

# 人工智能技术在武器装备中的应用研究

姚保寅, 李浩悦, 张瑞萍

(中国航天系统科学与工程研究院, 北京 100048)

[摘要] 从关键技术层面,对人工智能在武器装备中的应用进行了探讨。介绍了人工智能技术的基本内涵与发展历程。构建了基于人工智能的武器装备的系统分析模型,并在此基础上,从智能感知、智能决策和智能反馈三个环节,探讨了人工智能技术在武器装备中的应用。展望了未来基于人工智能的武器装备发展趋势,为促进人工智能在军事中的应用提供参考。

[关键词] 人工智能; 武器装备; 导弹

[中图分类号] TJ391

[文献标识码] A

## Application of Artificial Intelligence on the Weaponry

Yao Baoyin, Li Haoyue, Zhang Ruiping

(China Aerospace Academy of Systems Science and Engineering, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Applications of artificial intelligence on the weaponry are discussed from the key technology. Firstly, the concepts and development process of artificial intelligence is introduced. Secondly, the theoretical model is established and the applications of artificial intelligence on the weaponry are analyzed from intellisense, intelligent decision and intelligence feedback. Finally, the development tendency of the weaponry based on artificial intelligence is analyzed. The result of research can provide the reference for the military application of artificial intelligence.

**Keywords:** artificial intelligence; weaponry; missile

## 1 引言

大纵深、立体化、信息化、密集综合火力支援以及快速机动,已成为未来战场的突出特点。在新的作战思想和作战样式下,必须进一步提高武器装备性能,以适应未来形势发展的需要。人工智能与基因工程和纳米科学,并称为二十一世纪三大尖端技术。将人工智能技术应用于武器装备,可适应未来“快速、精确、高效”的作战需求,使武器装备对

目标进行智能探测、跟踪,对数据和图像进行智能识别以及对打击对象进行智能杀伤,大大提高装备的突防和杀伤效果<sup>[1-5]</sup>。

世界各主要军事强国大力推进武器装备的智能化战略,人工智能的军事应用成为国内外研究的热点。Goztepe K 对人工智能的概念及其在军事中的应用进行了初步分析<sup>[6]</sup>。文献[7]对人工智能技术在信息化战场中后勤保障、指控系统、作战等方面的应用进行了探讨。但当前研究大多从应用维度对人工智能的军事应用展开研究,而从人工智能的关键技术维度系统展开其军事应用探讨的较少。

[作者简介] 姚保寅,工程师。

[收稿日期] 2016-12-25

本文从人工智能技术的基本内涵出发,从模式识别、专家系统、深度学习和运动控制等关键技术层面,探讨了人工智能技术在武器装备中的应用,并展望未来基于人工智能的武器装备的发展趋势。

## 2 人工智能概述

人工智能诞生于 1956 年,经过 60 年的发展,融合计算机科学、控制论、信息论、仿生学、生物学、心理学、语言学、医学和哲学等多门学科,并在自动推理、机器学习、自然语言理解、模式识别、运动控制、专家系统等多项关键技术方面取得丰硕成果<sup>[8-10]</sup>。

人工智能对人的智能进行模拟、延伸和扩展,以实现某些机器智能或脑力劳动的自动化,并使之具备感知、决策和反馈的功能(图 1)<sup>[11-12]</sup>。总体来看,人工智能大致分为以下几个发展阶段。



图 1 人工智能的基本内涵

第一阶段(1956 年-20 世纪 60 年代初):该阶段研究偏向于运用领域知识和启发式思维,发展和编写相关的智能计算机程序,为现代的计算机理论奠定一定的基础。

第二阶段(20 世纪 60 年代-20 世纪 70 年代末):该阶段人类尝试用自然语言通讯,实现计算机对自然语言的理解,并尝试分析图像。一些专家系统相继出现并应用。

第三阶段(20 世纪 80 年代至今):该阶段以知识为中心,重视模拟智能中的知识,并向着大型化、分布式、多协同的方向发展。

实现人工智能主要有符号主义、连接主义和行

为主义三种路线。其中,符号主义路线基于逻辑方法进行功能模拟,即应用计算机研究人的思维过程,模拟人类智能活动,代表领域有专家系统和知识工程;连接主义路线基于统计方法进行仿生模拟,即通过对神经网络和神经网络间连接机制的研究,对人脑模型进行仿生模拟,代表领域有机器学习和人脑仿生;行为主义路线,基于控制论及感知-动作型控制系统,即从进化角度出发,研究拟人的智能控制行为<sup>[13]</sup>。

