



文献引用格式: 赵伟, 叶军, 王邠. 基于人工智能的智能化指挥决策和控制 [J]. 信息安全与通信保密, 2022(2):2-8.

ZHAO Wei, YE Jun, WANG Bin. Intelligentized Command and Control Based on Artificial Intelligence [J]. Information Security and Communications Privacy, 2022(2):2-8.

## 基于人工智能的智能化指挥决策和控制<sup>\*</sup>

赵 伟, 叶 军, 王 邠

(78092 部队, 四川 成都 610000)

**摘 要:** 人工智能是对人的意识、思维的模拟, 是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能作为最重要的颠覆性技术, 在军事领域的运用日趋广泛, 智能化将是未来战争形态发展的必然趋势。研究了目前人工智能在指挥决策和控制领域的发展现状, 分析了人工智能在战场态势感知、任务分析、方案生成、方案计划评估以及方案执行阶段的应用场景, 并对加强智能化指挥决策和控制需要解决的重难点问题进行了探讨。

**关键词:** 人工智能; 指挥控制; 作战决策; 智能化

**中图分类号:** E072

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-8054(2022)02-0002-07

## Intelligentized Command and Control Based on Artificial Intelligence

ZHAO Wei, YE Jun, WANG Bin

(Unit 78092 of PLA, Chengdu Sichuan 610000, China)

**Abstract:** AI(Artificial Intelligence) is the simulation of human mentality. It is a new technical science that researches and develops theories, methods, technologies and applications system for simulating, extending and expanding human intelligence. As the most subversive technology, AI is wildly used in military domain, and the future shape of the war displays a intelligentized trend. This paper studies the developing status of AI in combat command and control, analyzes the applications of AI in battlefield situation perception, mission analysis, scheme generation, scheme assessment and scheme execution. Finally, it discusses the key and difficult points that need to be solved to reinforce intelligentized combat command and control.

**Key words:** artificial intelligence; combat command and control; operational decision; intelligentized

\* 收稿日期: 2021-12-05; 修回日期: 2022-02-10 Received date: 2021-12-05; Revised date: 2022-02-10

## 0 引言

智能化是未来战争形态发展的必然趋势。人工智能技术率先在自主协同、导弹武器系统、基于虚拟现实的推演系统方面获得突破性应用，并逐步向作战指挥控制领域延伸。2014年，美国军方提出第三次“抵消战略”，将研究重心向机器学习和机器辅助作战等方向转移；2016年，提出采用“遗传模糊树”技术的Alpha人工智能超视距空战系统，辅助协同空战中迅速作出决策。2019年，美国空军发布《2019年人工智能战略》，特别强调人工智能在目前军事发展中的重要性，更加关注人工智能在军事领域的应用。在国内，2017年7月，国务院公布了到2030年前把中国建成“人工智能领域的领先国家和全球创新中心”的详细战略，加大了对人工智能在国防领域的研究与投资，更加注重人工智能在自动化与预测中的应用，纵观近年来国内举办的各类智能对抗比赛，例如“先知兵圣”和妙算仿真平台，军事领域对于人工智能的关注也在逐渐上升。

在智能化的指挥决策和控制领域运用人工智能技术助力指挥控制系统并直接参与指挥员的决策，使作战呈现出资源虚拟化、能力服务化和决策智能化等特点，并将直接获取决策优势。

## 1 指挥决策和控制领域智能技术发展分析

目前，在指挥决策领域，主要使用脑机工程、神经网络、图像识别和自然语言处理等关键人工智能技术，实现战场态势数据深度挖掘和自主学习，识别战场环境，实现态势自动分析评估

和态势威胁感知，并根据专家知识进行人工干预，最终形成决策支持建议。

### 1.1 美军发展现状

美军将人工智能技术作为其未来军事优势的重要抓手，进行了长期规划布局，其人工智能技术的发展远领先于其他国家。美军现有的“深绿”系统、空战模拟系统和指挥官虚拟参谋等项目就是运用机器学习、迁移学习等人工智能技术，解决对抗条件下态势目标的自主认知、威胁判断和行动建议生成等问题，在智能化指挥控制领域进行了开创性的探索和实践。

