

# 让无人机像鸟儿一样成群结队飞翔

## 这支团队斩获挑战杯金奖

成千上万的无人机,在远程控制下仿佛被赋予生命,如雁阵般灵活变换阵型、躲避障碍,精准冲向打击目标。部队被各个击破,瞬间全军覆没……这曾是06年某科幻电影中的经典画面。如今,这一场景正在从荧幕走进现实。

日前,在第十三届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛中斩获金奖的“启元空间-MATRIX空地海无人化矩阵系统”(下文简称:MATRIX)项目,通过将生物群体逻辑植入智能机器人集群,实现了无人机大规模三维密集集群。

“启元空间”团队名称中的“元”字,来自指导老师、复旦大学工程与应用技术研究院(下文简称:工研院)副院长、智能机器人研究院院长甘中学所提出的“三元智能”(人、机、物三元群体)。

让无人机像鸟儿一样成群结队自由飞翔,达到人、机、物的协同智能,也是这支团队追求的智能涌现境界。

### 打造集群智能“国之重器”

机器人集群是指由多个具有独立控制系统的机器人组成的复杂系统,通过互相协作实现共同目标。集群机器人应用广泛,可以在侦察、探险、救援等领域完成人类难以完成的任务。

此前,集群作业系统普遍存在以下问题:应对环境干扰的能力差,单个个体的故障容易引起整个集群的连锁碰撞反应;基于空间二维的稀疏集群,在作业效率、防护能力、覆盖率等方面表现不佳;设备对不可见的目标不具备探测和跟踪能力。MATRIX系统项目针对以上痛点逐个进行突破。

“如果单纯实现定向迁徙任务,那么只需一群无人机飞过去就行,但是防御任务更加讲究覆

盖率,也就是期望上下前后左右的各个方位都需要有至少一架无人机,这样才能构筑‘铜墙铁壁’般的防御能力。”项目负责人之一、工研院博士研究生胡林强说,瞄准三维大规模密集集群的方向有极高的现实必要性,只有实现三维空间中有序且密集的集群,才能提高整个系统的竞争力。

“无人机群体形成自组织集群,往往会产生全局性的涌现特征,这些行为或特征不是单个个体行为的简单叠加,而是由集群中的多个个体相互作用、协作而产生的。”工研院博士研究生周子清说,MATRIX系统中的无人机像雁阵一样稳定飞行、彼此照应,遇到危险时还能根据形势灵活变换阵型、互不干扰,可应用于集群防御、护航、搜索救援等多种场景。

MATRIX系统中共有30多台、5种类型的无人机。各类无人机在集群中承担不同类型任务。其中,既有折起来就能背在身上的单兵机器人,还有能灵活变形的两栖机器人,也有适用于海陆空场景的三栖机器人,这极大地拓展了集群系统的使用范围。

下一步,团队将继续瞄准三维大规模密集集群方向,让集群控制个数由30个逐步向100个、200个拓展,旨在提升集群规模和抗干扰能力,让系统更好地进行集群作业。

### 破解集群智能控制核心难题

诺贝尔奖获得者Parisi通过研究欧椋鸟的群体飞行,发现鸟群的形态虽然复杂多变,但其群体飞行的机制却是简单的——每只鸟只用根据周围几只鸟的位置和速度来调整自身的运动状态,就能在群体层面涌现出复杂的形态。



MATRIX项目团队成员经过两年多的研究,将自然界中生物种群的自组织特性赋能于无人机集群,让无人机集群在飞行时像鸟群一般有序,成功破解群体以三维密集形态飞行这一核心难题。除获得国赛金奖之外,团队还发明了集群智能控制相关技术和核心算法,并拥有自主知识产权,近年获得相关专利超14项。

项目成员来自机械、计算机、管理等多个专业。在理论探索层面,还有工研院博士后欧阳春等具有机器人、人工智能背景的青年教师作为“智囊团”,为项目推进源源不断注入力量。

在欧阳春的带领下,项目团队聚焦于复杂系统集体行为涌现和智能涌现机理,完成多智能体分布式控制和自组织控制模型的构建,模拟生物群体飞行机制实现群体的协商、协调,化解冲突,实现同步、定向运输群体智能控制行为。

高标准、严要求、肯吃苦、拼命干,是对这支队伍最贴切的概括。在欧阳春的鼓励下,从最初的多栖机器人自主智能控制,到无人机大

规模集群的自适应编队、导航,学生们不断进行探索研究。

MATRIX项目的线下测试同样不易。由于无人机的试飞场地要求较高,团队时常从上海赶往外地开展实验。去年一整年,团队的部分成员几乎都在实验场地度过。为了更好地记录无人机的飞行轨迹,拍摄延迟摄影的图像,实验常常在深夜开展,有时还会因天气原因被迫中止。