目前,模拟人类思维结构、人类语言、视觉和听觉成为现代人工智能的重要方向。未来战争中,为了提高武器的作战效能,协同作战、体系化作战已成为发展趋势,需要武器装备像人一样相互协作,自动识别、智能决策,将人工智能技术应用于武器装备,势在必行。美 X-47B 舰载无人攻击机拟于 2018 年前后装备航母。到 2035 年,美军计划将首批完全自主、高智能的机器人士兵投入实战。人工智能对军队组织形态、作战方法和战争观念等,都将产生影响和冲击。

## 3 系统基本模型

基于人工智能的武器装备借助人工智能技术从而具备感知、决策和反馈能力——感知自身状态及战场环境变化,实时替人类完成中间过程的分析和决策,最终形成反馈,实施必要机动,完成作战使命。

如图 2 所示,一种典型的基于人工智能的武器装备利用类似人的视觉、听觉等传感器,对目标和战场环境进行跟踪探测,所得信息与 C<sup>4</sup>ISR 提供的信息通过类似人脑的自载计算机进行处理,进行分析识别、思维判断和自主决策,对目标进行智能打击。

基于人工智能的武器装备一般具备以下特征:

(1) 自动目标探测识别和多传感器数据融合。武器系统利用计算机、数据库、人工智能等技术不仅能从复杂环境下有效提取目标的航迹,还能进行多传感器的数据融合,综合处理多种传感器的数据。在得到的目标或数据不完整时,可通过联想而得到合理结果。武器具有人类行为特性,出现仿真视觉、仿真听觉和仿真语言等,捕获目标本身发出

的一切信息。

(2) 具有智能抗干扰和电子对抗能力。能够克服作战任务中,自然环境(天气、昼夜、寒暑等)和电磁环境等带来的不利影响,自动、有效地进行敌、我、友目标识别,减少甚至消除打击目标时的错误选择。

(3) 具有实时预测和评估战场态势、毁伤效果的能力。发射平台和武器本身装配有专家系统,综合利用接收的天基、空基、海基或地面控制站的信息及敌方武器的电磁及声波等信息,对战场态势和毁伤效果进行预测和评估。

(4) 具有自主决策的能力。当目标特征变化和其他作战条件改变时,能够自主制定作战对策,选择最优方案,实现对目标的精确打击。

(5) 具有智能目标杀伤的能力。采用群体编队作战模式,不同成员间相互的协调,在兼顾环境不确定性及自身故障和损伤的情况下实现重构控制和故障管理,实现对目标的智能杀伤。

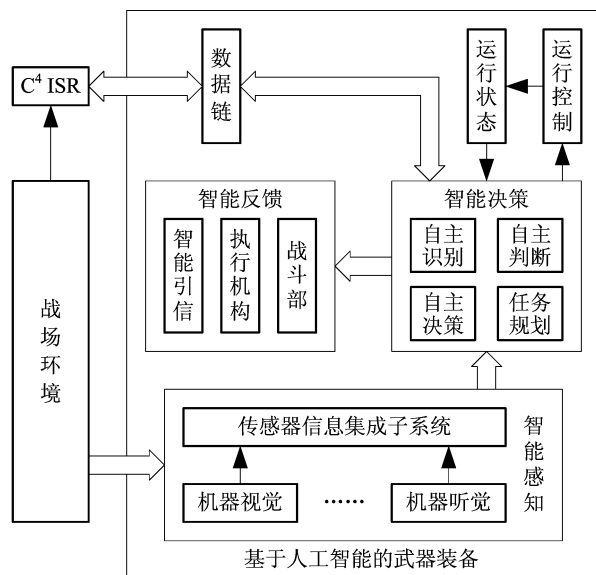


图2 一种典型的基于人工智能的武器装备

## 4 人工智能技术在武器装备中的应用

根据图2所示系统模型,人工智能技术在武器装备中的应用主要体现在模式识别(智能感知)、专家系统(智能决策)、深度学习(智能决策)和运动

控制(智能反馈)等几个方面。

### 4.1 模式识别在武器装备中的应用

模式识别是计算机模拟人类感觉器官,对外界产生各种感知能力的技术途径之一,包括语音识别、机器视觉,文字识别等。模式识别技术有助于武器装备获得自动目标识别(ATR)能力。

模式识别中的机器视觉,可通过光学非接触式感应设备,自动接收并解释真实场景的图像以获得系统控制的信息。例如 DARPA 的“心眼”项目和“图像感知、解析、利用”项目开发的机器视觉系统,具有“动态信息感知能力”,对动态物体的解构,利用卷积神经网络图像识别技术,将图片中的信息转化成计算机的“知识”。在实际作战中,模式识别系统通过观察目标的视频动态信息,借助神经网络、专门的机器视觉硬件,可在复杂的战场环境下,自动识别出潜在威胁,为目标打击提供参考信息。

