

军工T型台

当前,各军事强国纷纷推进无人作战飞机研发,加速推动无人穿透制空与有人无人协同战斗力生成。未来战场上,无人机可替代飞行员完成感知、规划和突防等操作任务,能自主协同有人机实施大规模行动。

无人机自主作战能力生成的背后,正是被誉为“智慧中枢”的自主作战任务控制技术,它利用智能闭环反馈机制,使无人机能在高风险环境中精准定位、实时感

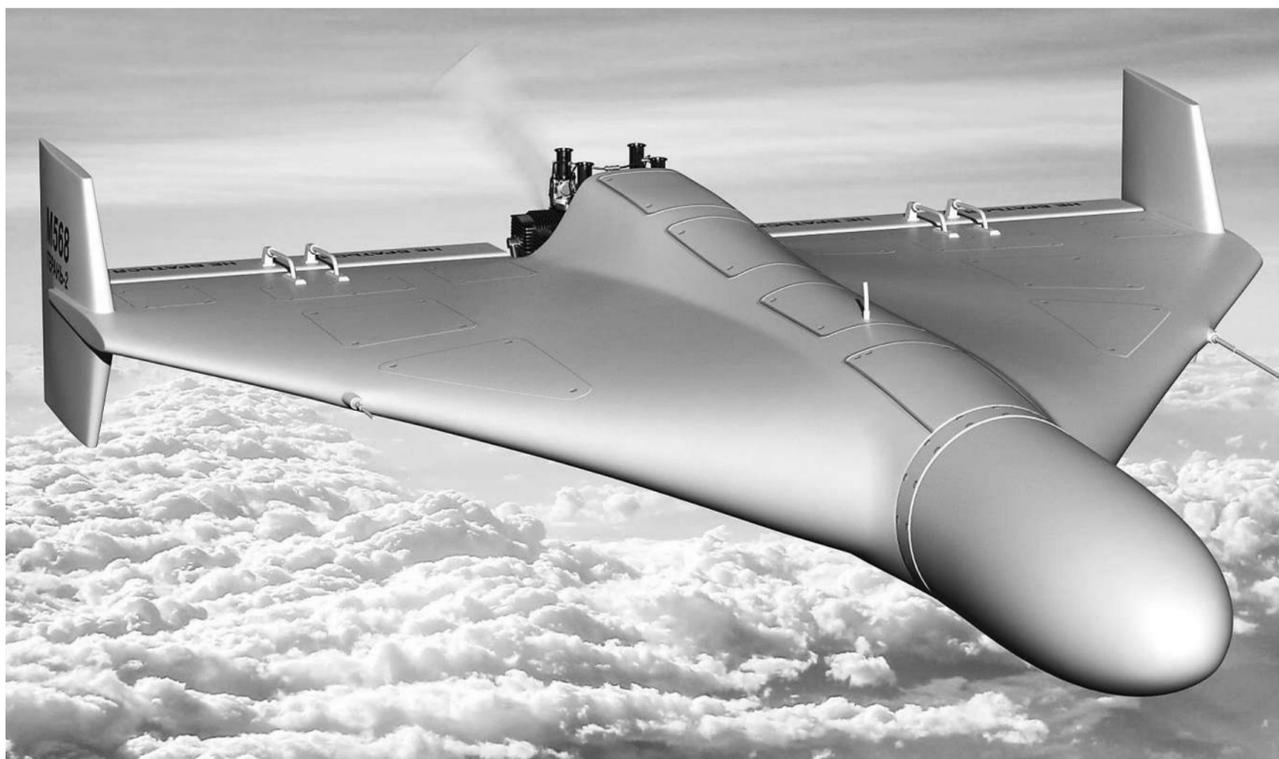
知、动态决策与自主行动。

在军事科技快速发展的今天,自主作战任务控制技术正推动无人机从“自动化”向“自主化”升级换代,成为无人力量战斗力快速提升的核心引擎。那么,究竟何为无人机自主作战任务控制技术?该技术对未来战场又将发挥怎样的作用?本期,让我们一探其发展来路、现状与前景。

从“自动化”迈向“自主化”——

无人机“智慧中枢”演进史

■张 鹏 王应洋 冯 波



应用了自主作战任务控制技术的俄罗斯“Geran-2”无人机。

供图:阳 明

多元导航技术融合,让无人机知道“我在哪”和“去哪里”

无人机任务自主化,首先要实现高精度的自主导航。这就要求融合视觉、天文和惯性抗干扰导航体系,使无人机在没有卫星导航的复杂拒止环境中亦能安全飞行。

古希腊渔民借助海岸线轮廓、礁石阴影与鸟类飞行轨迹判断航路,总结形成“海岸线导航法”。这种依赖自然标记远航的技术虽然原始,却奠定了视觉导航的基础。直至今日,汽车的自动驾驶系统仍借助计算机视觉,延续着先民“看路而行”的本能。

