

机器人军团的智能指挥

丁玮¹, 李树锋², 许涛^{2*}

1. 中国人民解放军32801部队, 北京100082

2. 中国人民解放军32381部队, 北京100072

摘要 机器人军团是未来的重要军事力量, 该军团的指挥控制也必然是智能化的。从当今科技现状出发, 探究了机器人军团智能指挥的技术基础和重要发展方向, 评述了智能指挥相关技术的内涵, 并提出了当前军事技术工作的相关建议。

关键词 机器人军团; 智能指挥; 指挥控制

“人们往往高估最近1~2年的发展, 但常常低估未来5~10年的变化。”1903年, 《纽约时报》写到, 真正能飞的机器将会在100~1000年内因数学家和机械学家共同的不懈努力而成为现实。然而, 在1911年意土战争中飞机就展示了军事威力, 到第二次世界大战时期飞机已经成为不可或缺的重要武器。对于机器人领域, 情况或许相同。1950年, 科幻小说《我, 机器人》(2004年拍摄为电影《机械公敌》)以丰富的想象力描述了2035年智能机器人的觉醒, 以及机器人军团的宏大场景。尽管机器人军团在今天看来还比较虚幻, 但智能化战争并不遥远: 2008年, 美国国会就已经要求美国国防部“在新系统采购项目中要显示出对联合无人系统的倾向, 即任何致力于发展载人系统的项目必须开具证明以说明为什么无人系统不能满足相同的需求”。截至2008年底, 美军地面机器人作战系统多达12000套, 空中无人机5331架, 水下机器人140余只^[1]。尽管现役军用机器人皆处于人为操作的受控状态, 但美军已经把机器人自主系统作为2040年前军用机器人的发展路线图的关键能力^[2], 俄军也确定了当前装备技术研发的迫切需求是提高军用机器人技术系统的自主性和控制智

能化水平^[3]。2015年底, 俄军正式编制“机器作战连”, 并在攻夺叙利亚拉塔基亚省745.5高地的战斗中发挥了关键作用, 俄军用6台“平台-M”履带式战斗机器人、4台“暗语”轮式战斗机器人、1套“洋槐”自行火炮群、多架无人机相互协同, 在“仙女座-D”指挥系统的操控下, 完成了世界首次无人机器部队实战行动。未来军事斗争的无人化、智能化的发展趋势显而易见。图1显示的就是英国BAE公司设想的未来战争示意图, 由此预见, 无人军团的智能指挥将发挥重要作用。



图1 英国BAE公司设想的未来战争示意

Fig. 1 The future warfare vision depicted by BAE company

收稿日期: 2018-09-27; 修回日期: 2018-11-05

作者简介: 丁玮, 助理研究员, 研究方向为系统工程与试验鉴定, 电子信箱: 1988dingwei2872@sina.com; 许涛(通信作者), 高级工程师, 研究方向为通信指控系统, 电子信箱: xutao_2001640@nudt.edu.cn

引用格式: 丁玮, 李树锋, 许涛. 机器人军团的智能指挥[J]. 科技导报, 2019, 37(5): 66-71; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.05.009

1 机器人指挥是如何形成的

“兵者，诡道也”，或许成为孙武历史局限性的典型事例；对于机器军团而言，“脑”的行动是分析判断的明确结果，它们的“兵”或许不再是纵横捭阖的变化体。用大数据时代的观点，未来的指挥不再是像是“小数据”时代那样由于数据缺乏而采取看似有效的战术思维（例如战场非透明条件下实施暗度陈仓），而是因为拥有了海量数据融合和处理能力而使得战场预测或决策成为了理性推导^[1]。

1.1 认知象限与机器学习

在未来无人化、智能化军事战争中，高节奏、多变量的战场态势已经远超“人脑”的处理能力；机器人的参战会给部队造成前所未有的心理冲击^[4]。人工智能无疑将成为未来战场指挥的重要手段，且恐怕也是未来智能指挥中最关键的技术手段。如何培养机器人的指挥能力，答案就是依靠机器学习。

