاری و محافظت محیطی با کمک گرفتن از هوش مهندسی و تجسس نظامی همکاری می‌کند. مهندسی جنگ شامل خدمات تعمیر و نگهداری وسایل و ماشین‌آلات جنگی نمی‌شود. مهندسی جنگ از قدیمی‌ترین مهندسی‌هاست که بشر از زمان‌های دور برای مقابله با دشمن از تکنیک‌هایش استفاده می‌کرده‌است. در ابتدا این مهندسی به عهده مهندس عمران بود که در سده ۲۰ از این تخصص جدا شد و به صورت یک تخصص با رویکرد نظامی به فعالیت خود ادامه داد که در دانشکده‌های نظامی مباحث آن تدریس می‌گردد.

یگانهای مهندسی رزمی: عناصر سازمانی تیپ‌های پیاده، زرهی، هوایرد، پیاده مکانیزه و گردان‌های مستقل (در صورت وجود) میباشند. مأموریت اصلی این یگان‌ها افزایش قدرت رزمی تیپ یا گردان میباشند (حسینی، ۱۳۹۲، ص ۴). وظایف کلی یگانهای مهندس رزمی عبارتاند از:

تهیه طرحهای ستادی مهندسی و نظارت در کاربرد یگان‌های مهندس مأمور به تیپ؛

اجرای شناسایی مهندس؛

ساختمان، مرمت و نگهداری راهها، گذارها، گذارها، پلها (شناور و ثابت)
ایجاد تأسیسات پدافندی و پناهگاههای پست فرماندهی؛ تهیه تجهیزات لازم و اعزام افراد مهندس آموزش‌دیده برای عبور از رودخانه و حمله به مواضع مستحکم

تهیه و تدارک آب و سایر خدمات آمادی مهندس برای تیپ یا تیپ؛

کمک به حرکت یگانهای رزمی در زمینهای سخت و ایجاد معبر در موانع

احداث و برداشت انواع موانع مصنوعی از جمله میدانهای مین، شبکههای خاردار و خندقهای ضدتانک و غیره.

به طور کلی سیستم مهندس سه وظیفه اصلی و عمده را به عهده دارد که عبارتاند از-:

- ازدیاد و حفظ مانور نیروهای خودی (ازدیاد تحرک)
- محدود کردن مانور نیروهای دشمن (ضدتحرک)
- افزایش قابلیت بقا و دوام نیروهای خودی (ماندگاری)

جنگ‌های آینده: در جنگ‌های مدرن با داده‌های فشرده، پرسنل برای اتصال سیستم‌ها، مذاکره در مورد دسترسی به داده‌ها، سفارشی کردن نرم افزار، پیمایش اشکالات پیکربندی و بهبود امنیت اطلاعات تلاش می‌کنند. به همین دلیل است که در فناوری اطلاعات و قدرت نظامی، ابزارهای کاهش عدم اطمینان، از قضا، به منابع جدیدی از عدم اطمینان تبدیل شده‌اند. (Jon R, ۲۰۲۰).

پیدایش هوش مصنوعی: اصول و مفاهیم اولیه هوش مصنوعی در دهه ۱۹۵۰ میلادی توسط پژوهشگرانی همچون آلن تورینگ و جان مک کارتی و آرتور ساموئل مطرح شد. آنها به دنبال ایجاد سیستم‌هایی بودند که بتوانند هوش مصنوعی را تجربه کنند. هوش مصنوعی مدرن اکنون بر یادگیری ماشین متمرکز شده است. به جای برنامه نویسی کامپیوتر با هر مرحله جداگانه، همانطور که Deep Blue انجام داد، یادگیری ماشینی از الگوریتم‌ها برای آموزش خود با استنباط از داده‌های ارائه شده استفاده می‌کند. الگوریتم‌ها دنباله‌ای از دستورالعمل‌ها و قوانینی هستند که رایانه‌ها برای حل مشکلات از آنها استفاده می‌کنند. در یادگیری ماشین، الگوریتم‌ها قوانینی را ایجاد می‌کنند که هوش مصنوعی استفاده می‌کند، نه برنامه نویسان رایانه انسانی خارجی مانند GOFAI. با داده‌های آموزشی متفاوت، می‌توان از الگوریتم یادگیری یکسان برای تولید قوانین و دستورالعمل‌های جدید متناسب با وظایف جدید استفاده کرد. به طور کلی، هر چه داده‌های بیشتری برای آموزش الگوریتم یادگیری استفاده شود، قوانین و دستورالعمل‌های ابداع شده بهتر است. هوش مصنوعی فعلی می‌تواند برخی از مشکلات خاص را به طور مداوم نسبت به انسان‌ها یا رایانه‌های معمولی برنامه ریزی شده توسط انسان و مبتنی بر قوانین برطرف کند. نتایج آن به طور کلی احتمالاتی هستند، پاسخ‌های وزنی به مشکلات را ارائه می‌دهند، اما لزوماً هر بار نتیجه یکسانی نمی‌دهند. هوش مصنوعی می‌تواند به سرعت الگوها را شناسایی کند و موارد پنهان در گنجینه‌های داده گسترده و بدون ساختار را شناسایی کند، که با توجه به اینکه ۸۰ درصد از داده‌های جهان بدون ساختار هستند، مهم است. به طور کلی، هوش مصنوعی نسل فعلی در پنج حوزه اصلی موثر است (Barclays UK (BUK) Ventures, ۲۰۱۹). هوش مصنوعی یکی از حوزه‌های پیشرفته و جذاب علوم کامپیوتر است که در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی هوش مصنوعی، توسعه سیستم‌هایی است که قادر به تفکر، یادگیری، استنتاج و اتخاذ تصمیمات