除了“看路而行”,亦可“抬头看天”。航海家们将星辰化为航标,开创了人类最早的天文导航;白天,靠太阳指路;夜间,靠星座指航;雾中,利用探锤测量水深辨别方向。例如,明朝时,郑和船队用乌木制成“牵星板”,测量北极星高度角,辅方位罗盘指路,实现“昼观日,夜观星,阴晦观指南针”的全天候航行。这种依赖天体与光学仪器的技术,虽受制于云雾,但能保证自身目标不轻易暴露,成为大航海时代的关键技术。

此外,惯性导航也在“导航家族”中占据重要位置。1687年,牛顿在《自然哲学的数学原理》中指出,当陀螺高速旋转时,其旋转轴的方向不变,具有“定轴性”。1904年,德国科学家安许茨利用这一特性指示方向,制造出首台陀螺仪。二战期间,为了让V-2导弹突破无线电干扰,德国工程师将陀螺仪与加速度计结合,实时计算导弹的运动轨迹。

1958年,美国核潜艇“鹦鹉螺号”潜入北极冰盖下,凭借惯性导航系统,完成了人类首次穿越北极的潜航,潜艇全程不浮出水面、不依赖星空,宛如深海幽灵般在水中游弋。在俄罗斯海军“白熊-2021”任务期间,3艘俄罗斯战略导弹核潜艇同时完成破冰出水任务。在环境恶劣的北极冰层下,潜艇能长时间航行并到达指定地点,依靠的就是惯性导航系统的自主性。

回望历史长河,人类逐渐掌握并应用了视觉导航、天文导航、惯性导航这3种导航方式。当前先进的无人机在导航定位方面,已经可以博采众长。当卫星导航失效时,无人机可以采用组合导航模式。视觉传感器识别地标、纹理等特征,并动态构建地图,实现“读图定位”。恒星敏感器捕捉天体光信号,像古代航海家借星辰定方向,反推自身绝对位置;惯性测量单元实时测量加速度和角速度,通过推算推算飞机位置、速度和姿态变化……这种融合视觉、天文与惯性的全自主导航体系,让无人机在复杂电磁环境中也能安全飞行。

智能感知与决策系统,让无人机拥有“眼睛”与“大脑”

明确了“我在哪”和“去哪里”的问题后,无人机实现自主任务控制的下一步,就是像人脑一样迅速、准确地识别出所处态势,进而分析如何行动。这一目标的实现,离不开无人机自主作战任务控制技术中感知与决策系统的进化。

探索开始于1944年。那一年,德军V-1导弹的机械式自动驾驶仪已通过预设航点,帮助导弹实现转弯操作。不过,该导弹不能感知周围的环境,如果导弹途中遭遇高射炮拦截,也不会随时转弯,依然“盲眼冲锋”,呆板地沿原路前进。这暴露了早期规划的核心缺陷,也让人们看到了提升装备对环境感知能力的重要性。

21世纪初,随着人工智能的快速发展,无人机开始真正走上“觉醒”之路。2021年,瑞士学者打破感知、建图和规划模块化设计思路,通过训练神经网络获得一种“端到端”方法,使无人机仅靠自带的传感器和处理器,就能穿越树林。无人机的决策能力有了显著提升,但遇到复杂任务仍需人类协助。

传统无人机识别目标时,遇到新型或伪装目标时容易出错。而拥有智能感知与决策系统的无人机,就像一个会推理的“战场侦探”。当发现可疑目标时,无人机能自动分析形状等图像特征,对比已知样本,判断其威胁性。

此外,智能感知与决策系统通过“迁移学习”和“因果分析”,能将已有知识应用到新场景,即使面对未见过的装备或隐蔽设施,无人机也能快速识别。这宛如为无人机上安装了“智能眼睛”,使其在复杂战场中也能精准锁定目标。

以俄军“图维克”无人机为例,目前俄军已将感知能力升维为决策链,该无人机可以编队穿越电磁干扰区,依靠“视觉/地形匹配”锁定伪装网下的坦克,误判情况大幅减少。无人机在攻击时,其搭载的人工智能系统同时执行红外传感器确认引擎余热、激光雷达扫描炮管轮廓、卷积神经网络比武器库数据三重感知验证。

