

کاربرد هوش مصنوعی در صنایع نظامی با رویکرد گلوله های هوشمند

میلاد روزیان

تیپ ۳۹۲ زرهی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران

مرتضی رضوانی

تیپ ۳۹۲ زرهی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران

میثم کاره وند

تیپ ۳۹۲ زرهی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران

چکیده

در چند دهه اخیر، هوش مصنوعی^۱ به یکی از ارکان اصلی توسعه فناوری های نظامی تبدیل شده است و گلوله های هوشمند^۲ یکی از مهم ترین کاربردهای این فناوری هستند. این گلوله ها با استفاده از الگوریتم های پیشرفته هوش مصنوعی قادر به هدف گیری دقیق تر، تصحیح مسیر خود در حین پرواز و واکنش به تغییرات محیطی می باشند. در ارتش های مدرن، گلوله های هوشمند همچون "Excalibur" و "JSOW" با بهره گیری از فناوری های پیشرفته هدایت، به بهبود دقت و اثربخشی عملیات های نظامی کمک می کنند.

آینده هوش مصنوعی در این حوزه نویدبخش تغییرات عمده ای است. الگوریتم های خودآموز و تطبیق پذیر، دقت بالاتر در هدف گیری و کاهش آسیب های جانبی از جمله مزایای احتمالی خواهند بود. با این حال، چالش هایی از قبیل مسائل اخلاقی و مقرراتی نیز وجود دارند که باید به دقت مدیریت شوند. پیشرفت های آینده در این زمینه ممکن است شامل قابلیت های جدید در یادگیری از تجربیات، سازگاری با شرایط متغیر و بهبود تعامل با سیستم های نظارتی و فرماندهی باشد. به طور کلی، هوش مصنوعی به طور چشمگیری می تواند به تحول گلوله های هوشمند و بهبود کارایی و دقت آنها در میدان های نبرد کمک کند.

کلمات کلیدی: هدایت خودکار و تصحیح مسیر، شناسایی هدف، پیش بینی رفتار هدف و بهینه سازی استراتژی.

¹ Artificial intelligence

² Smart Munitions

مقدمه

گلوله‌های هوشمند نوعی از سلاح‌های دقیق هدایت‌شونده هستند که به منظور افزایش دقت در هدف‌گیری و کاهش آسیب‌های جانبی در میدان‌های نبرد طراحی شده‌اند. این گلوله‌ها از فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند سیستم‌های هدایت "GPS"^۱، "INS"^۲ (سیستم ناوبری اینرسی)، و اخیراً هوش مصنوعی بهره می‌برند. با استفاده از این فناوری‌ها، گلوله‌های هوشمند می‌توانند پس از شلیک، مسیر خود را در طول پرواز تصحیح کنند و با دقت بیشتری به هدف‌های مورد نظر اصابت کنند.

توسعه این نوع سلاح‌ها ابتدا در دهه ۱۹۹۰ آغاز شد و از آن زمان تاکنون به طور گسترده‌ای در ارتش‌های مدرن برای بهبود دقت و کاهش تلفات غیرنظامیان به کار گرفته شده‌اند. به عنوان مثال، سیستم گلوله‌های "Excalibur" که توسط ارتش ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گیرد، یکی از اولین نمونه‌های موفق گلوله‌های هوشمند است که دقت بالایی در هدف‌گیری از فواصل دور نشان داده است.^۳ (نیوبری، ۱۹۸۷)

گلوله‌های هوشمند نه تنها باعث افزایش دقت در هدف‌گیری می‌شوند، بلکه به ارتش‌ها این امکان را می‌دهند که با کاهش تعداد گلوله‌های شلیک شده، هزینه‌های عملیاتی را نیز کاهش دهند. در نتیجه، این فناوری به سرعت در حال تبدیل شدن به یکی از بخش‌های کلیدی در استراتژی‌های نظامی مدرن است.