“科研的道路从来都不是平坦的,拥有勇往直前、破釜沉舟的勇气,才能攀登科研高峰。”欧阳春说,在备赛过程中,团队成员们经受了身心的双重考验,锻炼出了艰苦奋斗和不怕困难的品质。

### “新工科”要培养发明创造人才

依托复旦多学科基础研究的优势,工研院正在系统化、集成化开展跨学科多领域合作,培养优秀的“新工科”科学家、发明家、工程师和创业领袖,瞄准面向国家重大需求的前瞻性、关键性、创造性工程与应用,为“新工科”建设积蓄力量。启元团队正是在这样的科研氛围中成长起



来的典型案例之一。

“新工科”,到底新在什么地方?甘中学认为,“新工科”新就在“发明创造”这四个字上,这既不同于理科,也不同于传统的工科,而是要“构建发明创造工程,突破学科交叉融合”。因此,在人才培养过程中,他格外注重培养学生发明创造的能力,希望学生能够成为“引领者”,而非被动追随、人云亦云。

甘中学提出,“新工科”重点要培养四类人,分别是工程科学家、发明家、产业领袖和工程师,这四类人并无高下之分,也没有“哪个要培养哪个不培养”之说,重点是培养学生特点因材施教。

为国为民、利国利民,是启元团队不变的追求;强国之刃,护国之盾,是他们不懈追求的目标。未来,这支年轻的科研队伍仍将不断深耕跨域跨介质的机器人集群技术领域,把“开启一个集群智能和集群系统广泛推广普及的新纪元”的美好愿景化为现实。

本报记者 殷梦昊  
实习记者 严静雯  
实习记者 韦翔滢 摄

## 综述复杂网络中的信号传播研究进展

日前,复旦大学类脑智能科学与技术研究院纪鹏研究员联合中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心穆宇研究员、华东理工大学唐漾教授、华为公司孙杰研究员、复旦大学Jurgen Kurths特聘教授等,综述了复杂网络中信号传播的理论研究进展和其在

多个领域的应用。相关成果以《复杂网络中的信号传播》(“Signal propagation in complex networks”)为题在《物理报道》(Physics Reports)杂志上发表。

从信号传播的角度出发,总结归纳复杂系统领域最新成果的这篇综述,在该领域研究迭代

二十余年的当下,具有重要的意义:不仅有助于进一步推动复杂系统这一充满活力的研究领域的发展,同时也能在一定程度上为相关领域科研人员引导未来的研究方向。

来源:类脑智能科学与技术研究院

## 提升聚合可控性有新进展

3月27日,复旦大学高分子科学系、聚合物分子工程国家重点实验室陈茂课题组在《自然合成》(Nature Synthesis)发表研究论文,实现大宗氟烯烃单体的活性自由基基聚合,揭示氧化还原接力催化体系有助于提升聚合可控性。

该研究工作表明合理设计热活化延迟荧光(TADF)催化剂分子结构,降低单线态-三线态能量差,有助于促进催化循环的单电子转移还原淬灭过程,有利于加强对分子量分布的控制。来源:高分子科学系

## 将脉冲神经网络应用于文本分类任务

日前,复旦大学计算机科学技术学院自然语言处理团队郑晓庆和黄菁菁老师等在脉冲神经网络方面的研究工作被机器学习顶级国际会议ICLR 2023录用。该项工作较早验证了脉冲神经网络在语言处理任务上

的可行性,并且发现脉冲神经网络天然具备较高的对抗鲁棒性。

目前少量研究已经表明脉冲神经网络在图像分类任务上的有效性,然而由于文本的离散表示和长度可变等特性使得脉冲神经网络一直较难处理自然语言方面

的任务。针对上述问题,复旦大学计算机科学技术学院自然语言处理团队提出了“转换+精调”的两步训练方法,成功将脉冲神经网络应用于文本分类任务,其性能媲美相同结构的深度神经网络。来源:计算机科学技术学院

## 转录调控研究获突破

4月19日,复旦大学生物医学研究院陈飞团队在《细胞》(Cell)子刊《分子细胞》(Molecular Cell)上发表研究论文,揭示了多亚基蛋白复合物INTAC的RNA内切酶和磷酸酶两个功能模块在转录调控中扮演了不同的角色。

作者利用实验设计,将INTAC复合物的两个催化模块区分开进行研究,发现INTAC的RNA内切酶和磷酸酶模块在转录调控中具有广泛但不同的作用。该研究为将来进一步认识和研究转录调控过程提供理论基础。来源:生物医学研究院