某种意义上来说,从机械陀螺仪的懵懂探索,到小样本多模态的智能感知与决策,无人机的目标识别史实则是人类为机器赋予感官的历史。无人机自主作战任务控制中感知与决策系统的进化,恰似生命从单细胞感光到高等生物感官协同的演化重演。智能感知与决策系统就像无人机的“眼睛”与“大脑”,前者感知环境,后者选择行动,最终促使无人机完成从“自动化”向“自主化”的关键一跃。

智慧行动网络编织,让无人机不断拓展“应用边界”和“任务谱系”

目前,无人机在军事领域的应用越来越广泛,作为无人机战斗力快速提升的核心引擎,自主作战任务控制技术将在未来战场上发挥至关重要的作用。

在情报侦察方面,具备先进自主作战任务控制技术的无人机能够深入敌后,长时间潜伏并持续监视敌方重要目标。在卫星拒止环境下,无人机依靠天文、惯性和视觉导航技术精准定位,通过样本外目标感知识别技术,及时发现敌方的新装备、新动向,并将情报实时回传至指挥中心。这将为作战部队提供准确、及时的情报支持,协助指挥员提前制定作战计划,掌握战场主动权,为作战决策提供关键依据。

在电子对抗方面,无人机可以搭载电子战设备,在自主作战任务控制技术的指挥下,迅速抵达敌方电子设备密集

区域,实施电磁干扰和压制。通过对敌方雷达、通信等电子信号的实时分析和识别,无人机能够灵活调整干扰策略,瘫痪敌方的电子作战系统,为己方作战部队创造有利的电磁环境,增强己方在电磁频谱领域的优势。

未来,随着人工智能、传感器等前沿技术的持续融入,自主作战任务控制技术将不断拓展无人机的“应用边界”和“任务谱系”,推动智能作战进入崭新阶段。

在多传感器融合方面,无人机将搭载更加先进的传感器系统,融合多种类型的传感器数据,提高目标识别和环境感知能力。光学、红外、雷达等多种传感器的组合应用,将使无人机在多种复杂环境下准确识别目标,获取全面的战场信息。这将进一步增强无人机在军事作战中的情报侦察和目标打击能力,为作战决策提供更丰富、更准确的信息支持。

在智能化程度方面,无人机的自主决策能力将不断提升。未来,随着与AI模型深度融合,无人机将能够更加自主地应对各种复杂情况。例如,在面对敌方未知的防御策略时,无人机能够自主分析战场态势,实时调整作战计划,选择最合适的攻击方式和目标,成为更智能的机器战士。

从卫星导航拒止环境下的多元导航技术融合,到基于样本外目标感知识别技术的智能视觉认知,再到规划决策技术的智慧行动网络编织,每一项技术的进步都在不断提升无人机的自主能力和智能化水平。

不过,也有不少人担心无人机的自主化发展忧心忡忡:“科幻电影《终结者》里的场景要走向现实了吗?”

实际上,为了避免滥用自主武器,“人权界限的分配”始终是无人系统领域一个不可回避的重要课题——确保无人机的自主性始终在人类掌控之下。随着人工智能技术与无人机的不断融合,无人装备正在从“自动化”迈向“自主化”的道路上加速前行。既想借力人工智能实现无人装备自主作战,又担心遭其反噬,这将是武器智能化发展到一定阶段必须要破解的困局。

很重要的一点是:武器智能化的发展要有“度”。在武器设计研发之初,就必须周密审慎地考虑加装紧急情况下的人工干预控制“按钮”,制订复杂条件下的处置预案,提供自毁等保底手段,确保武器智能化的安全可控。

保障达人

立秋时节,暑热未消。某高原演训场上,一场夜间实弹射击演训正在紧张进行。突然,阵地上传来一阵刺耳的故障警报,现场气氛骤然紧张。

故障来自一台雷达车,现场技术骨干轮番上阵,却始终未能找到故障点。

“让我试试!”正当大家不知所措时,西藏军区某旅雷达技师王鹏文拎着工具箱赶来,钻进闷热的雷达方舱。

在战友们心中,王鹏文口中的“试试”,绝不是随便说说,而是拥有深厚专业知识储备的自信。

伴着扳手与螺丝刀的碰撞声,王鹏文迅速定位故障部件,判明故障原因,过了一会,雷达车恢复运转。

事实上,这位被战友们称作“雷达小百科”的技术能手,刚入伍时连碰一下雷达按键都犯怵。

2003年,王鹏文从云南入伍来到部队,成为一名雷达兵。一次专业协同抽考,看着操作台上的一个个按键,他紧张得额头冒汗,迟迟不敢下手,最终因动作失误导致整个班组考核失利。

“敢碰才能懂,敢试才能会。”复盘时,班长看出他的窘境,鼓励他不要有畏难情绪,告诉他沉下心来付出,专注提升专业能力,“有了扎实的专业基础,面对故障自然就会自信起来”。