曾有学者按照逻辑推理和数理统计两个维度把对世界的认知（注：如何指挥也是一种认知）划分为如图2所示的4个象限，即可推理且可统计、可推理但不可统计、不可推理但可统计、不可推理且不可统计。这种认知象限同样适用于机器人。

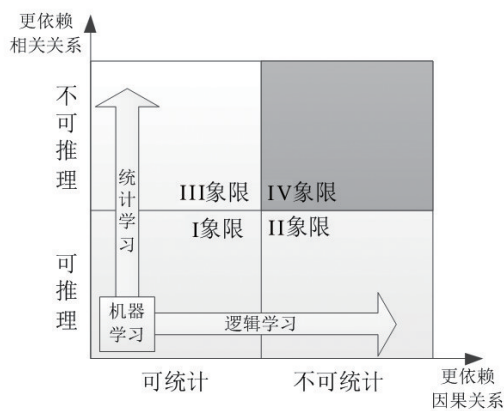


图2 认知象限与机器学习

Fig. 2 The cognition quadrant and the machine learning

对于机器学习，第I象限属于最容易处理的领域，既有足够的先验数据作为学习样本，又有一定的逻辑规则指导学习算法，例如会下棋的AlphaGo机器人就是这个方面的典型案例。与下棋这种“弱人工智能”不同，当前的机器学习正向第II象限和第III象限进发。有赖于神经网络算法、大数据分析等技术发展，机器学习在第III象限（这时称为深度学习^[5]）展示出远超出人

类的处理能力：在这里机器将包括数值在内的各种类型数据（如文字、图像、语言、音频等）作为学习对象，从中提取数据特征，抽象运算模型，从而获取知识，最后实现规律总结或趋势预测^[6]，据此它在语言翻译、自动驾驶、预防犯罪等众多应用领域显示出超乎预料的神奇效果。在这个象限中，用于数理统计的相关性显然占据了上风，甚至可以这样说：在拥有大数据的情况下，因果性已不再那么重要，相关性才是关键^[7]。与第III象限的情况类似，机器也被认为能够在“举一反三”的逻辑推理方面展示出强大能力^[8]；尽管当今机器在这个方面还显得捉襟见肘（甚至有人宣称逻辑的人工智能已经死亡），但类似“零样本学习”“多值逻辑”“模糊计算”等方法的运用或许能让未来机器人在这个方向上展示出应有的魅力。但是，要实现“强人工智能”，机器人就要像人一样具有“思想”，这时机器学习就需要突破认知的第IV象限。尽管机器学习已经尝试触及第IV象限（例如绘画艺术^[9]），但从战争指挥的角度而言，为了防止“黑天鹅效应”等情况发生，还是希望机器受控的。

1.2 虚拟对抗与军事训练

现如今，模拟仿真和虚拟现实等多种学习和训练手段已经应用于军事训练中，如果再辅以切实有效的数据工程，那么可以期待的是人类指挥能力将更加迅速地成长、更多的军人将跻身名将之列。

就像人类一样，机器的指挥能力也是学习和训练出来的，例如战胜人类的AlphaGo机器人就是通过学习获得对于棋盘的超强操控能力。通过探究AlphaGo系列机器人的演化过程大体上可以摸索出应该如何训练机器人的军事指挥。2016年3月，美国谷歌公司带着以人类棋谱为学习样本的AlphaGo机器人以4:1的成绩战胜了围棋大师李世石；2017年初，升级学习算法后AlphaGo Master版本又完成了横扫包括世界冠军柯洁在内的人类最强围棋选手团的骄人业绩；而2017年底，完全“零经验”的AlphaGo Zero版本仅通过3天的自我对抗训练后，就以100:0的战绩完胜AlphaGo，而在40天后就打败了所有AlphaGo其他版本。值得注意的是，在整个演化过程中机器之间的“虚拟对抗”是最为显著的特点，也就是说机器人在机器彼此对弈中自我成长。与下棋类似，军事斗争的本质也是一个博弈过程：棋盘上的各种招式都以数值的方式供机器人进行学习训练，而在“万物皆可量化”的大数据时代，战场上的各

