

# 人工智能技术在未来装备 应用的发展思考

陈海鹏, 郑本昌, 黄 虎

(中国运载火箭技术研究院, 北京 100076)

**摘要:** 加快装备智能化发展是战略发展的需要。为了促进人工智能技术军事应用发展, 梳理了军事人工智能技术应用发展现状, 探讨了军事人工智能技术的发展需求与挑战, 分析给出了军事智能应用关键技术, 并提出了后续发展思考。

**关键词:** 人工智能; 军事应用; 发展思考

中图分类号: E919

文献标志码: A

文章编号: 2096-4080 (2023) 02-0069-06

## Thoughts on the Development of Application of Artificial Intelligence in Future Equipment

CHEN Haipeng, ZHENG Benchang, HUANG Hu

(China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing 100076, China)

**Abstract:** Accelerating the development of intelligent equipment is the need of strategic development. In order to promote the development of military application of artificial intelligence technology, we sort out the development status of military artificial intelligence technology application, discuss the development needs and challenges of military artificial intelligence technology, analyze and give the key technologies of military artificial intelligent application, and put forward follow-up development thinking.

**Key words:** Artificial intelligence; Military application; Development thinking

### 0 引言

党的十九大报告指出, 要“加快军事智能化发展, 提高基于网络信息体系的联合作战能力、全域作战能力, 有效塑造态势、管控危机、遏制战争、打赢战争”。二十大报告中再次明确, “研究掌握信息化、智能化战争特点规律”, 点明了未来军事发展的重点方向, 也就是信息化和智能化, 军事智能技术的应用将成为未来军事装备智能化发展与战争决胜的核心驱动力之一。

### 1 军事人工智能技术发展现状

#### 1.1 各国在国家顶层战略层面坚决推进军事人工智能应用

以 2016 年 AlphaGo 的突破性进展<sup>[1]</sup>为起点, 人工智能技术图像检测识别、语音识别、个性化推荐、自动驾驶、游戏博弈<sup>[2-8]</sup>等民用方向蓬勃发展并落地应用, 也对军事装备智能化发展起到了技术推动作用。智能博弈和智能识别技术在感知认知、智能决策方面的突破性进展, 展现出在军

收稿日期: 2022-12-25; 修订日期: 2023-02-27

基金项目: 国家部委预研项目 (012-004-01)

作者简介: 陈海鹏 (1979-), 男, 硕士, 研究员, 主要研究方向为飞行器总体设计。E-mail: yhzts@163.com

事装备及对抗上的应用潜力,开始受到各方的高度关注<sup>[9-10]</sup>,尤其是以生成式人工智能技术(AI Generated Content, AIGC)为代表的大规模智能模型飞速发展,成为当前人工智能技术研究的最新热点。世界各国高度关注人工智能技术的战略布局,各国纷纷推出国家顶层的人工智能发展战略。近两三年来,在基本完成国家顶层人工智能战略政策布局的情况下,各国在战略政策方面重点转向推进人工智能技术的全面落地实施<sup>[11-12]</sup>。2017年我国印发《新一代人工智能发展规划》,提出了面向2030年新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施,部署构筑人工智能发展的先发优势,加快建设创新型国家和世界科技强国。美国国会、国防部、各军种、战略智库等各机构组织在2021年推出了系列法律、政策和研判报告,从立法推进、确定战略目标、发展原则、组织管理创新、重点关键应用领域、经费投入等方面为人工智能的落地推广尤其是军事应用奠定基础。俄罗斯也效仿美国在国防部内成立人工智能部门,从2022年起在俄罗斯国防部内发挥效力,处理类似俄罗斯国防部高级跨学科研究部门权限的任务。英国瞄准成为全球性的“人工智能超级大国”,提出人工智能10年远景报告和《人工智能路线图》,设定了长期目标。2022年6月15日,英国发布《国防人工智能战略》,推动人工智能在英国国防军事领域发展应用。2021年10月21日,北约30个成员国的国防部长在比利时布鲁塞尔总部举行会议,正式通过北约首个人工智能战略,明确了主要目标和原则。