ATR 系统的探测装置主要为红外成像传感器、激光雷达、毫米波雷达和合成孔径雷达等。红外图像 ATR 系统已在武器装备中成功应用,激光雷达 ATR 技术也正在进入实用化,相对而言,用于射频导引头(毫米波雷达和合成孔径雷达)的 ATR 技术,目前还尚未成熟<sup>[14]</sup>。

### 4.2 专家系统在武器装备中的应用

专家系统(Expert System, ES)是一类具有专门知识的计算机智能程序系统,运用特定领域中专家提供的专门知识和经验,采用人工智能中的推理技术来求解和模拟通常由专家才能解决的各种复杂问题,是目前人工智能领域最活跃、最有成效的一个分支。专家系统一般由知识库和数据库、推理机制、解释机制、知识获取和用户界面等组成(图3)。

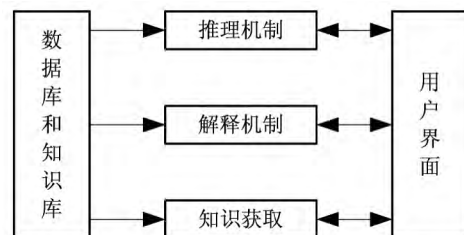


图3 专家系统的基本结构

专家系统应用于武器装备可使其具备实时战场态势评估的能力。将已证明的专家关于武器在战时的典型态势和毁伤效果评估的事实和过程,用数学方法加以描述,组成数据库和知识库。作战中武器装备接收的天基、空基、海基或地面控制站的信息,武器自身传感器获得的地理信息和敌方武器发出的声波、无线电波、可见光、红外、激光等信息,与数据库和知识库中信息进行比对,借助人工智能的自动推理技术,经计算机快速处理,确定战场环境中出现的威胁,并与用户界面的专家和指战员进行交互<sup>[15]</sup>。

专家系统可与数据存储和通信网络技术相结合,用于各种野战军用系统,例如飞机的机载预警和控制系统、美军宙斯盾战舰和侦察卫星,帮助判断敌军的位置和动机。美国海军利用网络化专家系统为在作战区域内的所有军队提供通用作战图像,从而具备协同作战的能力。最有名的是美国研制的智能 C<sup>3</sup>I 信息系统,具有“个性”和人的“特征”、“智慧”,熟知指挥官的脾气、思维习惯和其他情感特征,能在几分钟内甚至几秒内帮助指挥官判断战场情况。

DARPA 于 2007 年提出“深绿”系统(图 4),可预测战场的瞬息变化,帮助指挥员提前思考,判断是否需要调整计划,并将注意力集中在决策选择而非方案细节制定上。

整个系统由指挥官助手(人机接口)、闪电战(模拟仿真)、水晶球(系统总控,完成战场态势融合和分析评估)、“深绿”与指挥系统接口四部分组成。其主要特点有三点:一是基于草图指挥,包含“草图到计划”(STP)、“草图到决策”(STD)两个模块,实现从战场态势感知、作战方案制定到作战行动执行、作战效果评估,全部实现“基于草图进行决策”。二是自动决策优化。决策通过模型求解与态势预测的方式进行优化,系统从自动化接口的“指挥官助手”进去,然后通过“闪电战”这个模块进行快速多维仿真,再通过“水晶球”模块实现对战场态势的实时更新、比较、估计,最后给指挥员提供各种决策的选择。三是指令系统的集成,负责将决策辅助功能集成进一个名为“未来指挥所”的指挥信息系统中。