类作战要素也将以数据(即信息)的方式成为机器人学习素材,成为智能兵棋推演的输入元素^[10]。就像 Alpha-Go 机器人通过虚拟对抗模拟实际对弈一样,与现实无缝衔接的虚拟现实技术也会成为机器战士的训练场,虚拟化的作战体系对抗也将不过是人工智能指挥官的一项“游戏”体验。2017年5月,美国 Nvidia 公司正式推出 ISAAC 机器人模拟器,它的主要目标就是通过虚拟现实在机器人进入真实世界开展工作之前对其进行训练,从而更快、更好、更低廉的生产能够在真实世界中完成特定任务的自主机器人。如今,用于作战模拟仿真的训练器材层出不穷,机器人甚至可以从零经验开始直接在现实环境训练^[11],由此可以预计人工智能势必在未来军事指挥中发挥不可或缺的重要作用。

1.3 大数据与决策博弈

改变军事指挥模式,从改变操作方式开始^[12]。从远古依赖视听信号的指挥手段,到文书与视听信号并用的作战指挥,再到近代以电讯器材为主要的指挥工具,如今则是采用信息化平台的现代指挥,军事指挥模式随着指挥工具的进步而不断变化。由此推断,在未来智能化时代,战场指挥的方式方法也必然与今天大相径庭。

数据化决策已经越来越突出的引领着商业管理领域的变革^[13],例如美国沃尔玛集团早在 2012 年就开始启动大数据应用,如今沃尔玛的大数据生态系统每天处理 TB 级的新数据和 PB 级的历史数据,由此改变了传统的商业决策模式,避免重复销售,每年带来 10%~15% 的销售涨幅。例如举一个关于数据决策的例子,沃尔玛通过大数据发现以前每次飓风来的时候,草莓果的销售量提升了 7 倍,于是公司做出销售决策,即在季节性飓风来临之前将草莓果等食物与手电筒等应急用品放在货架上靠近的位置,结果证明两类货物的销售量都得到提升。由此可见,在大数据时代,建立在相关关系分析法基础上的未来预测是大数据的核心功能^[7],甚至经济学长尾理论发明者曾说,在这个大数据时代,各种理论已经落伍,一切决定都应该让数据来判断。与商业类似,研究者希望军事上的人工智能也更加注重“相关性”,即机器指挥官知道“怎么做最有可能获得胜利”就够了,却未必知道“为什么这样做能获得胜利”。这种思路和希望机器人完全受控(即不要突破象限 IV)的态度是一致的。放纵机器人的数据化决策,可能导致“数据独裁”的恶果:越战时期的美国国防部长就被

认为是受“数据”控制的决策者,以至于美军高层把死亡人数作为评判战争进度的方法。尽管晚年时他自己承认统计数据具有“误导或者诱惑性”,但这已经无法挽回由于他对于数据的过分依赖而间接加剧了越南战争的惨烈程度^[13]。智能化时代,战争的决策者必须是人类,机器人给予的预测结果只能是辅助性建议;但是,未来军事机器人的人工智能将会非常强大,就像前文提到的一样,未来人类指挥官面临的最大的指挥困难不再是指挥本身,更关键的是与机器辅助信息的“决策博弈”。因此,未来智能化战争的名将之路,恐怕要求更加苛刻。

1.4 云计算与虚拟网络

除存储能力以外,计算和网络是现代信息体系性能的两根重要支柱;但是,一方面计算能力的提升牵引体系性能的发展进步,另一方面伴随着服务量的增长也带来沉重的网络负载。在机器人军团中,计算和网络这一对矛盾体也同样存在:机器人指挥官的计算能力代表智能化战争的核心智力,无人军团的整体协作也需要网络技术的支撑。