#### 1.1.1 “深绿”计划

“深绿”计划是2007年美国国防部高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）提出的一项指挥控制领域研究项目<sup>[1-2]</sup>，其核心是采用仿真技术，基于实时战场态势数据，分析预测敌方可能的行动和未来战场态势，实时支持指挥员临机决策，以提高决策的速度和质量。“深绿”系统主要由实现人机交互的“指挥官助理”、作战模拟的“闪电战”和决策生成的“水晶球”3个模块组成，通过输入我方、敌方以及友方数据和预设行动方案，“深绿”系统可以推演预测作战结果，为指挥员做出决策提供直接支撑。但该计划易受到敌方战术策略、我方应对策略、环境变化因素/作战的各种不确定性以及经费和人员等因素的影响，以目前的技术还不能支持战场复杂态势而被终止，但其思路和方法值得借鉴。

#### 1.1.2 Alpha AI 空战模拟系统

美国辛辛那提大学开发的Alpha AI空战模拟系统采用遗传模糊逻辑的人工智能技术<sup>[3]</sup>，实



现了“动作及简单战术行为”的智能化。可以通过人机交互的传感设备,实现构建战斗场景和模拟实战环境并快速做出行动决策等功能。在动态环境中,Alpha AI 反应速度是人类对手的250倍,并在与美国空军王牌飞行员的模拟空战中大获全胜。Alpha AI 采用遗传模糊树算法,通过 if-then 规则做出决策,减少决策树分支机构数量,实现对数百个输入量的快速处理;Alpha AI 具备同时躲避数十枚导弹并对多个目标进行攻击,以及作战协同、行动记录和观察学习战术等能力。未来,Alpha AI 将进一步完善有人机和无人机协同、联网处理态势感知、反应判断、战术选择和武器管理使用等功能,这将对美国空军产生革命性影响。

### 1.1.3 指挥官虚拟参谋

指挥官虚拟参谋( Commander's Virtual Staff, CVS)是美国陆军通信电子研究、开发与工程中心( Communications and Electronics Research, Development and Engineering Center, CERDEC)于2016年启动的研究项目<sup>[4]</sup>,其利用认知计算技术分析多源数据,对复杂战场态势进行趋势分析,为指挥官提供辅助决策并量身定制作战筹划全流程决策服务。该系统具有指挥员专用工具、协同作业、集成敏捷规划、作战评估、分析预测、对策建议、机器学习和用户配置等模块,能够实现未来态势实时预测、基于人机协作的方案推演评估、基于学习的信息汇聚与决策支持、智能人机交互等功能。指挥官虚拟参谋是美军指挥控制系统朝着智能化发展的风向标,预示着指挥决策和控制向智能化发展是大势所趋。

## 1.2 国内发展现状

近年来,国内各科研单位将各类人工智能技术应用到指挥决策和控制各领域。在指挥决策方面,利用深度学习与强化学习技术开展作战态势识别、作战任务规划、突防对抗和无人集群系统作战等方面的应用研究;在网电对抗方面,利用深度学习技术开展自主感知复杂电磁环境、调整优化干扰策略和自适应干扰抑制等方面的研究;在目标识别方面,利用基于递归神经网络、多层次多特征融合及序贯融合等智能算法提高目标识别率。

中国电子科技集团有限公司认知与智能技术重点实验室于2019年发布了多智能体对抗仿真环境( Multi-agent Combat Arena, MaCA),是国内首个可模拟作战的轻量级多智能体对抗与训练平台,并基于此平台开展了异构多智能体对抗赛,推动了国内人机对抗智能在军事领域的应用研究。中国指挥与控制学会从2017年开始组织全国兵棋推演大赛,至今已成功举办五届,其中,在2019年比赛中使用的兵棋AI智能体“战颅”由国防科技大学研制,推动了人机对抗智能技术从实验室走向实践应用。

## 1.3 存在的瓶颈和困难

目前,在国内指挥决策和控制领域制约智能化技术应用的瓶颈问题突出表现在两个方面<sup>[5]</sup>。一是人工智能技术成熟度不足。在态势感知、目标分配和辅助决策等指挥决策和控制的关键环节,面临数据量少和缺乏判定正确性标签等困境,小样本情况下的智能学习技术和数据挖掘技术成熟度不够,难以支撑智能化指挥决策和控制。二是缺乏智能化决策模型。突出表现在人工智能对