¹ Global Positioning System

² Inertial navigation system

³ Newbery, A. R. 1987

مفهوم گلوله های هوشمند

مفهوم گلوله های هوشمند به نوعی از مهمات اطلاق می شود که دارای سیستم های هدایت و سنسورهای پیشرفته ای هستند که به آنها اجازه می دهد به طور خودکار هدف گیری کنند و به اهداف متحرک و ثابت دقت بیشتری داشته باشند. این گلوله ها با استفاده از تکنولوژی های پیشرفته می توانند مسیر پرواز خود را تنظیم کنند و احتمال آسیب به غیرنظامیان را کاهش دهند. (هافمن^۱، ۲۰۱۴)

تاریخچه گلوله های هوشمند

تاریخچه گلوله های هوشمند به پیشرفت های مختلف در زمینه فناوری تسلیحات و تکنولوژی های هدایت کننده برمی گردد. این تاریخچه شامل مراحل ابتدایی توسعه، نوآوری های کلیدی و کاربردهای مدرن این فناوری ها است.

۱- مراحل ابتدایی و توسعه اولیه

توسعه گلوله های هوشمند به دوران پس از جنگ جهانی دوم برمی گردد، زمانی که محققان و مهندسان در تلاش بودند تا فناوری های پیشرفته تری برای افزایش دقت تسلیحات ایجاد کنند. در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، با پیشرفت های اولیه در فناوری های راداری و حسگرها، مفهوم هدایت گلوله ها شروع به شکل گیری کرد. این دوره شامل آزمایش های اولیه با گلوله های هدایت شونده بود که در آنها از سیستم های ابتدایی هدایت، مانند سیستم های راداری و لیزری، برای هدایت گلوله ها استفاده می شد. (ماهاجان و متغره^۲، ۲۰۱۰)

۲- نوآوری های کلیدی و پیشرفت ها

در دهه های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، با پیشرفت های فناوری های الکترونیکی و رایانه ای، امکان طراحی و تولید گلوله های هوشمند پیچیده تر فراهم شد. در این دوران، گلوله های هدایت شونده با استفاده از سیستم های داخلی حسگرها و الگوریتم های ابتدایی هدایت، که شامل

¹ Hoffman, 2014

² Mahajan & Motghare, 2010

حسگرهای لیزری و دوربین‌های تصویربرداری بودند، به طور جدی توسعه یافتند. یکی از نمونه‌های بارز این دوره، گلوله‌های هدایت‌شونده "خطای هدف"^۱ بودند که در آن‌ها از فناوری‌های هدایت لیزری برای تصحیح مسیر استفاده می‌شد.

۳- مدرن‌سازی و کاربردهای امروزی

با ورود به قرن بیست و یکم، پیشرفت‌های چشمگیری در فناوری‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، و حسگرهای پیشرفته موجب تحولاتی در گلوله‌های هوشمند شد. این گلوله‌ها اکنون می‌توانند با استفاده از حسگرهای پیشرفته و الگوریتم‌های پیچیده، به‌طور خودکار مسیر خود را بهینه کرده و با دقت بسیار بالا به اهداف متحرک و پیچیده دست یابند. این پیشرفت‌ها موجب افزایش دقت و کاهش آسیب‌های جانبی شده است. در حال حاضر، گلوله‌های هوشمند در بسیاری از سیستم‌های تسلیحاتی مدرن، از جمله سیستم‌های دفاعی و هجومی، به‌کار گرفته می‌شوند. (لیو دی دابلیو و همکاران^۲، ۲۰۲۱)

کاربرد های هوش مصنوعی در گلوله های هوشمند

کاربرد هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند به طور قابل توجهی بهبود یافته و به دقت و کارایی این تسلیحات پیشرفته افزوده است. این فناوری‌ها به گلوله‌های هوشمند امکان می‌دهند که با استفاده از الگوریتم‌های پیچیده و داده‌های حسگرها، به‌طور خودکار مسیر خود را تنظیم کرده و اهداف را با دقت بیشتری شناسایی و دنبال کنند. در ادامه، به برخی از کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند می‌پردازیم:

۱- هدایت خودکار و تصحیح مسیر

یکی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند، هدایت خودکار و تصحیح مسیر است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و بینایی کامپیوتری به این گلوله‌ها این امکان را می‌دهند که در حین پرواز مسیر خود را به‌طور خودکار تنظیم کنند. با استفاده از حسگرهای داخلی مانند دوربین‌های تصویربرداری و رادار، گلوله‌های هوشمند می‌توانند موقعیت و سرعت هدف را به‌طور پیوسته بررسی کرده و مسیر خود را بهینه کنند. این ویژگی به‌ویژه در شرایط پیچیده و متغیر میدان نبرد که اهداف ممکن است در حال حرکت باشند، بسیار مفید است.