## 1.2 人工智能基础理论与技术奠定坚实赋能基础

美国重点聚焦可解释人工智能、通用人工智能的理论和方法,计划通过第三代人工智能理论突破推动人工智能发展新高潮。2019年2月,美国国防部DARPA设立SAIL-ON项目旨在研究和开发创建AI系统所需的基础科学原理、通用工程技术和算法,目的是制定科学原则,以量化和表征人工智能系统,并在国防部选定的领域中对这项系统进行演示验证和评估。雷神公司针对DARPA牵头开展的可解释性人工智能研究XAI项目正在开发具有可解释性的人工智能神经网络。美国在智能芯片、智能操作系统和机器学习框架软件方面基础好、发展快,意图构建一套通用的智能基础软硬件生态以获得垄断性优势。在智能

芯片方面,以谷歌、英伟达为代表的公司开发的Cloud TPU、GPU互联结构NVIDIA NVSwitch等产品,代表了世界最强水平,可以轻易应用于军事领域。

## 1.3 人工智能赋能军事装备智能感知发展

当前各国利用人工智能技术加速装备智能化的主要思路是利用智能感知识别、智能规划决策等较为成熟的人工智能技术,将其应用在态势信息处理和装备的目标感知、任务规划、信息链路与协同决策过程中,以提升装备的自主作战效能。

### 1.3.1 提升单装智能化水平

以美国为代表的各国加速实现智能导弹等单体装备及作战运用的智能化水平,以提升面对复杂对抗场景的自主作战能力。对典型案例介绍如下:

#### (1) 美军装备智能化

长距离反舰导弹(LRASM)采用智能化技术,执行不同打击任务,甚至可以在GPS和通信受限的情况下自动选择目标。美国战斧导弹在攻击目标过程中,可自适应目标或任务变化,自主搜索和重新选择攻击目标。美国的“黄蜂”导弹,装有一套先进的探测、控制设备,可实现目标伪装设施的识别以及多任务目标的智能化自主分配,从而达到最大的效费比和命中精度<sup>[13]</sup>。

#### (2) 以色列“海上破坏者”远程导弹<sup>[14]</sup>

该导弹系统具备一个113 kg的弹头,能一次摧毁护卫舰大小的船只,配备先进的红外成像导引头,适合在反介入/区域拒止环境中作战,精确打击射程达300 km。该系统的独特功能包括计算机视觉和人工智能,以及任务规划系统。其数据链支持实时人在回路决策和战术更新、飞行中止和战斗伤害评估,这种人工智能导弹更加适应未来战场中越来越多的GPS拒止和电子对抗环境。

#### (3) 英国海军“强大盾牌”演习<sup>[15]</sup>

英国海军在“兰开斯特”号护卫舰和“飞龙”号驱逐舰上测试了Startle人工智能与Sycoica机器学习应用程序。Startle人工智能系统可减轻船员在指挥室中监控空情图的负担,并能提供实时建议和告警。Sycoica系统在此基础上进行威胁评估分配,确定距离最近的威胁,并提供应对威胁的最佳建议。

### 1.3.2 赋能提升群体作战效能

以美国、以色列、英国为代表的外军在无人

机集群、蜂群等典型空中自主无人装备中开展大量虚、实技术验证,部分装备已在实战中应用,在智能自主协同作战、人机协同作战技术方面取得大量成果。对典型案例介绍如下:

#### (1) DARPA“空战演进”项目<sup>[16]</sup>

DARPA“空战演进”项目完成首次人工智能虚拟二对一混战。“空战演进”项目旨在攻克人机协同空中格斗难题,为空战开发可信任、可扩展、人类水平、人工智能驱动的自主系统。2021年2月,“空战演进”项目算法开发团队使用2架蓝队F-16战斗机与1架红队战斗机,演示了人工智能二对一虚拟交战。这标志着“阿尔法空中格斗”试验后首次人工智能虚拟混战成功完成。