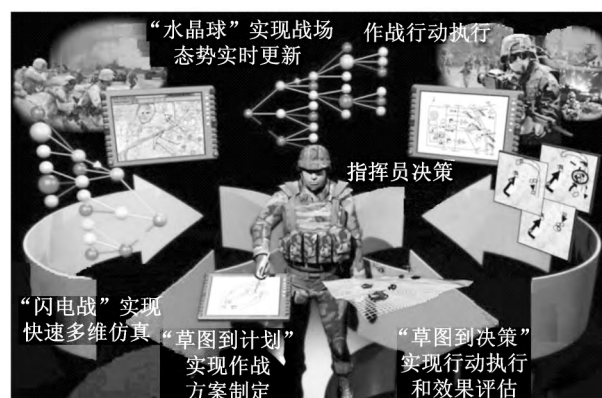


图 4 “深绿”概念示意图

#### 4.3 深度学习在武器装备中的应用

深度学习技术是基于多层网络的神经网络技术,能够学习抽象概念,融入自我学习,收敛相对快速。它模仿人脑机制,可以完成高度抽象特征的人工智能任务,如语音识别、图像识别和检索、自然语言理解等,深度学习具有多层的节点和连接,经过这些节点和连接,它在每一个层次会感知到不同的抽象特征,且一层比一层更为高级,这些均通过自我学习来实现。代表项目有 DARPA 启动的应用于合成孔径雷达“对抗环境下的目标识别与自适应”项目,应用深度学习领域最新研究成果,有望在合成孔径雷达图像中自动定位和识别目标,增强飞行员的态势感知能力。

将深度学习技术应用于武器装备的目标识别和定位,有望实现武器装备的自动目标识别和实时态势感知。采用了包含多个隐藏层的深层神经网络模型,利用隐藏层,通过目标特征组合的方式,逐层将目标信息的原始输入转化为浅层特征、中层特征、高层特征,直至最终实现对目标的定位和作战态势感知。

#### 4.4 运动控制在武器装备中的应用

运动控制技术集人工智能感知、决策和反馈于一体,包括单体运动控制和群体运动控制,主要应用于机器人和无人系统。单体运动控制以美国的四足“大狗”机器人(图 5)和双足人形“阿特拉斯”机器人为代表,它们自带大量传感器,用于监测身体姿态与加速、关节运动、发动机转速以及内部机械装置的液压等参数。通过先进的学习算法,机器人

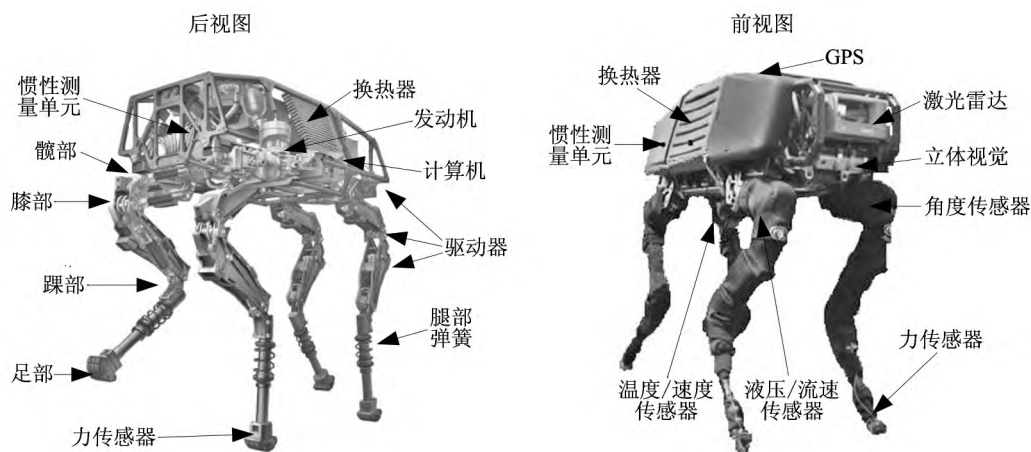


图5 “大狗”机器人的结构和传感器分布示意图

能够不断累积经验,自主避障,穿越越来越复杂的地形,具备在高危战场环境下的作战能力。

群体运动控制又包含无人系统集群控制及无人和有人系统编组协同技术。无人系统集群控制由无人系统根据任务及外界环境的变化自主形成协同方案,具有分散性和非线性(图6),将使武器作战效能成倍增加<sup>[16]</sup>。2014年,美国成功完成无人艇“蜂群”技术的作战测试。13艘无人艇组成的集群自主发现目标,制定行动计划并成功完成对目标舰船的拦截。导弹无人集群作战是指在导弹上加装战术数据链,使导弹在攻击目标过程能够实现导弹与导弹之间、导弹与发射平台之间的信息实时传输,及时传递探测信息,从而达到提高突防概率,实现战术隐身、扩大战果的目的(图7)。

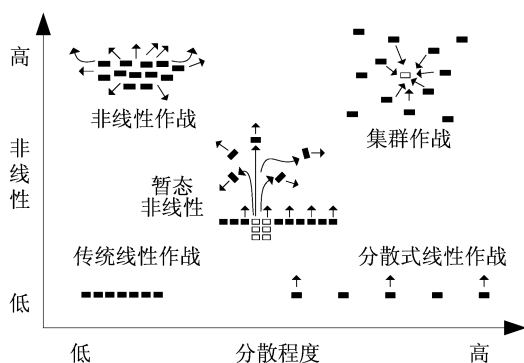


图6 集群作战的分散性和非线性示意图

在有人和无人系统编组协同方面,美军2011年首次组织“有人与无人系统集成能力”演习,演示了有人驾驶直升机与“灰鹰”、“猎人”、“影子”等无人机,以及各型地面控制站和终端间的视频相互传输和接力传输,以提升无人武器与有人武器的协同作战能力。法国也试验了由阵风战斗机作为指挥机,控制4~5架神经元隐形无人机进行协同作战的编组形式。