۲- تشخیص و شناسایی هدف

هوش مصنوعی به گلوله‌های هوشمند کمک می‌کند تا اهداف را با دقت بیشتری شناسایی کنند. سیستم‌های شناسایی هدف مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با استفاده از الگوریتم‌های تحلیل تصویر و پردازش داده‌های حسگر، اهداف را از پس‌زمینه جدا کنند و حتی اهداف مشابه یا مشابه را تفکیک کنند. این قابلیت به کاهش خطاهای هدف‌گیری و افزایش دقت در اصابت به هدف کمک

¹ Guided Projectile

² Liu, D. W. et al. 2021

می‌کند. برای مثال، الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌توانند ویژگی‌های خاص اهداف را شناسایی کنند و گلوله را به سمت هدف درست هدایت کنند.

۳- پیش‌بینی رفتار هدف و بهینه‌سازی استراتژی

هوش مصنوعی می‌تواند به پیش‌بینی رفتارهای هدف و بهینه‌سازی استراتژی گلوله‌های هوشمند کمک کند. با تحلیل داده‌های گذشته و شبیه‌سازی‌های پیشرفته، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند الگوهای حرکت و تغییرات احتمالی اهداف را پیش‌بینی کنند. این اطلاعات به سیستم‌های هدایت گلوله‌ها این امکان را می‌دهد که استراتژی‌های پیشرفته‌تری برای برخورد با اهداف متحرک و پیچیده پیاده‌سازی کنند. به عنوان مثال، اگر هدف به سمت چپ منحرف شود، گلوله هوشمند می‌تواند مسیر خود را به‌طور دینامیک تنظیم کند تا به هدف برخورد کند. (آبایموف و مارتلینی^۱، ۲۰۲۰)

برخی از الگوریتم‌های به کار رفته در گلوله‌های هوشمند

۱- الگوریتم‌های هدایت خودکار^۲

الگوریتم‌های هدایت خودکار، تکنیک‌هایی هستند که برای هدایت گلوله‌ها به سمت هدف با استفاده از داده‌های حسگر و الگوریتم‌های پیشرفته طراحی شده‌اند. این الگوریتم‌ها می‌توانند به‌طور خودکار مسیر گلوله را تنظیم کرده و خطاهای هدف‌گیری را تصحیح کنند. برخی از این الگوریتم‌ها شامل:

¹ Abaimov & Martellini , 2020

² Automatic Guidance Algorithms

- الگوریتم‌های دنبال کننده هدف^۱: این الگوریتم‌ها با استفاده از داده‌های حسگر، موقعیت و حرکت هدف را شناسایی و پیش‌بینی می‌کنند. الگوریتم‌های پیگیری هدف مانند "Kalman Filter" به‌طور گسترده‌ای برای این منظور استفاده می‌شوند تا موقعیت هدف را در زمان واقعی پیش‌بینی کنند و مسیر گلوله را مطابق با آن تنظیم کنند. (کیم و بنگ^۲، ۲۰۱۸)
- الگوریتم‌های هدایت به‌وسیله بازخورد^۳: این الگوریتم‌ها از سیگنال‌های بازخورد برای تنظیم مسیر گلوله استفاده می‌کنند. الگوریتم‌هایی مانند PID^۴ کنترل، که به‌طور معمول در سیستم‌های کنترل خودکار استفاده می‌شود، می‌توانند تغییرات در موقعیت هدف را شناسایی کرده و تغییرات لازم را در مسیر گلوله اعمال کنند. (اریکاتلا و قاهوق^۵، ۲۰۱۲)

۲- الگوریتم‌های تصحیح مسیر^۶

- الگوریتم‌های تصحیح مسیر به گلوله‌های هوشمند این امکان را می‌دهند که مسیر خود را در حین پرواز به‌طور پیوسته تنظیم کنند تا به هدف برسند. این الگوریتم‌ها به تصحیح خطاهای ناشی از تغییرات در موقعیت یا حرکت هدف کمک می‌کنند. برخی از الگوریتم‌های تصحیح مسیر عبارتند از:
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر^۷: این الگوریتم‌ها به‌طور مداوم مسیر گلوله را بهینه‌سازی می‌کنند تا به کمترین خطا در هدف‌گیری دست یابند. الگوریتم‌هایی مانند الگوریتم‌های برنامه‌ریزی مسیر مانند A*^۸ و Dijkstra^۹، می‌توانند برای محاسبه مسیر بهینه گلوله استفاده شوند.
 - الگوریتم‌های تصحیح موقعیت^{۱۰}: این الگوریتم‌ها برای تصحیح موقعیت گلوله به‌صورت لحظه‌ای طراحی شده‌اند. الگوریتم‌هایی مانند الگوریتم‌های پیش‌بینی و تطبیق^{۱۱} می‌توانند برای پیش‌بینی و تصحیح موقعیت گلوله در برابر تغییرات محیطی و حرکت هدف استفاده شوند.