#### (2)“金帐汗国”自主弹药蜂群项目

美空军研究实验室(AFRL)2021年先后完成“金帐汗国”自主弹药蜂群项目两次技术演示。在2月试验中使用一架F-16战斗机投掷了4枚“‘合作式’小直径炸弹”(CSDB),数量较首次飞行试验增加2枚。CSDB即装载了“网络化、合作和自主”(NCA)技术载荷的GBU-39“小直径炸弹”(SDB)。AFRL称,4枚CSDB在试验中建立了通信,识别了突然出现的目标,并根据预设的交战规则对多个目标进行了自主评估和分配,最终以“命中时间同步”模式完成打击。在5月试验中,项目成功完成双机投放合作式弹药组网打击试飞,两架F-16共投放了6枚CSDB,其中一架投放4枚,另一架投放2枚。这些炸弹在空中自组网,更新了打击目标,并实现了同步打击。这6枚炸弹在天上组网,同时与地面站通信。地面站通过无线网络向飞行中的弹群发送最新指令,使弹群重新定向至最高优先级的目标。

#### (3)“天空博格人”(Skyborg)项目

此项目是美空军先锋计划之一,目标是实现有人/无人编队飞行。2021年10月26日,两架MQ-20无人机使用“天空博格人”自主核心系统进行自主编组试飞,在美空军爱德华兹空军基地进行了为期数小时的飞行测试活动。本次飞行试验除了演示传统的导航指挥响应、地理栅栏反应、遵循飞行包线等能力外,着重展示了自主核心系统成熟的能力,在控制两架MQ-20无人机自主飞行的同时,保持数据通信,以确保协调飞行。这是“天空博格人”项目首次进行无人/无人编组飞行试验。美空军认为,“对自主无人编组进行的大型兵力试验活动是向部队交付未来作战能力的必然趋势”,并表示在未来的试

验中将测试有人机与多架由自主核心系统控制的无人机之间编组飞行能力<sup>[17]</sup>。

#### (4)智能无人机蜂群进入实战

2021年5月,以色列成为首个在实战中使用人工智能无人机蜂群的国家。在以色列对加沙的哈马斯组织发动空袭和导弹打击期间,使用了人工智能辅助的无人机蜂群。这些部署在加沙上空的无人机蜂群可相互通信、精确定位目标,甚至能够指挥空袭,主要用于监视火箭弹发射地点,通知以色列空军或地面部队打击这些地点,并协助其他无人机对目标实施攻击。此次无人机实战应用使以色列成为首个整合人工智能技术来指挥无人机蜂群战场作战的国家<sup>[18]</sup>。

2022年2月,俄罗斯对乌克兰发起的“特别军事行动”中,双方大量使用无人机集群,无人机已经成为“明星”,俄乌战争的下半场,已经进入以无人机为主的交锋中。

## 1.4 人工智能提升战场指挥决策技术优势

美军提出“第三次抵消战略”,不断探索新式作战概念,试图利用人工智能技术形成针对竞争对手的新军事优势<sup>[19]</sup>。

面向未来作战概念和样式,美军对马赛克战等新式作战概念持续开展深入研究,马赛克战的概念更加清晰,DARPA和美国空军分别启动了新的项目和开展了马赛克战的演习。围绕联合全域指挥控制作战等实战化需求,美军持续开发人工智能工具,用于辅助作战人员进行战场态势处理、任务规划决策等,通过大量实验和演习验证提升人工智能工具能力,面向未来军事对抗,探索利用人工智能强化推进联合全域指挥控制(JADC2)的能力。

美国在2021年举行了两次“全球信息优势演习”(GIDE)<sup>[20]</sup>,测试利用各种基于人工智能/机器学习的决策辅助工具,提升指挥官的行动能力。这些工具包括雷达整合工具、可以聚合各种传感器甚至社交媒体信息的“信息主宰”工具、可形成虚拟3D战场的“跨指挥协同”工具。