在不完全信息条件下的态势真伪判断和态势感知远远达不到人的认知水平，威胁评估、目标分配和效能评估模型算法还没有得到实战数据的检验，模型的可信度达不到实用要求等。

## 2 人工智能在指挥决策和控制领域的应用分析

人工智能的理念就是应用数据和算法，通

过自我训练生成模型。区别于数学模型，人工智能模型是通过简单或复杂的逻辑 / 数学算法，实现数据拟合和结果预测的“程序”，是机器学习算法通过训练学习输出的结果。在指挥决策和控制领域，人工智能模型主要可应用于战场态势感知、作战任务分析、作战行动方案生成、作战方案计划评估和作战方案执行等方面，如图 1 所示。

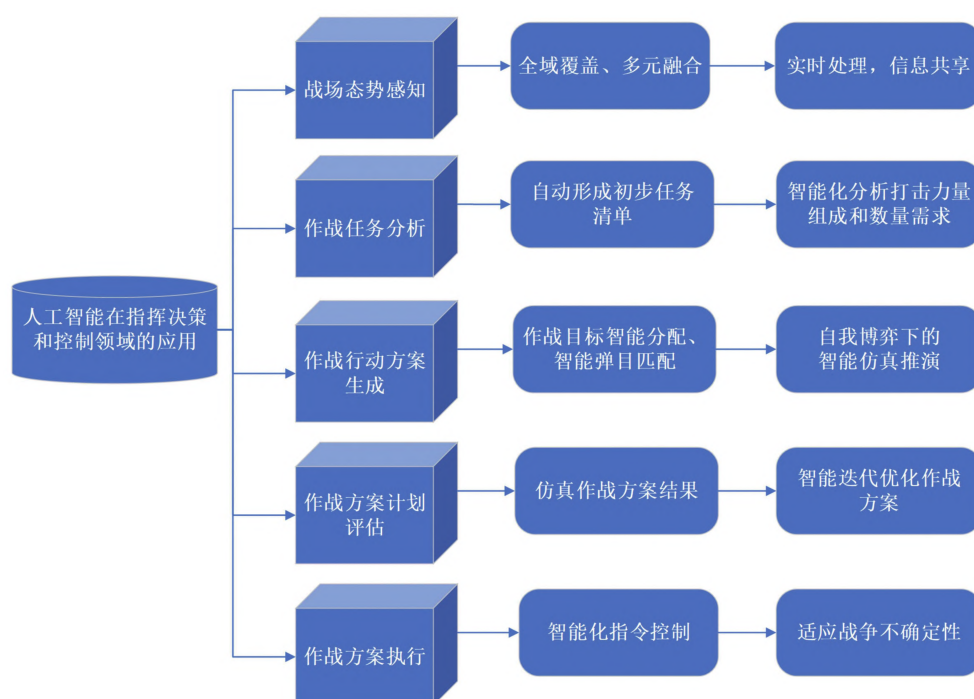


图 1 人工智能在指挥决策和控制领域的应用

### 2.1 战场态势感知

借助于人工智能技术构建全维信息的战场感知体系，对各类战场大数据实施自动采集、存储、传输与处理等流程，实现全域覆盖、多元融合、实时处理和信息共享，以及对整个战场和作战指挥全过程的“透彻感知”“透明掌握”。在建立目标特征数据库的基础上，运用智能目标识别技术构建神经网络模型，通过训练学习和不断迭代形成目标识别智能方法，提高图像理解、语

音识别和目标匹配的能力，实现目标的快速高置信度识别。在综合分析和理解已有经验数据的基础上，基于深度学习的态势预测技术构建符合战场态势时空特性的多层神经网络架构，通过逐层训练，发现其内在规律和关联，抽象得到对态势的认知，在此基础上，通过各种学习技术构建专家知识库，实现对战场态势的智能化预测。

### 2.2 作战任务分析

在当前态势研判的基础上，利用人工智能





技术构建动态更新的通用作战图,自动形成初步任务清单,测算预期效果,并根据决策目标对行动任务重要性进行排序。在建立专家知识库的基础上,选择可能打击目标范围,根据有关约束条件,对可能打击目标进行筛选和排序,提供打击目标推荐手段。在建立打击力量数据库的技术上和作战任务分析的基础上,利用关联分析和体系分析等人工智能辅助技术,分析打击力量组成和数量需求,辅助生成打击力量类型和数量缺口需求清单。