¹ Target Tracking Algorithms

² Kim, & Bang, 2018

³ Feedback Guidance Algorithms

⁴ Proportional-Integral-Derivative

⁵ Arikatla & Qahouq, 2012

⁶ Path Correction Algorithms

⁷ Path Optimization Algorithms

⁸ الگوریتم A* (تلفظ آن، A Star است)، الگوریتمی است که به‌طور گسترده برای مسیریابی (Pathfinding) و پیمایش گراف (Graph Traversal) مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیمایش گراف، فرایند پیدا کردن مسیر بین نقاط گوناگونی است که به آن‌ها گره (Node) گفته می‌شود.

⁹ الگوریتمی برای پیدا کردن کوتاهترین مسیر بین گره مبدا و دیگر گره‌ها در یک گراف است که البته از آن برای پیدا کردن کوتاهترین مسیر بین دو گره هم استفاده می‌شود.

¹⁰ Position Correction Algorithms

¹¹ Prediction and Correction

مثال‌های عملی و فناوری‌های مرتبط

- **Kalman Filter**: یکی از الگوریتم‌های پیشرفته برای پیگیری و تصحیح موقعیت هدف است. این الگوریتم به‌ویژه در سیستم‌های هدایت خودکار و تصحیح مسیر برای گلوله‌های هوشمند کاربرد دارد و به‌طور مؤثری خطاهای پیش‌بینی را کاهش می‌دهد.
 - **PID Control**: این الگوریتم کنترل که از اصول تناسبی، انتگرالی و مشتق‌گیری استفاده می‌کند، به‌طور گسترده در سیستم‌های کنترل و هدایت خودکار برای تصحیح مسیر گلوله‌ها استفاده می‌شود.
 - **MPC¹**: این تکنیک پیشرفته در الگوریتم‌های هدایت خودکار به کار می‌رود و به‌طور مداوم مدل‌های پیش‌بینی را برای بهینه‌سازی مسیر گلوله استفاده می‌کند.
- این الگوریتم‌ها با استفاده از داده‌های حسگر و تحلیل‌های پیچیده، به گلوله‌های هوشمند این امکان را می‌دهند که به‌طور خودکار مسیر خود را بهینه کرده و به هدف‌های متحرک و پیچیده با دقت بیشتری برخورد کنند.

الگوریتم‌های شناسایی هدف گلوله‌های هوشمند

الگوریتم‌های شناسایی هدف در گلوله‌های هوشمند به‌طور اساسی برای افزایش دقت و کارایی این تسلیحات طراحی شده‌اند. این الگوریتم‌ها با استفاده از داده‌های حسگر و پردازش تصویر، قادر به شناسایی و تفکیک اهداف از پس‌زمینه و اشیاء غیرمربوط هستند. برخی از الگوریتم‌های کلیدی در شناسایی هدف عبارت‌اند از:

۱- الگوریتم‌های پردازش تصویر و بینایی کامپیوتری

- این الگوریتم‌ها به‌طور گسترده‌ای برای شناسایی و تحلیل تصاویر هدف استفاده می‌شوند. الگوریتم‌های پردازش تصویر می‌توانند ویژگی‌های مختلف هدف را استخراج کرده و با استفاده از این ویژگی‌ها، هدف را شناسایی کنند.
- الگوریتم‌های تشخیص شیء^۲: این الگوریتم‌ها برای شناسایی و مکان‌یابی اهداف در تصاویر استفاده می‌شوند. یکی از معروف‌ترین الگوریتم‌های تشخیص شیء، "YOLO"^۳ است که توانایی شناسایی اهداف در زمان واقعی را دارد. (ردمون^۴، ۲۰۱۶)

۲- الگوریتم‌های یادگیری عمیق^۵

یادگیری عمیق با استفاده از شبکه‌های عصبی پیچیده، به شناسایی دقیق و بهبود عملکرد سیستم‌های شناسایی هدف کمک می‌کند.