## 2 军事智能技术发展需求与挑战

### 2.1 战争形态演进及军事装备发展对人工智能技术提出了迫切需求

现代战争形态逐步由信息化向智能化演进,战场强对抗、高动态、跨域耦合、多域交织等特

征日趋显著,需要发展更灵活、更自主、更智能的装备来有效应对。

在战场特征方面,面临战争迷雾、信息海量、强干扰对抗等特点,需要运用战场态势快速感知认知、快速准确决策等技术,提升装备的适应性;在作战空间方面,陆/海/空/临/天等物理域和网络/电磁/认知等虚拟域将交叉融合,需要采用智能虚实融合技术,提升装备多域作战能力;在作战样式方面,体系响应时间极大加快,大量新装备应用使得作战链条扁平化、OODA环被压缩,需要充分发挥智能群体自主协同技术优势,实现即时打击、快速变换作战意图和样式,提升装备集群作战效能<sup>[21]</sup>。

## 2.2 应用场景特点对军事智能技术应用提出了特殊挑战

军事领域的人工智能应用场景与民用领域有着较大的不同,军事应用场景的特点也对智能技术的应用带来了特殊挑战。

在决策空间方面,军事对抗场景的状态空间巨大,这不仅在算法层面上对更优颗粒度的战争要素抽象建模提出了挑战,而且对现有人工智能芯片的算力提出了更高的要求;在样本易得性方面,军事对抗场景无论是样本的质量还是样本数量,都远远达不到深度学习、强化学习等主流AI应用要求,造成了智能决策模型在没有样本或者小样本条件下的训练难题;在信息完备性方面,军事对抗场景除了对手态势不完整外,还会存在由于受干扰导致己方信息不完整的情况,例如自身感知自己位置的误差、群体伙伴通信受到干扰导致无法获知信息等问题,这就需要采用其他手段补齐态势信息,满足博弈决策完整的态势输入要求。在环境变化程度上,不同的环境对作战单元的影响,甚至于地形地貌也会产生非常重要的影响。作战场景的千变万化,对于智能体的泛化性带来巨大的挑战。

## 3 军事智能应用关键技术

### 3.1 可解释人工智能理论与方法

装备的试验和使用存在着“高价值、一次性成败”的特点,在影响成败的环节上必须保证100%可信,一个原理机理不是100%可知、理论准确率达不到100%的智能模型,是不能用到探测、制导控制等关键的感知和决策环节的,这将

严重制约人工智能技术在航天装备上的使用。开展基于可解释理论的战场态势智能感知与计量技术研究,探索可解释理论和数据自动提取方法,掌握态势感知的可信机理,突破复杂环境特征规律和感知机制、分布式协作态势智能感知的模糊理论和方法、智能感知模型数据计量等关键技术,构建可解释人工智能基础理论体系,能够为智能装备的智能推理与决策提供可靠的基础保障。

### 3.2 稀疏小子样的智能目标识别技术

在军事领域,样本获取困难等挑战导致数据稀疏问题,现有主流智能目标识别技术无法在小样本上取得良好的使用效果。为突破基于知识和小样本的快速学习与认知理论,需要研究零(少)样本快速学习与认知理论,形成针对零(少)样本机器学习新范式,使用统一军事数据标准协议构建数据池,应对小样本带来的挑战,提高模型对环境适应能力,在零样本及个位数极端小样本的条件即可适应新环境,提升在军事领域使用实战价值。

### 3.3 不完全信息下智能博弈决策技术

加剧变化的国际形势对军事装备体系提出了更高的要求,针对“博弈强对抗、态势不确定、信息不完全、变化高动态”等典型场景特征,形成对抗态势的快速高效评估,完成任务规划和实时决策。为满足军事对抗体的智能博弈需求,需要开展不完全信息下智能体对抗演化机理研究,突破实时对抗条件下的基于深度强化学习的多约束博弈对抗策略、博弈对抗推理的性能加速等关键技术,完成基于深度强化学习等方法的博弈推理算法训练和优化,实现对复杂战场态势数据的高效快速处理,具备更强的场景动态适应能力,从而提升战场指挥决策能力。