مشابه به انسان باشند. هوش مصنوعی در دهه های اخیر پیشرفت های قابل توجهی کرده است و در زمینه های مختلفی مانند پردازش زبان طبیعی، بینایی ماشین، تشخیص الگو، تصمیم گیری خودکار و رباتیک به کار میرود. این فناوری میتواند به صورت بسیار ساده مانند یک سیستم تشخیص صدا کار کند یا به صورت پیچیده تر مانند سیستم های خودران و خودرو با قابلیت های هوشمند عمل کند. کاربرد هوش مصنوعی ترکیبی از چندین بلوک سازنده فناوری است که به طور مفیدی توسط دانشگاه کارنگی ملون "پشته هوش مصنوعی" نامیده می شود. لایه "ادراک" پشته شامل محاسبات، شبکه های ابری بی سیم و دستگاه هایی مانند حسگرها و اینترنت اشیا است که به ماشین ها اجازه می دهد دنیای اطراف خود را درک کنند. لایه "تصمیم گیری" شامل مدیریت داده های عظیم، یادگیری ماشین، مدل های دیجیتال و کمک های پشتیبانی تصمیم گیری است. در نهایت، لایه "عمل" برنامه ریزی و عمل (بهینه سازی، استدلال استراتژیک، دانش)، فناوری های خودمختاری و رابط های انسان و ماشین را پوشش می دهد که به اپراتورهای انسانی اجازه می دهد خود را جهت گیری کنند. نکته مهم این است که اخلاق برای همه لایه ها جدایی ناپذیر است (Shane Shaneman, ۲۰۱۹). به طور کلی هوش مصنوعی به شش زیر گروه یادگیری، پردازش زبان ماشین، بینایی ماشین، شبکه های عصبی مصنوعی، رباتیک و محاسبات شناختی تقسیم میشوند شکل ۱ شاخه های هوش مصنوعی را به تصویر میکشد.



شکل (۱). دسته بندی هوش مصنوعی

رهبری قوی در سازمان های نظامی باید اهداف و ارزش ها را در بین پرسنل اجتماعی کند و آنها را برای انجام مأموریت با رعایت محدودیت های هنجاری توانمند کند. به این ترتیب، قضاوت به یک فضیلت استراتژیک تبدیل می شود مزایای نظامی هوش مصنوعی، دشمنان را به استراتژی های مختلف برای مقابله با آنها سوق می دهد. اگر پیش بینی از افزایش در دسترس بودن داده ها استفاده کند، دشمنان راه هایی برای دستکاری داده ها پیدا خواهند کرد.

روش تحقیق

با توجه به ماهیت کیفی بودن تحقیق برای مطالعه روش تحلیل محتوا انتخاب شد. تحلیل محتوا یکی از مهمترین روش های تحقیق کیفی است که در پی شناخت اطلاعات به تحلیل آنها می پردازد؛ در واقع روشی قابل قبول در بررسی های متنی است. در این مقاله به نقش مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی در جنگ های آینده مورد مطالعه قرار گرفته است که به تحلیل کیفی مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی در جنگ های آینده پرداخته شده است. لذا هر چیزی قابل محتوا است و هر پدیده ای تحلیلی میتواند محتوا شود در تحلیل محتوای کیفی مفاهیمی وجود دارد که در متن بسیار به آن اشاره میشود. از جمله این مفاهیم محتوای آشکار و نهفته واحد تحلیل، واحد معنا، فشردگی خلاصه سازی محتوا است. در واقع جامعه و یا هر عبارت یا کلمه نوشته شده در متن نسخه برداری شده میتواند به عنوان واحد تحلیل مورد توجه قرار گیرد.