¹ Model Predictive Control

² Object Detection Algorithms

³ You Only Look Once

⁴ Redmon, 2016

⁵ Deep Learning Algorithms

• شبکه‌های عصبی کانولوشن^۱: این شبکه‌ها برای تحلیل و شناسایی ویژگی‌های پیچیده در تصاویر استفاده می‌شوند. یکی از الگوریتم‌های مشهور کانولوشن، "Faster R-CNN"^۲ است که برای شناسایی سریع و دقیق اهداف طراحی شده است. (رن^۳، ۲۰۱۵)

۳- الگوریتم‌های یادگیری تقویتی^۴

یادگیری تقویتی برای بهبود تصمیم‌گیری و استراتژی‌های شناسایی هدف استفاده می‌شود. این الگوریتم‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی مسیر گلوله و تعامل با محیط کمک کنند.

الگوریتم‌های پیش‌بینی رفتار هدف و بهینه‌سازی استراتژی گلوله‌های هوشمند

الگوریتم‌های پیش‌بینی رفتار هدف و بهینه‌سازی استراتژی در گلوله‌های هوشمند به طراحی و توسعه سیستم‌هایی که قادر به پیش‌بینی حرکت‌های آینده هدف و بهینه‌سازی مسیر گلوله هستند، می‌پردازند. این الگوریتم‌ها به کمک هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند عملکرد و دقت گلوله‌های هوشمند را بهبود بخشند.

۱- الگوریتم‌های پیش‌بینی رفتار هدف

این الگوریتم‌ها به شناسایی و پیش‌بینی حرکات آینده هدف بر اساس داده‌های گذشته و حاضر کمک می‌کنند. پیش‌بینی دقیق رفتار هدف به گلوله‌های هوشمند این امکان را می‌دهد که مسیر خود را به‌طور مؤثرتر تنظیم کنند و به اهداف متحرک برخورد کنند.

• فیلتر کالمن^۵: یکی از الگوریتم‌های معروف برای پیش‌بینی حرکت هدف و تصحیح خطاهای پیش‌بینی است. فیلتر کالمن می‌تواند به‌طور پیوسته موقعیت و سرعت هدف را با توجه به داده‌های اندازه‌گیری شده پیش‌بینی و به‌روزرسانی کند.

• الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی^۶: الگوریتم‌هایی مانند "RNNs" و "LSTM"^۷ شبکه‌ها می‌توانند برای پیش‌بینی رفتار هدف بر اساس داده‌های زمانی استفاده شوند.

۲- الگوریتم‌های بهینه‌سازی استراتژی

^۱ Convolutional Neural Networks - CNNs

^۲ Fast R-CNN با استفاده از یک شبکه عصبی واحد برای استخراج ویژگی‌ها از کل تصویر و اجرای همزمان فرآیند استخراج ویژگی و طبقه‌بندی، سرعت و کارایی بالاتری را فراهم می‌کند.

^۳ Ren, 2015

^۴ Reinforcement Learning Algorithms

^۵ Kalman Filter

^۶ Machine Learning Algorithms for Prediction

^۷ Long short-term memory (LSTM)، یک شبکه عصبی مصنوعی است که در حوزه‌های موضوعی هوش مصنوعی و یادگیری عمیق به کار گرفته می‌شود. برخلاف شبکه عصبی پیش‌خور LSTM، دارای اتصالات بازخوردی است.

این الگوریتم‌ها به انتخاب و بهینه‌سازی استراتژی‌های بهینه برای هدایت گلوله‌ها به سمت هدف کمک می‌کنند. بهینه‌سازی استراتژی شامل انتخاب بهترین مسیر و تنظیمات برای برخورد با هدف است.

- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مبتنی بر مدل^۱: الگوریتم‌هایی مانند "DP²" و "MPC" برای بهینه‌سازی مسیر گلوله‌ها و انتخاب استراتژی‌های بهینه استفاده می‌شوند.
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی تکاملی^۴: الگوریتم‌هایی مانند "GA⁵" و "PSO^۶" می‌توانند برای یافتن استراتژی‌های بهینه برای هدایت گلوله‌ها به کار روند.

مزایا و چالشهای استفاده از هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند:

استفاده از هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند مزایا و چالش‌های زیادی دارد، در ادامه به برخی از آن‌ها می‌پردازیم.