### 2.3 作战行动方案生成

基于实时态势的智能化任务分配以及智能规划技术,实现智能化作战目标分配和弹目匹配。在自学习进化的基础上,根据交战规则和认知模型设计作战行动,生成行动预案。采用基于智能算法的攻防博弈技术能够实现红蓝双方行动方案的仿真推演,支持对作战行动方案可行性和完备性的检测。在建立对策库和专家知识态势库的基础上,根据感知终端提供的共享情报信息数据实现态势和对策的智能匹配,在大数据库和云计算平台支持下,分析战机,迅速生成应对方案、体系力量调整建议和可采取相应行动,为指挥员快速提供可选对策建议。

### 2.4 作战方案计划评估

在构建作战方案评估指标体系的基础上,运用概念框架登记专家对不同作战方案的评估。在提炼不同作战行动方案评估特征的基础上,创建结构化评估模型,采用机器学习和深度学习等人工智能评估模型,对预设作战场景下的作战方案计划推演仿真结果,运用结构化评估模型进行评估,迭代实现对作战方案的结构化

分析,从而生成作战方案计划的评估结果和优选建议。

### 2.5 作战方案执行

在作战方案计划执行阶段,各作战单元利用人工智能技术,通过智能个人终端设备,快速融合和分析战场信息,指挥员可实施智能化远程交互式指挥控制。运用智能语音识别技术,可实现指挥员智能语音的指挥控制。运用身份识别、行为识别、脑电识别、视觉跟踪和感觉反馈等人机交互技术,可实现指挥单元、精确打击武器与信息应用系统之间的交互。在方案的执行中,采用人工智能和人类智能相结合的方式,实现态势信息判读和核实信息真伪,使指挥员关注于作战筹划、行动协调和指挥决策等方面。人工智能技术可以辅助指挥员对作战态势做出快速判断,并评估作战方案计划的执行效果,根据结果快速调整作战方案计划,甚至生成全新的作战方案计划,以提高作战方案计划的自适应性。

## 3 智能化指挥决策和控制的启示

实现智能化指挥决策和控制的关键在于人工智能技术的应用。应重点关注指挥员关键信息需求、智能化建设的整体性和人工智能技术应用策略、人工智能重难点问题研究和实现关键技术的突破。

### 3.1 加强辅助指挥员决策需求的研究

结合人脑认知成果,研究指挥员常态认识模型、机制以及各自特点,重点加强对依赖性的推理模式、依赖下意识的心理模式、注意力机制、序列学习机制、增强学习机制和迁移学

习机制的研究，将指挥员关键认知过程的人体机理提炼为可解释、有依据、能实现的计算机制，分析其应用条件，为深度神经网络提供依据。深入分析指挥员认知需求，如敌方目标、我方实体和关键事件等，有针对性地对机器学习模型进行改进，辅助指挥员进行态势认知和情况研判，为指挥员提供可选策略，辅助形成优势策略认知，为指挥员定下决心提供支撑。

### 3.2 依据人工智能技术现状选择有效的发展策略

人工智能依靠大量的智能算法，而智能算法离不开数据和计算能力。海量数据是智能算法发挥作用的基础，数据的完整性、规范性和可靠性决定了智能算法的精准性和客观性，而数据的采集、整编和处理能力又依赖于以超算为基础的云计算，因此，智能算法、数据和计算能力必须协同发展。智能化的建设是一个逐步深化的过程，不可能一蹴而就，需要通过“开小口、挖深井”的策略，实现智能化的整体突破。目前智能技术在战场感知领域相对成熟，可以利用人工智能技术进行海量情报数据的处理、分析和分发，提升目标判读、态势分析和数据共享的效率和质量。可以通过在战场感知环节的突破，带动人工智能技术在作战力量运用、信息对抗和综合保障等领域获得突破，进而在指挥决策和控制的各环节获得广泛应用。