随着人工智能技术进步,计算机处理速度的不断提高,新技术、新材料、新工艺等前沿基础技术的发展应用,将推动基于人工智能的武器装备向着更加自主化、小型化的方向发展。纳米电子技术和微(纳)机电技术的进步,推动纳米合成孔径雷达以及智能化微机电导航系统的发展,有望使得武器装备的制导、导航、推进等各方面发生质的变化,推动基于人工智能的武器装备整体更趋小型化<sup>[17-20]</sup>。

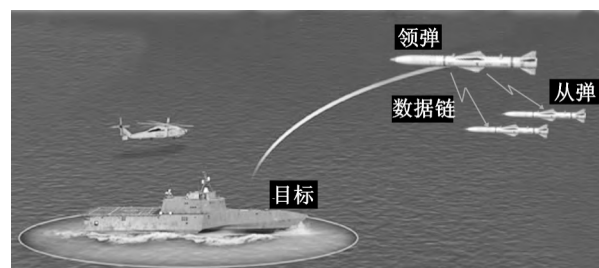


图7 导弹无人集群作战

## 5 结束语

人工智能技术作为信息化时代的关键智能技术,影响一个国家的综合国力甚至国家的国际竞争力。其在武器装备上的应用,将显著提升武器制导精度、命中精度、毁伤能力、反应速度等。国内外都会利用最新的信息技术和人工智能技术,有针对性的开展关键技术研究,逐步把人工智能的理论和

技术引进到未来武器系统的研制中去。

### 【参 考 文 献】

- [1] 顾云涛. 人工智能技术在武器投放系统中的应用[J]. 现代导航, 2013 (6): 452-456.
- [2] 文苏丽,陈琦,苏鑫鑫. 智能化导弹与导弹智能化研究[J]. 战术导弹技术, 2015 (6): 21-26.
- [3] 涂序彦. 人工智能[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [4] Charniak, E, McDermott D. Introduction to artificial intelligence [M]. Anon, 1985.
- [5] Kurzweil, R. The age of Intelligent Machines [M]. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
- [6] Goztepe, K. Artificial Intelligence applications; Do army need it [J]. Journal of Military and Information Science, 2014, 2(2): 20-21.
- [7] 张路青,许宏泉,詹广平. 人工智能在信息化战场的应用探析[J]. 舰船电子工程, 2009, 29(6): 13-16.
- [8] Russell J S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach[M]. 2nd edition, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey, USA, 2003.
- [9] Luger G, Stubblefield W. Artificial Intelligence: Structures and strategies for complex problem solving[M]. 5th edition, Addison Wesley, 2004.
- [10] Artificial Intelligence, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_intelligence](http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence), 2014-11-14.
- [11] 张妮,徐文尚,王文文. 人工智能技术发展及应用研究综述[J]. 煤矿机械, 2009, 30(2): 4-7.
- [12] Brunette E S, Flemmer R C, Flemmer C L. A review of artificial intelligence[C]. Proceedings of the 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents. 2009: 385-392.
- [13] 徐勇. 关于人工智能发展方向的思考[J]. 科技创新与应用, 2016 (3): 4.
- [14] 冯忠国,钟生新. 舰空导弹引信发展趋势研究[J]. 指挥控制与仿真, 2006 (10): 18-21.
- [15] 黄景德,王强. 人工智能在武器系统保障中的应用[J]. 情报交流, 2001 (7): 39-41.
- [16] Dorigo M, Gambardella L M. Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem [J]. IEEE Trans. Evolutionary Computation, 1997, 1(1): 53-66.
- [17] Hanse J G. Honeywell MEMS inertial technology & product status [C]. ION NTM 2004, California, 2004.
- [18] Gregory T A Kovacs. 微传感器与微执行器全书[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [19] 陈宇捷. 基于 MEMS 的微小型嵌入式航姿参考系统研究[D]. 上海: 上海交通大学学位论文, 2009.
- [20] 许江湖,宋元. 人工智能技术在舰载武器系统中的应用[J]. 舰船论证参考, 2003 (3): 59-62.