تجزیه و تحلیل داده ها و یافته های تحقیق

نقش مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی در جنگ های آینده

هوش مصنوعی در مهندسی رزمی

هوش مصنوعی در جنگ های آینده

در جنگ های آینده مهندسی رزمی و هوش مصنوعی به سرعت نقش تعیین کننده ای دارد؛ پس برای اینکه بتوان چگونگی ایجاد تحرک توسط یگانهای مهندسی رزمی برای مقابله با جنگ های ترکیبی را تعیین کرد و اثربخشی آنها را ارتقاء داد در اولویت اول باید نسبت به بهروز نمودن تجهیزات و ساختار فعلی آنها اقدام نمود. در راستای محقق شدن این مهم در یگان های مهندسی رزمی در وهله اول باید با استفاده از ابزارآلات دقیق و هوشمند اعم از سامانه های متصل به ماهواره ها، امواج الکترومغناطیس، پرنده های بدون سرنشین مجهز به دوربین های هوشمند و ... منطقه، مسیرها و عوارض و حتی موانع مصنوعی احداث شده توسط دشمن را به طور دقیق شناسایی نمایند تا بتوانند پس بررسی دقیق اطلاعات جمع آوری شده و احتمالات پیشرو، نیازمندی ها اعم از تجهیزات و نیروی انسانی متناسب را تعیین نمایند. استفاده از AI برای افزایش دقت و سرعت جنگ افزارها در هدف گرفتن ضروری است؛ امروزه آمریکا و چین نیز کمک گرفتن از قابلیت های هوش مصنوعی برای توسعه سلاح هایشان را در اولویت قرار داده اند؛ پهپادها با کمک این فناوری می توانند به هدفشان برسند، حتی اگر سیگنال های GPS را دریافت نکنند یا ارتباطشان با هدایتگرشان قطع شود. هوش مصنوعی می تواند در رهبری جنگ به فرماندهان نیز کمک کند؛ زیرا توانایی ایجاد تحول در حوزه هدایت و کنترل جنگ را دارد. مثلاً با کمک این فناوری می توان از تصادف پهپادها جلوگیری کرد؛ زیرا پردازش داده ها با سرعت بالا را ممکن کرده است. امکان جمع آوری سریع داده ها و تحلیل سریع داده ها ی موجود خطری که شهروندان را تهدید می کند، به حداقل می رساند. بزرگترین نقطه قوت هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری، افزایش کارایی است. برای نیروهای نظامی، توانایی آن در شناسایی الگوها و شناسایی موارد پنهان شده در گنجینه های داده بسیار بزرگ به سرعت برجسته می شود. این بدان معناست که هوش مصنوعی می تواند در سیستم های ثابت برای تجزیه و تحلیل ساعت های زیادی ویدیو از هواپیماهای بدون سرنشین برای یافتن یک فرد خاص یا در سیستم های تلفن همراه برای تشخیص موانع موجود در تصاویر ویدیویی حسگر خود یا حتی گرفتن دستورالعمل های ساده از مدیران انسانی استفاده شود. هوش مصنوعی یک فناوری همه منظوره است که در سراسر جامعه فراگیر می شود، به ویژه از طریق گوشی های هوشمند. به همین ترتیب، هوش مصنوعی ماشین های نظامی را تزریق می کند و فضای نبرد را فعال می کند. این تزریق و توانمندسازی برای یک هدف خاص است و همانطور که رابرت ورک اعلام می کند، "دلیل دنبال کردن هوش مصنوعی دنبال کردن خودمختاری است." (Robert Work quoted in Kimberly Underwood, ۲۰۲۰). دو شکل اساسی خودمختاری وجود دارد: در حالت استراحت و در حرکت. سیستم های خودمختاری در حالت استراحت شامل سیستم های پشتیبانی اطلاعاتی، ابزارهای تعمیر و نگهداری پیش بینی، راه حل های تشخیص تصویر و پشتیبانی برنامه ریزی عملیات است. سیستم های خودمختار در حال حرکت شامل سلاح های خودمختار، پلتفرم ها و ربات ها است. هر دو شکل در حالت سکون و در حال حرکت مهم هستند و هر دو می توانند یکی از سه حالت اصلی خودمختاری را به کار گیرند:

انسان در حلقه. در این حالت، انسان ها کنترل عملکردهای انتخاب شده را حفظ می کنند و از اقدامات هوش مصنوعی بدون مجوز جلوگیری می کنند. انسان ها جزء جدایی ناپذیر حلقه کنترل سیستم هستند. مسئله دشوار طراحی این است که چگونه می توان دقیقاً تعیین کرد که در کجای فرآیند مداخله انسان باید انجام شود، که با توجه به وظیفه و قابلیت های دستگاه متفاوت خواهد بود. اگر مداخله بیش از حد انسان مورد نیاز باشد، مفید بودن آن ممکن است مشکوک باشد.

انسان خارج از حلقه. هوش مصنوعی تمام جنبه های عملکرد سیستم را بدون راهنمایی یا دخالت انسان کنترل می کند. این دستگاه بدون مجوز یا اطلاع مستقیم انسانی درگیر می شود. به این شکل از کنترل انسان خارج از حلقه یا کاملاً خودمختار نیز گفته می شود.

روسیه، چین و ایالات متحده هر کدام مفاهیم سطح عملیاتی خاصی دارند که به طور انتزاعی نحوه استفاده از نیروهای نظامی خود را در فضای نبرد توصیف می کند. این مفاهیم بیشتر شبیه به هم هستند و به طور مفیدی چندین ویژگی از فضای نبرد مدرن و نوظهور و عملیاتی که در آن رخ می دهد را شرح می دهند. ایده های پشت چنین مفاهیمی برای اولین بار در دوره بین دو جنگ جهانی توسط چندین متفکر نظامی شوروی مورد بحث قرار گرفت. این ایده ها تا زمان پایان جنگ سرد مورد پذیرش گسترده قرار گرفته بود و در مفاهیم نبرد هوایی ایالات متحده و کمپین موفقیت آمیز طوفان صحرا در سال ۱۹۹۱ منعکس شد. دکتترین ها و مفاهیم عملیاتی معاصر روسیه، چین و ایالات متحده بر اساس این میراث ایجاد شده است.