王鹏文将班长的话记在了心里。拉开王鹏文的抽屉,8本学习笔记见证着那段刻苦钻研的时光:厂家技师来检修装备,他记流程、学操作,连拧螺丝的力度、测数据的角度都细心地一一记下,反复琢磨;新型雷达列表,他抱着说明书钻进方舱,将方舱内按键研究了个遍,硬是对着新装备“试”了整整3天,画出了第一份新老装备对比图……就这样,王鹏文一步步成为了雷达专业的技术能手。

去年,一场极限试验任务下达,王鹏文再次迎接挑战。操作方舱的桌子上堆放着数十套图纸,每套图纸上都用红笔圈画得密密麻麻。红笔圈画的地方,是一组组试验失败数据。数据旁边记录着一个个“偏差原因”:“信号干扰源未屏蔽”“参数切换延迟0.3秒”……

雷达班班长徐瑞记得,那段时间,王鹏文像着了魔,眼睛常熬得通红。

“错得多了,反而更清楚该往哪里使劲。”回忆当时,王鹏文这样总结。无数个日夜后,王鹏文完成试验任务要求,成功摸索出一套连续性记录侦察校射操作方法,极大提升了工作效率。

20多年“试”出真功夫。如今,王鹏文已经成为单位专业领域的首席教

「试」出来的「雷达小百科」

■冯 杰 本报特约通讯员 李 伦

西藏军区某旅雷达技师王鹏文——

练员,和战友们共同在高原上为雷达运行提供坚实技术保障。“试试”二字背后,是一名军人对专业技能的不懈追求和对使命的矢志担当。



王鹏文正在核对设备电路数据。张相奎摄

马克I型坦克——

“陆战之王”的战场首秀

■周 琼 刘芳芳

军工档案

英国博文顿坦克博物馆,一辆被修复过的马克I型坦克静静陈列。仔细端详,这辆坦克仿佛一只从钢铁与蒸汽时代爬出的机械巨兽,庞大的菱形车体由粗糙的铆接钢板拼接而成,每一块装甲板上都布满凸起的铆钉,在灯光下泛着冷硬的金属光泽。

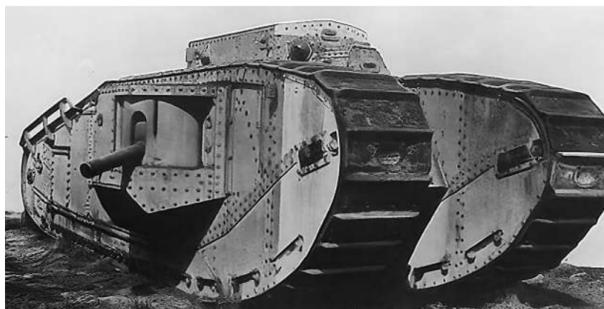
马克I型坦克被称为“坦克鼻祖”。它的诞生,终结了堑壕战的僵局,开启了机械化战争的时代。凝视这辆坦克车身上的弹痕,一段硝烟弥漫的历史徐徐展现在眼前。

一战爆发后,随着机枪、火炮和铁丝网的广泛使用,西线战场迅速陷入僵局——士兵们挖掘了绵延数百公里的战壕,任何一方的进攻都会在敌方机枪的交叉火力下变成一场屠杀。研制一种能抵挡子弹、突破堑壕、摧毁机枪阵地的装甲车辆迫在眉睫。

一战爆发后,随着机枪、火炮和铁丝网的广泛使用,西线战场迅速陷入僵局——士兵们挖掘了绵延数百公里的战壕,任何一方的进攻都会在敌方机枪的交叉火力下变成一场屠杀。研制一种能抵挡子弹、突破堑壕、摧毁机枪阵地的装甲车辆迫在眉睫。

尽管马克I型坦克存在诸多缺陷,但它证明了装甲车辆在战场上的价值。一战结束后,各国纷纷开始研发自己的坦克。二战中,德国的闪电战正是以坦克为核心,彻底改变了现代战争的面貌。时至今日,坦克仍是陆战场的主力之一,装甲突击与反装甲作战的博弈仍在不断演进。马克I型坦克开创的突破堑壕、支援步兵的作战理念,至今仍深深影响着战场一线火力支援装备的发展。

英国秘密组建“陆地战舰委员会”,开始研制这种新武器。1915年,英国工程师威廉·特里顿和沃尔特·威尔逊设计出了世界上第一辆实战坦克的原型——“小威利”。但它无法跨越战壕,于是他们又改进了“母亲号”,也



马克I型坦克。

资料图片