云计算的出现,让体系计算能力从传统意义上本地计算单元的束缚中得到解放,特别是对于机器人指挥官这种“费脑”的中枢“人物”,“云”似乎才能成为它充分发挥指挥能力的唯一场所,而任何计算单体可能都难以胜任。然而随着多维度战场要素的大数据传输,随着机器人军团的不断扩展,未来智能化战争面临的网络负载已经远超“云”的本身计算能力,必须谋求网络的高效管理。与传统网络技术不同,软件定义网络将网络数据与网络管理两者解耦,就像云计算将计算用户与计算资源两者解耦类似,这种虚拟化网络技术被认为可以为网络性能带来“革命性”的发展提升,并且已经在有线网络运营上得到了良好的实践效果。除了这个相似点以外,软件定义网络和云计算都是“集中式”的运行方式,前者将网络管理集中到控制层,后者将计算功能集中到云,而这种集中式似乎也暗合了军事行动中指挥官的“权威”地位。

1.5 集群智能与边缘计算

与云计算的集中式不同,“去中心化”的分布式计算可以享受更好的实时特性和更灵活的运用方式,边缘计算就是典型的案例。对于个体而言,作为军团指挥官的智能机器人可以通过集中式超强“云”实现全域控制;但是机器人军团集体才是执行颠覆性、破坏性军

事行动的依托,才是未来机器人战争的主要特点。

机器集群作战的技术原理是“集群智能”,即众多机器个体通过相互之间的协同合作所表现出来的集体智能行为^[4]。在群体行为中,单个个体未必具有指挥官般的“智慧”,但通过个体之间交互作用和协作行为,使得整体可以通过组织协作完成复杂任务,即 $1+1>2$ 聚优效应。就像蚁群,集群智能的典型特点是分布式的,没有明显的中心控制,其中单体行为是相对简单的,系统运行则是自组织的,数据交互是激活式的,涉及的指挥行为也属于局部范围的分布式分队指挥。近年,随着计算机科学的发展,终端个体的职能程度越来越高,苹果公司的A11处理器可以每秒完成6000亿次机器学习任务运算;华为公司也推出了面向移动终端人工智能应用的麒麟970处理器;当前,用于终端智能的处理器芯片已经成为各大技术公司竞相厮杀的商业市场。与此同时,3D打印技术等先进制造工艺让机器人的制造越来越快捷、成本越来越低,例如俄罗斯技术集团公司用其打印技术仅31 h就全自动生产出1架可以使用的无人机,该机重3.8 kg,翼展2.4 m,速度可达100 km/h,续航能力达1.5 h。可以预见,在不远的未来,集群智能与边缘计算的结合,将极大提升机器集群的智能化程度:一个机器人军团指挥官拥有集中式的超大运算资源,在新一代网络技术的支持下,控制着整个军团的宏观任务部署;每个机器军团战士具备高超的边缘计算能力,局部分队在边缘云的支持下,个体之间相互协作发挥集群智能优势,未来的机器人军团将更加自主化、更加“拟人化”。

2 对当前工作的启迪

1860年,在北京通州八里桥,清军将领僧格林沁率军迎战英法联军,以冷兵器对抗枪炮火力,完败收局;1939年,在波兰的克罗扬提,波兰第18骑兵团与德国装甲部队遭遇,波军伤亡惨重;2015年,在叙利亚拉塔基亚省745.5高地,ISIS军在俄军派出机器人分队的攻击下丢盔弃甲。历史证明,军事技术的代差,即使用鲜血也无法弥补,迎接未来必须提前筹划准备。

2.1 深化智能科技认知

金一南教授在《胜者思维》提出,真正推动军事变革的不是军事思想,而是军事技术;制约思维创新的不是军事理论理解能力,而是技术理解能力。如今信息

化战争时代已经到来,军事信息融合技术的飞速发展,信息系统装备的体系运用,已经成为了推动现代军事思想深度变革的重要动力源泉。1976年,计算机刚刚问世不久,美国人就提出了“信息化战争”理念;未来的智能化战争,战场信息的透明度更高、战斗决策的不确定性更少、无人机器的军事作用更大,把握未来战争的先进或许应该从深化对智能科技的认知和理解开始。