مفاهیم مهندسی رزمی و هوش مصنوعی در جنگ

هوش مصنوعی در مهندسی رزمی می تواند در زمینه های مختلفی از جمله طراحی و توسعه سلاح های هوشمند، سیستم های شناسایی و نظارت، و همچنین بهینه سازی لجستیک و تأمین منابع به کار رود. به عنوان مثال، سیستم های خودران و ربات های نظامی می توانند در میدان جنگ به طور مستقل عمل کنند و خطرات انسانی را کاهش دهند.

جنگ دریایی مجهز به هوش مصنوعی

جنگ در دریا چشم اندازهایی از نبرد کشتی در برابر کشتی را تداعی می کند. کشتی های جنگی سطحی مدرن می توانند قدرت آتش بالایی داشته باشند، اما اتکای آنها به الکترونیک پیچیده به این معنی است که نسبتاً شکننده هستند و حتی با موشک های کوچک نیز می

توانند از کار بیفتند. چنین مأموریتی ممکن است کشتی را غرق نکند، اما می توان آن را برای مدت طولانی، شاید حتی برای بقیه جنگ، از نبرد خارج کرد. با این حال، کشتی های جنگی متحرک هستند، ویژگی ای که در سطح عملیاتی جنگ برای اجازه دادن به ناوگان برای استقرار و مانور نسبت به یکدیگر مفید است، و به طور جداگانه از این نظر که برای اینکه یک موشک به یک کشتی در حال حرکت اصابت کند، باید یک سیستم هدایت پایانی داشته باشد. سفینه های جنگی برای حسگرهای مدرن واقع در هر حوزه ای آسان است. چیزی برای پنهان شدن در پشت یا در میان سطح دریا وجود ندارد. در مقابل، یافتن زیردریایی ها به طور قابل توجهی دشوار است. جای تعجب نیست که برخی زیردریایی ها را کشتی های پایتخت عصر مدرن می دانند، کشتی هایی با درجه یک که قاتلان بزرگ کشتی های جنگی زمان ما هستند. هدف برنامه اقیانوس اشیا (OoT) دارپا دستیابی به آگاهی از وضعیت دریایی در مناطق بزرگ اقیانوس از طریق استقرار هزاران شناور کوچک و کم هزینه است که یک شبکه حسگر توزیع شده را تشکیل می دهند. هر شناور هوشمند دارای مجموعه ای از حسگرهای تجاری برای جمع آوری داده های زیست محیطی و فعالیت خواهد بود. عملکرد دوم شامل شناسایی، ردیابی و شناسایی خودکار کشتی های مجاور و به طور بالقوه نزدیک شدن ترافیک هواپیما است. شناورها از پردازش لبه با الگوریتم های تشخیص استفاده می کنند و به صورت دوره ای داده های نیمه پردازش شده را از طریق ماهواره ایریدیوم برای ذخیره سازی در ساحل به یک شبکه ابری منتقل می کنند. سپس از تجزیه و تحلیل بلادرنگ با استفاده از یادگیری ماشینی هوش مصنوعی برای کشف بینش از داده های پراکنده استفاده می شود. ۹۵ شناورها سازگار با محیط زیست هستند، حدود یک سال عمر دارند و در خرید ۵۰,۰۰۰، هزینه واحد آنها حدود ۵۰۰ دلار آمریکا است. (OoT) دارپا نشان می دهد که با استفاده از هوش مصنوعی چه چیزی امکان پذیر است. سلاح های هوشمند در جنگ دریایی به عنوان یکی از پیشرفته ترین و مؤثرترین ابزارها در نبردهای مدرن شناخته می شوند. این سلاح ها با استفاده از فناوری های پیشرفته، قابلیت های خودکار و هوشمند را برای شناسایی، هدف گیری و حمله به دشمنان فراهم می کنند.

انواع سلاح های هوشمند در جنگ دریایی:

موشک های کروزر

موشک های کروزر مانند AGM-۱۵۸ و AGM-۱۵۸C LRASM به عنوان سلاح های هوشمند در نیروی دریایی ایالات متحده شناخته می شوند. این موشک ها با قابلیت های پیشرفته خود، می توانند به طور خودکار اهداف را شناسایی و به آنها حمله کنند. این نوع موشک ها به دلیل دقت بالا و توانایی پرواز در ارتفاع پایین، در عملیات های دریایی بسیار مؤثر هستند (Lauren Kahn ۲۰۲۳)

سلاح های انرژی جنبشی

سلاح های انرژی جنبشی، که به عنوان سلاح های الکترومغناطیسی نیز شناخته می شوند، می توانند با سرعت بسیار بالا به اهداف ضربه بزنند. این سلاح ها به دلیل توانایی ایجاد آسیب های شدید و دقت بالا، به عنوان یک برگ برنده در میدان جنگ دریایی محسوب می شوند (bitrun, Aug, ۲۰۲۳).

پهپادهای دریایی

پهپادهای دریایی به عنوان ابزارهای کلیدی در جنگ های مدرن، با استفاده از هوش مصنوعی می توانند مأموریت های شناسایی و حمله را انجام دهند. این پهپادها قادر به جمع آوری و تحلیل داده ها در زمان واقعی هستند و می توانند به طور مستقل عمل کنند.