### 3.4 强对抗环境下智能无人集群协同技术

在无人化系统飞速发展的大趋势下,低成本大规模的无人化装备对集群协同技术提出了全新的要求,尤其是在获取多局部态势感知的情况下,如何形成全局态势的共享与整合,以及协同与对抗环境下实现群体高效的资源调度与分配,是未来实现无人集群实战能力的关键需求。需要针对OODA各环节作战实际问题,开展多智能体集群协同基础理论与算法研究,突破实时多目标协同探测技术、分布式目指信息融合技术、多对多目

标在线分配技术、多约束条件下轨迹在线规划等关键技术,完成仿真与试验验证,提升无人化系统在战场中的效能。

### 3.5 支持智能自主学习的共性基础研究平台技术

智能算法模型的研究和应用需要通过“设计、训练、验证、优化”等步骤的多次迭代,较传统航天装备研制流程存在较大的差异,在工具软件上也提出不同的需求。我国大部门工业软件都依赖进口,尤其在面向智能算法设计、训练、验证、优化的基础机器学习框架方面,目前主要依赖于TensorFlow/PyTorch等国外的成熟产品,缺乏自主可控能力,且难以针对军事应用特殊需求进行定制化改造。针对各类航天器智能决策模型的设计与能力评估验证需求,开展海量自博弈训练与评估系统架构、样式可灵活定义的装备模型架构等技术研究,模拟航天装备高动态、强对抗环境,具备航天器智能集群的设计、推演、训练和测试全流程仿真及任务能力评估验证能力,解决传统仿真推演速度慢、无法支持智能模型训练等问题,有效提升面向航天装备的智能决策模型设计和开发效率。

## 4 后续发展思考

### 4.1 建立国家政策与规划,牵引多学科跨领域智能技术的共生共进

考虑人工智能技术数据驱动的本质特征,不同学科领域人工智能技术的成熟程度与数据获取的难易程度呈现一定相关性。建立国家政策与布局规划,明确人工智能技术的重点发展领域和要求,通过数据易获取、技术成熟度高的领域牵引数据难获取的低技术成熟度领域,整合技术资源,在多学科跨领域的技术整合过程中,实现智能技术的共生共进。

### 4.2 设立组织机构和共享机制,统筹资源形成共建共用的开放共享生态

大规模的高质量样本数据是高水平智能技术应用的前提条件。目前的样本数据资源较为封闭,大多自建自用,孤立散布,尚未形成大型数据集规模,且不存在共享共用机制,既无法充分利用数据资源,又限制了智能技术在装备中的落地应用。设立军事人工智能样本数据管理与应用中心,通过组织机构的统一管理,统筹散布的样本数据

资源,开展规范化的样本数据流转治理,建设样本数据流转管理机制,在确保安全保密的前提下形成基础样本数据共研共建共用的开放共享生态。

### 4.3 建立统一的智能化测评标准规范,为军事智能技术应用安全性可信性提供基础支撑

结合军事智能技术及其系统发展需求,明确军事智能系统测试测评标准规范研究范围、分类规则,形成覆盖军事智能各方向、适应和引导军事智能技术发展的测试测评标准规范框架,加强军事智能标准顶层设计,同时需要建立人工智能安全测评规范,量化安全使用标准,为后续军事智能技术的安全性可信性评估提供支撑。

### 4.4 打造专用自主可控的设计、训练和验证一体化平台工具,为军事智能技术应用提供基础支撑

航天装备具有广域、高速和高动态特点,而且应用环境复杂多变且不确定,以TensorFlow、PyTorch等为代表的通用机器学习框架本地化能力还有所欠缺,将为后续移植应用带来影响,同时实现智能模型的训练和验证需要与专业化的模拟对抗环境相结合。因此,必须加大科研投入力度,开发出具有自主知识产权的开源训练和验证一体化平台工具,支持智能化装备的智能算法设计训练与验证。

### 4.5 加快构建智能化装备研发的全链条布局,创新军事智能技术应用模式

围绕面向未来智能化无人装备研发和应用的各个环节,加大技术力量和经费投入、体系化布局,做好人工智能技术面向装备赋能在技术指标上的衔接,不断迭代推进技术成果,以集成落地形式,推动一些关键领域取得重要突破,实现人工智能技术成果的转化应用,赋能航天装备升级换代,形成不断迭代优化、推陈出新发展的良好局面。