2.2 重视数据工程管理

人工智能无法缺少数据的驱动,机器人指挥官的成长也不能没有军事数据的支撑。现如今,从军事训练到装备后勤,各类军事数据工程层出不穷,分头建设、分散管理的情况也在不同程度上存在。数据质量问题或将成为制约军事大数据运用的主要瓶颈问题,直接关系到未来智能军团的成败。近些年贵州省的大数据产业振兴,给出了有益参考:这个西部地区经济落后省份于2013年将大数据作为“一把手工程”,把涉及多个部门、多种业务的大数据产业打造成重要经济动力,帮助贵州创造了经济增速连年位居全国前列的辉煌业绩。贵州大数据产业的成功,靠的不是地区技术优势,关键在于“大数据云长制”管理模式。军事数据工程涉及部队多个部门、多中业务,对协调和管理提出巨大挑战,但这个关系未来智能化军事能力的重要工程,最需要科学的顶层设计和统一的组织管理。

2.3 加速发展通信网络建设

云计算的应用无疑将成为下一代军事指控网络架构的重要特征,边缘计算也很可能成为指挥链终端的必备技能。与计算能力相比,新一代网络技术的发展仍然相对滞后。软件定义网络方兴未艾,专有设备虚拟化和软件化的努力还没有获得实质性飞跃,网络功能虚拟化技术还处在科学研究阶段。然而,作为一项复杂系统工程,新一代军事指控网络的效能发挥有赖于计算能力、网络技术、储存容量等各个要素的均衡发展,计算能力的一枝独秀无法支撑未来作战任务的顺利完成。在当今军事通信工程中,计算能力与储存空间都相对优于网络性能。现实运用中出现的诸多军事网络性能问题反映出当前指控网络各个要素发展还不均衡,严重制约了信息系统装备整体效能的最大释放。更加注重网络技术发展和网络性能指标验证或许应该成为今后一段时期内的信息化装备建设重点之一。

2.4 支持军事模拟仿真技术发展

过去是从历史中学习战争;现在,必须从未来中学

习战争。军事模拟仿真就是这个“未来”的制造者,也将是机器人指挥官成长的主要场所。相比外军,中国军事模拟仿真起步较晚,20世纪70年代后期,在钱学森倡导下,国内才有专门机构从事这方面的应用研究;随后,尽管中国军事模拟仿真产业发展迅速,在武器系统研制与体系对抗演练等诸多领域发挥了重要作用,但军事模拟仿真技术还没有发挥出足够的作用效果,特别是可信度问题始终是广大官兵心中无法完全接受模拟仿真的主要问题。随着军事数据工程的快速推进,可以相信就像机器人学习一样,军事模拟仿真技术势必将成为部队军事训练和智能化装备发展的重要引擎。

3 人机战争与伦理道德

《我,机器人》作者阿西莫夫早在1950年就向世人描述了机器人学的“三大定律”,即“第一定律:机器人不得伤害人类个体,或者任由人类个体遭受危险;第二定律:机器人必须服从人类的命令,但当该命令与第一定律违反时除外;第三定律:机器人在不违反第一和第二定律时可以保护自己的生存”。与该书描写的故事类似,未来机器人战争将会面临新问题,即什么是合法的和道德的,甚至包括人类如何控制机器武器?由此带来的难题和争论,会对长期形成的、规范目前战争实践的许多规则形成挑战。例如,在美国本土的士兵操作攻击无人机误杀平民时,谁该负责,是制造者、软件工程师、操作者还是指挥官?机器人在作战过程中,如何才能区分战斗人员与非战斗人员?机器人能够赋予自主开火的权利吗?机器人有自卫的权利吗?都需要对战争法作出新的解释。2016年联合国发布了《关于机器人伦理的草案报告》,2017年底美国电气与电子工程师协会(IEEE)发布了《人工智能设计的伦理准则》,如今“机器伦理学”已经备受关注。就像人类学大师格尔茨早在20世纪60—70年代就劝解道“努力在可以应用、可以拓展的地方,应用它、拓展它;在不能应用、不能拓展的地方,就停下来”^[15]。或许,军用机器人,特别是战争机械自主系统,根本就不应该像生化武器一样被严格禁止。就像人们希望机器不要过多突破图2中认知象限IV一样,希望在智能化战争中,机器永远是可控的,他们的作用就是辅助人类快速准确地做出决策。