جنگ زمینی مجهز به هوش مصنوعی

در جنگ های زمینی مجهز به هوش مصنوعی میدان حسگر اینترنت اشیا مستقر شده می تواند از آرایه متنوعی از حسگرهای بین دامنه ثابت و متحرک استفاده کند. سنسورهای ثابت را می توان از قبل مستقر کرد و ممکن است شامل سیستم های الکترونیکی لرزه ای، آکوستیک، تصویربرداری، فعال و غیرفعال باشد. طراحی استقرار ممکن است لایه لایه باشد، با افزایش دانه بندی داده های حسگر از نظر هویت، دقت و به موقع بودن با حرکت بیشتر نیروی متخاصم به منطقه درگیری. حسگرهای سیار که در صورت لزوم مستقر می شوند می توانند شامل سیستم های فعال و غیرفعال مبتنی بر فضا، پهپادها و UGV ها باشند که همگی از پردازش محاسبات لبه هوش مصنوعی استفاده می کنند. آزمایشگاه تحقیقات ارتش ایالات متحده در حال حاضر در حال مطالعه امکانات فناوری اینترنت اشیا تحت عنوان اینترنت چیزهای میدان نبرد است. (Durham: U.S. Army Research Laboratory, ۲۰۲۰).

سلاح های هوش مصنوعی در جنگ زمینی به عنوان یکی از پیشرفته ترین و تأثیرگذارترین ابزارها در نبردهای مدرن شناخته می شوند. این سلاح ها با استفاده از فناوری های هوش مصنوعی، قابلیت های خودکار و هوشمند را برای شناسایی، هدف گیری و حمله به دشمنان فراهم می کنند

انواع سلاح های هوش مصنوعی در جنگ زمینی

ربات های جنگی

ربات‌های جنگی که به طور خودکار عمل می‌کنند، می‌توانند در میدان نبرد به شناسایی و هدف‌گیری دشمنان بپردازند. این ربات‌ها با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، قادر به تحلیل داده‌ها و اتخاذ تصمیمات سریع هستند. به عنوان مثال، برخی از این ربات‌ها می‌توانند در شرایط سخت و خطرناک به جای سربازان عمل کنند و خطرات را کاهش دهند.

سلاح‌های خودران

سلاح‌های خودران مرگبار (LAWS) که به عنوان سلاح‌های هوش مصنوعی شناخته می‌شوند، قابلیت انجام عملیات‌های نظامی بدون نیاز به دخالت انسانی را دارند. این سلاح‌ها می‌توانند به طور مستقل اهداف را شناسایی و به آنها حمله کنند، که این امر نگرانی‌های جدی در مورد اخلاقیات و قوانین جنگ ایجاد کرده است.

سیستم‌های پشتیبانی هوش مصنوعی

این سیستم‌ها به عنوان "هم‌پروازهای رباتیک" شناخته می‌شوند و می‌توانند به نیروهای زمینی در انجام مأموریت‌های پیچیده کمک کنند. این ربات‌ها می‌توانند اطلاعات را جمع‌آوری و تحلیل کنند و به نیروها در تصمیم‌گیری‌های سریع کمک کنند.

جنگ هوایی مجهز به هوش مصنوعی

جنگ در هوا مفاهیم جنگ عمومی و جنبه‌های خاص زمینه را ترکیب می‌کند. میدان نبرد هوایی در پوشش مناطق وسیعی عمیق است. آسمان به طور کلی به هم ریخته است و نیروهای هوایی مخالف ظاهراً بدون مانع با هم درگیر می‌شوند. در این، دو ثابت ماندگار جنگ در هوا هر دو چند دامنه‌ای هستند و شامل شبکه‌های نبرد متضاد هستند. ماهیت محیط هوا به این معنی است که جنگ در هوا به طور قابل توجهی تحت تأثیر فناوری، امکانات و کمبودهای آن است. از نظر مفاهیم عملیاتی روسیه، چین و ایالات متحده، دو حوزه خاص توسط متفکران نیروی هوایی مدرن پذیرفته شده است. اول، مفاهیم بر تلاش برای فلج کردن سیستم فرماندهی و کنترل مخالف تأکید می‌کنند و در نتیجه شبکه‌های نبرد مخالف را جابجا و مختل می‌کنند. متفکران با نفوذ نیروی هوایی، جان بوید و جان واردن در این دیدگاه سهیم هستند. بوید از مانور در حلقه تصمیم‌گیری OODA دشمن حمایت کرد. (Fadok, ۱۹۹۷) این امر شناخت فرمانده دشمن را مختل می‌کند و موقعیتی به ظاهر تهدیدآمیز را برای آنها ایجاد می‌کند و توانایی نیروی دشمن را برای انطباق با محیطی که اکنون به سرعت در حال تغییر است، ناتوان می‌کند. در همین راستا، جان واردن به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر هدف قرار دادن رهبری دشمن برای ایجاد فلج سیستم و فشار روانی تأکید کرد. (Fadok, ۳۷۳-۳۷۶). سلاح‌های هوش مصنوعی در جنگ هوایی به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین و تأثیرگذارترین ابزارها در نبردهای مدرن شناخته می‌شوند. این سلاح‌ها با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، قابلیت‌های خودکار و هوشمند را برای شناسایی، هدف‌گیری و حمله به دشمنان فراهم می‌کنند.