مزایا

۱. افزایش دقت هدف‌گیری

مثال: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند "YOLO" برای شناسایی دقیق اهداف متحرک، که منجر به کاهش خطاهای هدف‌گیری می‌شود.

۲. قابلیت شناسایی و دنبال کردن اهداف متحرک

مثال: الگوریتم‌های فیلتر کالمن برای پیگیری دقیق موقعیت هدف‌های متحرک و تنظیم مسیر گلوله به‌طور خودکار.

۳. بهینه‌سازی مسیر و مصرف انرژی

مثال: استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند "MPC" برای تعیین مسیر بهینه گلوله و کاهش مصرف انرژی.

۴. کاهش نیاز به ورودی‌های انسانی

مثال: استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی برای هدایت گلوله‌های خودکار به‌جای نیاز به کنترل دستی انسان.

۵. توانایی تحلیل داده‌های پیچیده

¹ Model-Based Optimization Algorithms

² Dynamic Programming برنامه نویسی پویا که به اختصار به آن DP هم گفته می‌شود، تکنیک الگوریتمی است که برای حل مسائل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. این کار را با شکستن یک مسئله بزرگ به مسائل کوچکتر و ساده‌تر انجام می‌دهد.

^۳ کنترل پیش بین مدل Model Predictive Control

Evolutionary Optimization Algorithms

⁵ الگوریتم‌های ژنتیک (Genetic algorithm) تکنیک جستجو در علم رایانه برای یافتن راه‌حل تقریبی برای بهینه‌سازی مدل، ریاضی و مسائل جستجو است. ^۶ روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات (Particle swarm optimization)، یک روش سراسری بهینه‌سازی است که با استفاده از آن می‌توان با مسائلی که جواب آن‌ها یک نقطه یا سطح در فضای n بعدی می‌باشد، برخورد نمود.

مثال: استفاده از شبکه‌های عصبی پیچیده "CNNs" برای تحلیل تصاویر و شناسایی ویژگی‌های هدف که در تصاویر پیچیده و پر جزئیات وجود دارد.

۶. بهبود پاسخ‌دهی در شرایط پیچیده

مثال: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری تقویتی برای بهبود تصمیم‌گیری و واکنش گلوله در شرایط محیطی متغیر و غیرقابل پیش‌بینی.

چالش‌ها

۱- پیچیدگی و هزینه‌های توسعه

مثال: توسعه و پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیشرفته نیاز به منابع مالی و فنی زیادی دارد، که می‌تواند به بالا رفتن هزینه‌های تولید منجر شود.

۲- امنیت و آسیب‌پذیری

مثال: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در معرض حملات سایبری و دستکاری قرار گیرند، که می‌تواند عملکرد گلوله‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

۳- محدودیت‌های داده و آموزش

مثال: الگوریتم‌های یادگیری ماشین نیاز به حجم زیادی از داده‌های آموزشی با کیفیت بالا دارند که ممکن است در شرایط جنگی به راحتی در دسترس نباشند.

۴- قابلیت‌های پردازشی و زمان پاسخ

مثال: الگوریتم‌های پیچیده نیاز به پردازش سریع و قدرتمند دارند، که می‌تواند باعث تأخیر در تصمیم‌گیری و عملکرد شود.

۵- مسائل اخلاقی و قوانین

مثال: استفاده از گلوله‌های هوشمند مجهز به هوش مصنوعی ممکن است با مسائل اخلاقی و قانونی مرتبط با استفاده از سلاح‌های خودکار مواجه شود.

۶- دستگاه‌های شناسایی هدف و تقلب

مثال: ممکن است الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادر به شناسایی صحیح اهداف نباشند و با مشکلاتی مانند شناسایی نادرست یا تقلب مواجه شوند.

نمونه های عملیاتی کاربرد هوش مصنوعی در گلوله های هوشمند را در ارتش های مدرن

هوش مصنوعی به طور فزاینده ای در طراحی و عملکرد گلوله های هوشمند مورد استفاده قرار می گیرد تا دقت، کارایی و اثربخشی این سلاح ها را بهبود بخشد. در زیر به برخی از نمونه های عملیاتی برجسته از کاربرد هوش مصنوعی در گلوله های هوشمند در ارتش های مدرن می پردازیم:

۱- گلوله های هوشمند "Excalibur"

یک نوع گلوله توپخانه ای دقیق هدایت شونده است که توسط شرکت "Raytheon"^۱ ساخته شده و توسط ارتش ایالات متحده و دیگر ارتش های جهانی استفاده می شود. این گلوله های هوشمند مجهز به فناوری های "GPS" و "INS" هستند و می توانند با دقت بسیار بالا به اهداف خود اصابت کنند.