4 结论

智能化战争,是未来军事斗争的必然形式,机器人军团将扮演重要角色。在未来军事对抗中赢得先机,必须要重视无人智能化指控技术的发展。本研究对机器人军团智能指挥的相关知识点进行了简要阐述,探讨了认知象限与机器学习、虚拟对抗与军事训练、大数据与决策博弈、云计算与虚拟网络、集群智能与边缘计算等相关技术发展情况,并对当前工作提出了深化智能科技认知、重视数据工程管理、加速发展通信网络建设、支持军事模拟仿真技术发展等具体建议,对人机伦理道德进行了思考。

参考文献(References)

- [1] Singer P W. 机器人战争: 21世纪机器人技术革命和反思[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2016: 26-28.
Singer P W. Robot War: The 21st century robotics revolution and reflection[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2016: 26-28.
- [2] 美国陆军. 机器人与自主系统战略[M]. 华盛顿: 陆军训练与条令司令部, 2017: 4-5.
The U.S. Army. Robotic and autonomous systems strategy[M]. Washington DC: Army Training and Doctrine Command, 2017: 4-5.
- [3] 谢尔盖·波波夫. 俄罗斯军用机器人技术系统发展前景[J]. Eastern RAND Report, 2017: 25-30.
Сергей Попов. Prospects for the development of russian military robot technology system[J]. Eastern ARND Report, 2017: 25-30.
- [4] 李水生. 机器人战争评介[J]. 外国军事学术, 2014(3): 41-46.
Li Shuisheng. Robot War Review[J]. Foreign Military Academic, 2014(3): 41-46.
- [5] Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. 深度学习[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017: 15.
Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep Learning[M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2017: 15.
- [6] 李航. 统计学习方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012: 41-42.
Li Hang. Statistical learning method[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012: 41-42.
- [7] Schonberger V M, Cukier K. 大数据时代: 生活、工作与思维的大变革[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2013: 27-59.
Schonberger V M, Cukier K. Big data era: big change of life, work and thinking[M]. Hangzhou: Zhejiang People's Press,

- 2013: 27-59.
- [8] Thomason R. Logic and artificial intelligence[J]. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016: 81-88.
- [9] Gatys L A, Ecker A S, Bethge M. A neural algorithm of artistic style[C]. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016: 132-137.
- [10] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学, 2009, 39(1): 59-64.
Zhao Qiping. Virtual reality review[J]. Chinese Science, 2009, 39(1): 59-64.
- [11] Riedmiller M, Hafner R, Lampe T, et al. Learning by playing—solving sparse reward tasks from scratch[J]. Computer Science, 2018: 66-70.
- [12] 李章瑞, 黄培义. 作战指挥发展史[M]. 北京: 军事科学出版社, 2003: 117.
Li Zhangrui, Huang Peiyi. History of combat command development[M]. Beijing: Military Science Press, 2003: 117.
- [13] Mcnamatra R S. 回顾: 越战的悲剧与教训[M]. 北京: 作家出版社, 1996: 52-64.
Mcnamatra R S. Review: The tragedy and lessons of the vietnam war[M]. Beijing: China Writers Publishing House, 1996: 52-64.
- [14] Hassanien A E, Emary E. 集群智能: 原理、发展和应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017: 131.
Hassanien A E, Emary E. Cluster intelligence: principle, development and application[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2017: 131.
- [15] Geertz C. 文化的解释[M]. 南京: 译林出版社, 1999: 176.
Geertz C. The Interpretation of Cultures[M]. Nanjing: Yilin Press, 1999: 176.

Intelligent command and control of robot troops

DING Wei¹, LI Shufeng², XU Tao^{2*}

1. Unit of 32801 People's Liberation Army, Beijing 100082, China

2. Unit of 32381 People's Liberation Army, Beijing 100072, China

Abstract Robot troops will be a significant military force in the near future. Command and control of these troops shall act in an intelligent manner. This paper investigates the relevant technology foundations and vital developments based on nowadays applications, presents insightful observations for current relevant technology concepts, and proposes suggestions for the current work.

Keywords robot; artificial intelligence; command and control ●



(编辑 徐丽娇)