انواع سلاح‌های هوش مصنوعی در جنگ هوایی

جنگنده‌های هوش مصنوعی

جنگنده‌های نسل ششم که به تازگی توسعه یافته‌اند، به طور خاص برای استفاده از هوش مصنوعی طراحی شده‌اند. این جنگنده‌ها می‌توانند به طور خودکار در نبردهای هوایی شرکت کنند و با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، تصمیمات سریع و دقیقی بگیرند. به عنوان مثال، جنگنده‌های تحت کنترل هوش مصنوعی می‌توانند در نبردهای هوایی با انسان‌ها رقابت کنند و در برخی موارد، عملکرد بهتری از خود نشان دهند.

سلاح‌های خودران

سلاح‌های خودران مرگبار (LAWS) که به عنوان سلاح‌های هوش مصنوعی شناخته می‌شوند، قابلیت انجام عملیات‌های نظامی بدون نیاز به دخالت انسانی را دارند. این سلاح‌ها می‌توانند به طور مستقل اهداف را شناسایی و به آنها حمله کنند، که این امر نگرانی‌های جدی در مورد اخلاقیات و قوانین جنگ ایجاد کرده است.

سیستم‌های پشتیبانی هوش مصنوعی

این سیستم‌ها به عنوان "هم‌پروازهای رباتیک" شناخته می‌شوند و می‌توانند به جنگنده‌ها در انجام مأموریت‌های پیچیده کمک کنند. این ربات‌ها می‌توانند اطلاعات را جمع‌آوری و تحلیل کنند و به جنگنده‌ها در تصمیم‌گیری‌های سریع کمک کنند.

کاربردهای هوش مصنوعی در دنیای نظامی و ارتش ها

تحلیل داده ها و پیش بینی ها

تحلیل داده های اطلاعاتی

هوش مصنوعی می تواند حجم عظیمی از داده های اطلاعاتی را تحلیل کرده و الگوهای مخفی در آن ها را شناسایی کند. این تحلیل ها به فرماندهان نظامی امکان می دهد تا تهدیدات احتمالی را پیش بینی کرده و اقدامات پیشگیرانه مناسب را انجام دهند. در واقع بسیاری از اقدامات در میدان نبرد، بر اساس داده ها و تحلیل سناریوها و ... انجام می گیرد. حالا هوش مصنوعی می تواند شبیه یک فرمانده جنگی، این داده ها را در کنار هم بررسی کند. در داده کاوی از دو روش آماری و هوش مصنوعی برای حل مسائل بهره گرفته میشود. در روش آماری از فرضیات و برآوردهایی برای استخراج یک نتیجه استفاده میشود درحالیکه در روش هوش مصنوعی از هیچ فرضی استفاده نمیشود و تنها به مجموعه عظیمی از اطلاعات که باعث آموزش سیستم شده اند بسنده میکند. همین امر باعث تفاوت دو روش شده و جواب های متفاوتی برای حل یک مسأله ممکن است تولید کنند. به عنوان مثال، در روش آماری فرض میشود که داده ها نرمال هستند که این برای حالتی که داده ها متناقض باشند مشکل پیش می آورند. هوش مصنوعی در جاهایی که داده ها ناقص باشند یا با یکدیگر متناقض باشند بهتر از روش آماری عمل میکند. از طرف دیگر روش های هوش مصنوعی برای طبقه بندی، خوشه بندی و بهینه سازی و تصمیم گیری در مقایسه با روش های آماری بهتر عمل میکند. همچنین روش هوش مصنوعی در مقایسه با روش های آماری حساسیت کمتری نسبت به تنظیم پارامترها دارند و ساختار آن انعطاف پذیرتر هستند.

پیش بینی رفتار دشمن

با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین، سیستم های هوش مصنوعی قادر به پیش بینی حرکات و استراتژی های دشمن بر اساس داده های تاریخی و الگوهای رفتاری هستند. عجیب نیست که تحرکات دشمن را با هوش مصنوعی رصد کنیم. زیرا اگر هوش مصنوعی می تواند در شطرنج بسیاری از بزرگان را شکست دهد، در دنیای نبرد هم می تواند برنامه های دشمن را پیش بینی کند

ربات ها و پهپادها

ربات های جنگی

ربات های مجهز به هوش مصنوعی می توانند در شرایط خطرناک و پیچیده میدان نبرد به جای سربازان عمل کنند. این ربات ها می توانند وظایفی مانند شناسایی مین ها، حملات دقیق و تخریب زیرساخت های دشمن را انجام دهند. ربات های جنگی که به طور خودکار عمل می کنند، می توانند در میدان نبرد به شناسایی و هدف گیری دشمنان بپردازند. این ربات ها با استفاده از الگوریتم های پیشرفته، قادر به تحلیل داده ها و اتخاذ تصمیمات سریع هستند. به عنوان مثال، برخی از این ربات ها می توانند در شرایط سخت و خطرناک به جای سربازان عمل کنند و خطرات را کاهش دهند. باز هم باید به این نکته توجه کنیم که نیازی نیست ربات ها شبیه سربازان باشند که اسلحه دست بگیرند. (شبیه پوستر این پست که با هوش مصنوعی ایدیوگرام ساخته شده است) بسیاری از ماشین آلات جنگی و تخریبی با هوش مصنوعی عمل می کنند. سیستم های رباتیک با استفاده از هوش مصنوعی قادر به انجام وظایف پیچیده و همکاری با انسان ها هستند. (قنبری تلوکی، ۱۳۹۴).