- سیستم های هدایت پیشرفته: از الگوریتم های هوش مصنوعی برای تصحیح مسیر در طول پرواز استفاده می کند، تا به دقت بالاتری در هدف گیری برسد.
- پیش بینی رفتار هدف: استفاده از داده های محیطی برای پیش بینی و تصحیح مسیر در مواجهه با تغییرات شرایط جوی و محیطی.

۲- موشک های "JSOW"

موشک های "JSOW" یک نوع سلاح دقیق هدایت شونده هستند که توسط نیروی دریایی ایالات متحده و سایر نیروهای نظامی استفاده می شوند. این موشک ها از تکنولوژی های پیشرفته برای هدایت و هدف گیری استفاده می کنند.

- الگوریتم های پیشرفته هدف گیری: استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده از سنسورها و تطبیق آن ها با اهداف.
- تشخیص هدف های متحرک: استفاده از فناوری های تشخیص هدف برای شناسایی و هدف گیری بهینه اهداف متحرک.

۳- گلوله های هوشمند "KEPD 350"

یک گلوله هدایت شونده دقیق است که توسط شرکت Saab تولید می شود. این گلوله به طور خاص برای عملیات های ضد باند و دقیق طراحی شده است و قابلیت نفوذ و تخریب بالا را دارد.

^۱ به معنای شمشیر در سنگ اشاره به یکی از افسانه های بریتانیا دارد.

^۲ ریتیان یکی از بزرگ ترین تولیدکنندگان تجهیزات نظامی ایالات متحده آمریکا و بزرگ ترین تولیدکننده موشک های هدایت شونده در جهان بود. در سال ۲۰۲۰ ریتیان با یونایتد تکنالوجیز ادغام شد تا ریتیان تکنالوجیز را شکل دهد.

^۳ AGM-154 Joint Standoff Weapon

- سیستم‌های هدایت پیشرفته: استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی برای تصحیح مسیر و بهبود دقت در پرواز.
- داده‌های محیطی: استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در حین پرواز برای تطبیق مسیر با شرایط محیطی و جوی.

۴- گلوله‌های هوشمند "Broadword"

یکی از انواع گلوله‌های هوشمند است که برای هدف‌گیری دقیق و هدایت شده طراحی شده است. این گلوله‌ها به طور خاص برای عملیات‌های نظامی و امنیتی به کار می‌روند.

- تشخیص هدف: استفاده از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی برای شناسایی و تشخیص اهداف بر اساس ویژگی‌های آن‌ها.
- تصحیح مسیر: بهبود دقت هدف‌گیری با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تصحیح مسیر در حین پرواز.

۵- موشک‌های "Hellfire"

موشک‌های "Hellfire" که توسط شرکت "Lockheed Martin²" تولید می‌شوند، به طور گسترده در عملیات‌های نظامی برای هدف‌گیری دقیق و نابود کردن اهداف استفاده می‌شود.

- سیستم‌های هدایت و کنترل: استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای هدایت و کنترل موشک در طول پرواز و پس از شلیک.
- تجزیه و تحلیل داده‌ها: تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها برای شناسایی و هدف‌گیری دقیق اهداف.

۶- موشک‌های "JASSM"

موشک‌های "JASSM" یک نوع موشک‌های دوربرد و دقیق هستند که توسط شرکت "Lockheed Martin" تولید می‌شوند و برای اهداف هوایی و زمینی طراحی شده‌اند.

- پردازش تصویر: استفاده از الگوریتم‌های پردازش تصویر برای شناسایی و هدف‌گیری دقیق اهداف.
- دستگاه‌های خودآموز: سیستم‌های هوش مصنوعی که به صورت خودآموز می‌توانند با شرایط جدید محیطی سازگار شوند و دقت هدف‌گیری را بهبود بخشند.

^۱ به معنای شمشیر با لبه پهن.