## 参考文献

- [1] Silver D, Huang A, Maddison C J, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search[J]. Nature, 2016, 529(7587): 484-489.
- [2] 谭铁牛. 人工智能的历史、现状和未来[J]. 奋斗, 2019(5): 8.
- [3] 孙宇祥, 彭益辉, 李斌, 等. 智能博弈综述: 游戏 AI 对作战推演的启示[J]. 智能科学与技术学报, 2022, 4(2): 157-173.

- [4] Fawzi A, Balog M, Huang A, et al. Discovering faster matrix multiplication algorithms with reinforcement learning[J]. *Nature*, 2022, 610(7930): 47-53.
- [5] Perolat J, De Vylder B, Hennes D, et al. Mastering the game of Stratego with model-free multiagent reinforcement learning[J]. *Science*, 2022, 378(6623): 990-996.
- [6] Silver D, Hubert T, Schrittwieser J, et al. A general reinforcement learning algorithm that Masters chess, shogi, and Go through self-play[J]. *Science*, 2018, 362(6419): 1140-1144.
- [7] Brown N, Sandholm T. Superhuman AI for heads-up no-limit poker: libratus beats top professionals[J]. *Science*, 2018, 359(6374): 418-424.
- [8] Bloembergen D, Tuyls K, Hennes D, et al. Evolutionary dynamics of multi-agent learning: a survey [J]. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2015, 53: 659-697.
- [9] Silver D, Huang A, Maddison C J, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search[J]. *Nature*, 2016, 529(7587): 484-489.
- [10] Hinton G, Deng L, Yu D, et al. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition; the shared views of four research groups[J]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 2012, 29(6): 82-97.
- [11] 吴明曦. 智能化战争时代正在加速到来[J]. *人民论坛·学术前沿*, 2021(10): 35-55.
- [12] 文谦, 张为华, 武泽平, 等. 人工智能对导弹武器装备发展及未来战争影响[J]. *弹箭与制导学报*, 2021, 41(2): 6-9.
- [13] 李博骁, 张峰, 李奇峰, 等. 人工智能技术在军事领域的应用思考[J]. *中国电子科学研究院学报*, 2022, 17(3): 238-246.
- [14] 王楠. 探析以色列新型智能化导弹——海上破坏者[J]. *军事文摘*, 2021(19): 42-45.
- [15] 韩雨, 韩丛英. 2021年人工智能领域科技发展综述[J]. *战术导弹技术*, 2022(2): 42-51.
- [16] DARPA. System of systems integration technology and experimentation [EB/OL]. (2016-10-27) [2021-04-04].
- [17] 张路, 邵正途, 翁呈祥, 等. 美军有/无人机协同作战运用及关键技术研究[J]. *战术导弹技术*, 2022(6): 128-137.
- [18] 李鹏举, 毛鹏军, 耿乾, 等. 无人机集群技术研究现状与趋势[J]. *航空兵器*, 2020, 27(4): 25-32.
- [19] 邓连印, 侯宇葵, 申志强. 美军新型作战概念发展分析与启示[J]. *航天电子对抗*, 2020, 36(5): 18-23.
- [20] 李皓昱. 2021年世界军事指挥控制领域发展分析[J]. *中国电子科学研究院学报*, 2022, 17(4): 317-323.
- [21] 房超, 黄仲文, 牛惠敏. 构建“智胜科技力”体系加快军事智能化发展[J]. *国防*, 2020(5): 19-24.

引用格式: 陈海鹏, 郑本昌, 黄虎. 人工智能技术在未来装备应用的发展思考[J]. *宇航总体技术*, 2023, 7(2): 69-74.

Citation: Chen H P, Zheng B C, Huang H. Thoughts on the development of application of artificial intelligence in future equipment [J]. *Astronautical Systems Engineering Technology*, 2023, 7(2): 69-74.