پهپادهای هوشمند

پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی قادر به انجام مأموریت های جاسوسی، شناسایی و حتی حملات دقیق هوایی هستند. این پهپادها می توانند به طور خودکار و بدون نیاز به کنترل انسانی مأموریت های خود را انجام دهند. پهپادها که تا همین چندسال پیش توسط خلبان هایی در یک اتاق کنترل هدایت می شدند، حالا می توانند خودشان بدون نیاز به خلبان پرواز کنند، عملیات انجام دهند و فرود آیند. پهپادها به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در جنگ های مدرن، با استفاده از هوش مصنوعی می توانند مأموریت های شناسایی و حمله را انجام دهند. این پهپادها قادر به جمع آوری و تحلیل داده ها در زمان واقعی هستند.

سیستم های دفاعی و امنیت سایبری

دفاع سایبری

امروزه دنیا، دنیای جنگ های سایبری است. سیستم های هوش مصنوعی می توانند حملات سایبری را در زمان واقعی شناسایی و دفع کنند. این سیستم ها با تحلیل الگوهای ترافیک شبکه و شناسایی رفتارهای مشکوک، از زیرساخت های حیاتی نظامی محافظت می کنند.

سیستم های دفاعی پیشرفته

هوش مصنوعی می تواند در توسعه سیستم های دفاعی موشکی و ضد هوایی نقش موثری ایفا کند. این سیستم ها قادرند با سرعت و دقت بیشتری نسبت به تهدیدات پاسخ دهند و از مناطق حساس محافظت کنند.

چالش‌ها و نگرانی‌ها از هوش مصنوعی در جنگ‌ها

اخلاقیات و قوانین بین‌المللی

تصمیم‌گیری خودکار

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در استفاده از هوش مصنوعی در جنگ‌ها، موضوع تصمیم‌گیری خودکار است. پرسش‌های اخلاقی مانند اینکه چه کسی مسئول تصمیمات گرفته شده توسط یک سیستم خودمختار است و چگونه می‌توان از بروز خطاهای مرگبار جلوگیری کرد، بسیار مهم هستند. فیلم‌های زیادی شاید با این مضمون ساخته شده باشد

تبعیت از قوانین بین‌المللی

استفاده از هوش مصنوعی در جنگ‌ها باید مطابق با قوانین بین‌المللی و حقوق بشردوستانه باشد. تضمین اینکه سیستم‌های خودمختار حقوق بشر را نقض نمی‌کنند، چالشی اساسی است

خطرات امنیتی

حملات سایبری

سیستم‌های هوش مصنوعی خود می‌توانند هدف حملات سایبری قرار گیرند. نفوذ به این سیستم‌ها می‌تواند منجر به دسترسی دشمن به اطلاعات حساس و استراتژیک شود.

جنگ الکترونیک

هوش مصنوعی می‌تواند در جنگ‌های الکترونیک نیز نقش داشته باشد. اما این تکنولوژی همچنین می‌تواند مورد استفاده دشمنان قرار گیرد و تهدیدات جدیدی ایجاد کند.

عدم کنترل و نظارت بین‌المللی

نبود یک سیستم نظارتی و کنترل بین‌المللی موثر بر توسعه و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در نظامی، می‌تواند منجر به سوء استفاده و بروز جنگ‌های غیرقابل کنترل شود.