^۲ اکهید مارتین (Lockheed Martin) یک شرکت آمریکایی فعال در حوزه هوافضا، نظامی، دفاعی امنیت اطلاعاتی و فناوری است. که از تولیدات آن می‌توان به اف ۱۶ و اف ۳۵ اشاره کرد.

^۳ Joint Air-to-Surface Standoff Missile

نتیجه گیری

در بررسی کاربرد و آینده هوش مصنوعی در گلوله‌های هوشمند، روشن است که این فناوری به طور چشمگیری می‌تواند به تحول و بهبود عملکرد سلاح‌های نظامی منجر شود. گلوله‌های هوشمند با بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی قادر به انجام عملیات‌های دقیق‌تر، هدف‌گیری بهینه و واکنش مؤثرتر به شرایط محیطی هستند. کاربردهای فعلی این فناوری در گلوله‌های هوشمند نظیر "Excalibur" و "JSOW" نشان‌دهنده توانایی‌های بالای این سلاح‌ها در افزایش دقت و کاهش آسیب‌های جانبی است.

با نگاهی به آینده، هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود مستمر این سلاح‌ها کمک کند. قابلیت‌های جدیدی مانند سیستم‌های خودآموز، پیش‌بینی و تصحیح خودکار مسیر، و تعامل هوشمند با سیستم‌های نظارتی و فرماندهی، نویدبخش بهبودهای عمده در کارایی و دقت گلوله‌های هوشمند هستند. با این حال، چالش‌های اخلاقی و مقرراتی مرتبط با استفاده از این فناوری‌ها نیز باید به دقت مورد توجه قرار گیرد تا از استفاده مسئولانه و قانونی آن‌ها اطمینان حاصل شود.

در نهایت، به نظر می‌رسد که هوش مصنوعی نقش اساسی و فزاینده‌ای در آینده گلوله‌های هوشمند ایفا خواهد کرد، و می‌تواند به بهبود قابلیت‌های نظامی و افزایش توانمندی‌های عملیاتی نیروهای مسلح در سرتاسر جهان کمک کند. اما موفقیت در این زمینه نیازمند توجه به جنبه‌های مختلف، از جمله مسائل اخلاقی و قانونی، و پیگیری نوآوری‌های مستمر در تکنولوژی‌های هوش مصنوعی خواهد بود.

منابع

- Newbery, A. R. (1987). Smart weapons: Trends and capabilities. The RUSI Journal, 132(3), 31-36.
- Hoffman, F. G. (2014). "The Future of Warfare: The Impact of Smart Weapons on Warfare.
- Mahajan, C. P., & Motghare, V. C. (2010). Smart munitions. Defence Science Journal, 60(2), 159.
- Liu, D. W., Sun, J., Huang, D. G., Wang, X. Y., Cheng, K., Yang, W. Q., & Ding, J. Y. (2021). Research on development status and technology trend of intelligent autonomous ammunition. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1721, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Abaimov, S., & Martellini, M. (2020). Artificial intelligence in autonomous weapon systems. 21st Century Prometheus: Managing CBRN Safety and Security Affected by Cutting-Edge Technologies, 141-177.
- Kim, Y., & Bang, H. (2018). Introduction to Kalman filter and its applications. Introduction and Implementations of the Kalman Filter, 1, 1-16.
- Arikatla, V., & Qahouq, J. A. (2012). Adaptive digital proportional–integral–derivative controller for power converters. IET power electronics, 5(3), 341-348.
- Redmon, J. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.
- Ren, S. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. arXiv preprint arXiv:1506.01497.

abstract

In the last few decades, artificial intelligence has become one of the main pillars of the development of military technologies, and smart bullets are one of the most important applications of this technology. Using advanced artificial intelligence algorithms, these bullets are able to aim more accurately, correct their path during flight and react to environmental changes. In modern armies, smart bullets such as "Excalibur" and "JSOW" help to improve the accuracy and effectiveness of military operations by using advanced guidance technologies.

The future of artificial intelligence in this field promises major changes. Self-learning and adaptive algorithms, higher accuracy in targeting and reduction of collateral damage will be among the possible benefits. However, there are also challenges such as ethical and regulatory issues that need to be carefully managed. Future developments in this area may include new capabilities in learning from experience, adapting to changing conditions, and improving interaction with command and control systems. Overall, AI can dramatically help evolve smart bullets and improve their effectiveness and accuracy on the battlefield.

Keywords: automatic guidance and path correction, target identification, target behavior prediction and strategy optimization