目前，人工智能仍处于弱智能阶段，仅可以在指挥决策和控制的有限任务、限定性条件下发挥作用，不能支持环境因素不确定、态势要素不完整情况下的指挥决策和控制，还不能适应千变万化的战场和作战需求，以目前的人工智能技术仍无法取代指挥员在综合态势研

判、作战决策和行动控制中的核心地位和作用。因此，必须采用“以人为本、智能为辅”的策略，即人工智能提供信息的汇聚、组织、排序和可视化，由指挥员做出选择和决定。

### 3.3 加强重难点问题研究

应瞄准目前人工智能技术的难点，攻关克难，突破制约人工智能技术在指挥决策和控制领域的应用瓶颈。

一是训练数据不足，没有样本数据，人工智能成了无水之源。现阶段，训练数据的主要来源仅限于日常战备、演习以及模拟数据，数据量少、全面性不够，对大量信息进行积累和标注的过程昂贵且费时，数据远远满足不了机器学习样本数据的需求。应考虑通过军民融合的途径，利用大量社会资源，通过网络军事游戏最大限度地模拟、生产和收集用于机器学习训练的大样本空间数据，以破解人工智能算法训练缺数据的难题。

二是自主学习能力不够。目前人工智能以机器学习技术为核心，但战场情况瞬息万变，充满了战争迷雾和偶然性，人工智能还不能应对无法预知的因素和场景。基于此，考虑探索新的学习算法，大幅减少模型训练所需数据量，利用元学习、迁徙学习、主动学习和有监督/无监督适应性学习等技术构建高效学习算法，提高机器学习训练效益。通过赋予人工智能对物理世界运行的一般理解、对人类动机和行为的基本理解以及模拟人类对普遍事物的认知，提升人工智能应对未知情形的能力。除此之外，还可以通过仿生学，将生物学习机理应用于机器学习，提高人工智能自主学习能力和



环境适应能力,使其像生物系统一样根据经验进行决策。

三是人工智能面临网络攻击。人工智能的软件系统易遭受网络攻击,相对于物理攻击造成的硬杀伤,网络攻击的软杀伤后果更为严重。应考虑增强人工智能的网络韧性,提升人工智能的安全性,采取各类技术手段,提高人工智能主动防御能力,使人工智能系统在遭受攻击或者部分被控制情况下,关键任务仍然能够正常运行,保持功效的正常发挥。

四是提升人工智能的置信度。目前,人工智能无法解释其思想和行动,指挥员并不能完全信任人工智能做出的决策,提高人工智能的可解释性势在必行。应考虑建立新的或改进的机器学习技术,生成可解释的模型,使指挥员能够了解人工智能的决策建议过程,并能有效地管理人工智能系统。

## 4 结 语

在智能化指挥决策和控制领域运用人工智能将助力指挥控制系统直接参与人类指挥员的决策,直接作用于认知域,将指挥员认知机制提炼为计算机制,为指挥员定下决心提供支撑,直接获取决策优势。目前,在指挥决策和控制领域的智能化技术研究仍然处于起步阶段,无论是智能技术还是支持智能化决策的模型算法

都有待进一步研究和完善。攻克上述问题,不仅需要解决训练数据的完善和应对网络攻击的挑战,还需要后续智能技术的进一步发展。✕

## 参考文献:

- [1] 周云,黄教民,黄柯棣.深绿计划关键技术研究综述[J].系统仿真学报,2013,25(7):1633-1638.
- [2] 周云,黄教民,黄柯棣.美国“深绿”计划对指挥控制的影响[J].火力与指挥控制,2013,38(6):1-5.
- [3] ERNEST N,CARROLL D,SCHUMACHER C,et al.Genetic Fuzzy Based Artificial Intelligence for Unmanned Combat Aerial Vehicle Control in Simulated Air Combat Missions[J].Journal of Defense Management,2016,6(1):144.
- [4] SEFFERS G I.Commanding the Future Mission[J].Signal,2016,70(9):16-19.
- [5] 胡晓峰.军事指挥信息系统中的机器智能:现状与趋势[J].人民论坛·学术前沿,2016(15):22-34.

## 作者简介:



赵 伟(1972—),男,博士,正高级工程师,主要研究方向为信息保障和算法模型研究;

叶 军(1983—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向为信息网络安全;

王 邠(1991—),男,硕士,研究实习员,主要研究方向为大数据应用和信息保障。