نتیجه‌گیری

جذابیت اصلی هوش مصنوعی برای نیروهای نظامی، توانایی آن در شناسایی سریع الگوها و شناسایی موارد پنهان در گنجینه‌های داده بسیار بزرگ خواهد بود. هوش مصنوعی شناسایی، بومی‌سازی و شناسایی اشیاء را در سراسر فضای نبرد بسیار آسان‌تر می‌کند. پنهان شدن به طور فزاینده‌ای دشوار خواهد شد. با این حال، فناوری هوش مصنوعی معاصر دارای مشکلات ذاتی است. شکننده است، زیرا می‌تواند فقط در زمینه‌ای که برای آن آموزش دیده است عمل کند. قادر به انتقال دانش به دست آمده در یک کار به کار دیگر نیست و به داده‌ها وابسته است. بر این اساس، هوش مصنوعی زمانی که در موقعیت‌های دنیای واقعی استفاده می‌شود، باید با انسان‌ها همکاری کند. سپس نقاط قوت هوش مصنوعی می‌تواند نقاط ضعف در شناخت انسان را خنثی کند و بالعکس. توانایی‌های «یافتن» هوش مصنوعی سطح جدیدی از استقلال را برای سیستم‌های تلفن همراه فراهم می‌کند، زیرا هوش مصنوعی می‌تواند محیط اطراف خود را برای تشخیص داده‌های عملیاتی مهم تجزیه و تحلیل کند. این بدان معناست که وظایف «پیدا کردن و فریب دادن» را می‌توان با استفاده از سیستم‌های متحرک و در حالت استراحت و مجهز به هوش مصنوعی با سطوح مختلف استقلال انجام داد. هوش مصنوعی می‌تواند حسگرهای پیشرفته جنگی، سیستم‌های کشتار جنبشی و غیر جنبشی بهبود یافته، تکنیک‌های فریب قانع‌کننده‌تر و طیف گسترده‌ای از راه‌ها را برای گیج کردن به جنگ مدرن بیاورد. در این مورد، بسیار مهم است که به یاد داشته باشیم که هوش مصنوعی فناوری‌های دیگر را زنده می‌کند. هوش مصنوعی یک بازیگر مستقل نیست، بلکه در ترکیب با بسیاری از فناوری‌های دیجیتال دیگر کار می‌کند و شکلی از شناخت را برای این فناوری‌ها فراهم می‌کند. میتوان در مورد نقش مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی گفت که نیروهای متخاصم که توسط هوش مصنوعی موقعیت جغرافیایی دارند، می‌توانند پس از تأیید فرماندهان انسانی، با استفاده از آتش غیرمستقیم از جمله اسلحه‌های دوربرد، موشک‌ها یا پهپادهای تهاجمی به سرعت درگیر شوند. چنین رویکردی می‌تواند اهداف نزدیک یا عمیق را درگیر کند، مسائل کلیدی داده‌های مربوط به اهداف و در دسترس بودن قدرت آتش برد مناسب است. یک قلمرو دفاع شده می‌تواند به سرعت به یک منطقه ممنوعه تبدیل شود. مهندسی رزمی با رویکرد هوش مصنوعی یک اتفاق و مطلب مهم درمانیت هر کشور است به گونه‌ای که چندین کشور در حال حاضر در حال آزمایش تجهیزات جدید مجهز به هوش مصنوعی در سناریوهای چالش برانگیز میدان نبرد و تمرینات واقع‌بینانه هستند. از آنجایی که نیروهای نظامی معمولاً زمان قابل توجهی برای تغییر جهت نیاز دارند، هیچ زمانی مانند زمان حال برای شروع سفر به آینده‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی وجود ندارد.

منابع

۱. قنبری تلوکی، آ. و همکاران، بررسی کاربرد علم رباتیک و هوش مصنوعی در مسائل نظامی، دومین کنفرانس ملی توسعه علوم مهندسی، ۱۳۹۴.
۲. Office of the Secretary of Defense, Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China (Washington DC: Office of the Secretary of Defense, ۲۰۲۰), ۱۶. <https://media.defense.gov/۲۰۲۰/Sep/۰۱/۲۰۰۲۴۸۸۶۸۹/-۱/۱/۲۰۲۰-DOD-CHINA-MILITARY-POWER-REPORT-FINAL.PDF>
۳. Peter Layton, Algorithmic Warfare: Applying Artificial Intelligence to Warfighting, (Canberra: Air Power Development Centre, ۲۶ March ۲۰۱۸), ۲۴-۳۰. <https://airpower.airforce.gov.au/Publications/Algorithmic-Warfare-Applying-Artificial-Intelligen>
۴. MacFarland, Non-Linear Operations: A New Doctrine for a New Era (Fort Leavenworth: School of Advanced Military Studies, ۱۹۹۴), ۱۲. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u۲/a۲۸۴۱۳۷.pdf>
۵. Jon R. Lindsay, Information Technology and Military Power (Cornell University Press, ۲۰۲۰).
۶. Shane Shaneman, 'The AI Stack: A Blueprint for Developing & Deploying AI', National Defense Industrial Association SO/LIC Symposium ۲۰۱۹, ۳ February ۲۰۱۹, Slide ۶. <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/۲۰۱۹/solic/Shaneman.pdf>
۷. This listing is derived from: MMC Ventures, The AI Playbook: The Step-by-Step Guide to Taking Advantage of AI in Your Business (London: Barclays UK (BUK) Ventures, ۲۰۱۹), ۱۶. <https://www.ai-playbook.com/>
۸. Robert Work quoted in Kimberly Underwood, 'A Lack of Major Movement Toward HumanMachine Teaming', Signal, ۲ September ۲۰۲۰. <https://www.afcea.org/content/lack-majormovement-toward-human-machine-team>
۹. Muthukrishnan, N., et al., Brief history of artificial intelligencz Neuroimaging Clinics, vol. ۳۰, no. ۴, pp. ۳۹۳-۳۹۹, ۲۰۲۰.
۱۰. U.S. Army Research Laboratory, Internet of Battlefield Things (Durham: U.S. Army Research Laboratory, ۲۰۲۰). <https://www.arl.army.mil/business/collaborative-alliances/current-cras/iobtcra/>
۱۱. David S. Fadok, 'John Boyd and John Warden: Airpower's Quest for Strategic Paralysis', in The Paths of Heaven: The Evolution of Airpower Theory, ed. Phillip S. Meilinger (USAF Maxwell Air Force Base: Air University Press, ۱۹۹۷), ۳۶۴-۳۶۸.
۱۲. Farin Afarz magazine, Lauren Kahn Agu, ۲۰۲۳.