

无传感器亦可感知

■本报记者 卜叶

互联网与手机相连的一刹那,科研人员想象世界被无限扩大。互联网这台巨型计算机,以超乎寻常的速度收集、计算、存储着人类的一切信息,并通过手机等终端源源不断向外输出。

伴随着智能化社会的来临,实现对目标的无线非接触感知成为热点话题。近年来蓬勃发展的可穿戴设备一定程度上解决了人体感知的燃眉之急,但北京大学计算机系讲席教授、欧洲科学院院士张大庆等科研人员并不满足于此。

Wi-Fi、4G、5G 无线信号越来越普及,覆盖的区域越来越广,是否能够通过这些已有的基础设施实现更广泛、更经济、更高效的非接触智能感知和交互呢?这一想法涌上越来越多普适计算科研人员的心头。

广阔的应用潜力

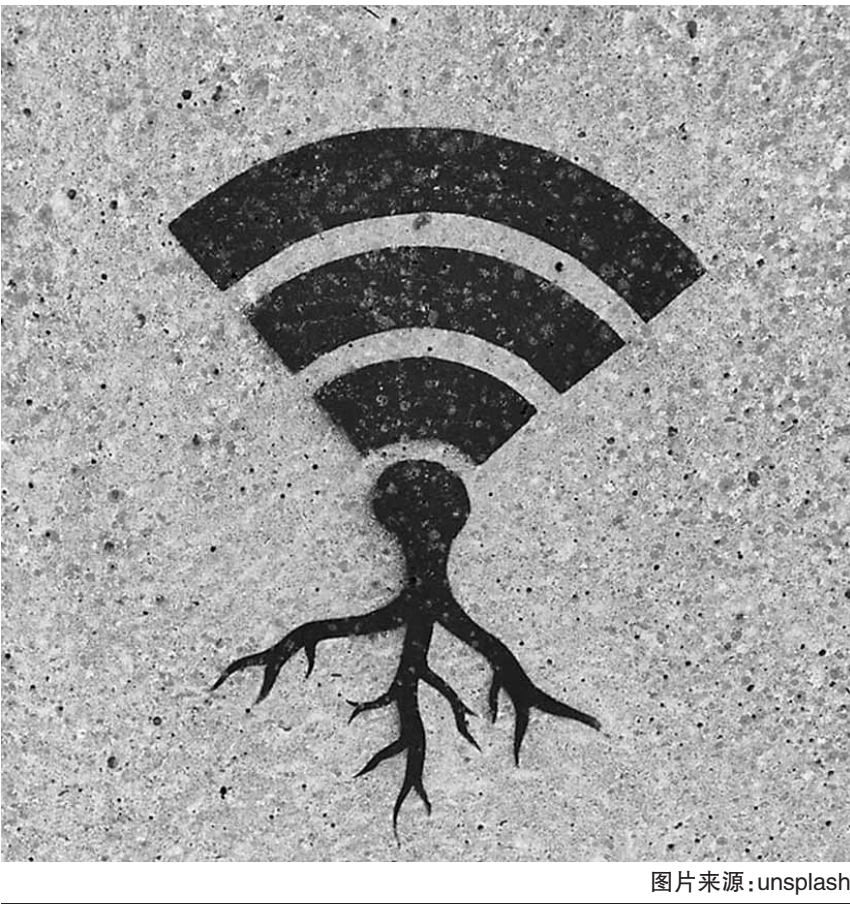
近日,工业和信息化部公布的一组数据显示,我国累计建成 5G 基站超过 71 万个,独立组网模式的 5G 网络已覆盖全国所有地市,5G 终端连接数超过 2 亿户,户均移动互联网接入流量较 4G 用户高出 50%。人在哪里,5G 基站就在哪里,已逐步成为现实。此外,第 47 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,我国网民用户接近 10 亿,互联网普及率达 70.4%。

西北工业大学计算机学院教授郭斌表示,以前人们需要借助传感器、可穿戴设备等,以后有望不依赖这些设备而是通过环境中泛在的无线信号实现智能感知,而目前我国已经初步具备客观条件。

面对开发更加轻便的感知设施的现实需要,南京大学计算机科学与技术系教授谢磊也认为,Wi-Fi、4G、5G、RFID 等无线信号主要依赖于从环境中获取的能量完成计算、感知与通信,无需电源对终端节点持续供电,在续航、部署、维护等方面拥有可穿戴设备等传统有源感知无法匹敌的潜在优势。

基于 Wi-Fi、4G、5G、RFID 设施的无线非接触感知,指利用无处不在的无线电磁波信号在环境中传播时因感知目标的存在而产生反射、衍射以及散射等现象,通过对无线接收端收到的信号受感知目标的影响在振幅、相位等特征上发生相应的变化进行检测和分析,从而实现对感知目标的非接触智能感知。

“该技术在智能家居、智能医院、智能办公、智能酒店、智能仓库等领域有巨大的应用前景。”张大庆介绍,在健康、医疗方面,无线非接触智能能够长时间地监测人的呼吸、心跳、睡眠、预测



图片来源:unsplash

“以前人们需要借助传感器、可穿戴设备等,以后有望不依赖设备而是通过环境中泛在的无线信号就能实现智能感知,而目前我国已经初步具备客观条件。

和预防失眠、呼吸骤停等疾病。在人机交互方面,无线感知可以精确进行手势控制,从而将用户的手从现有的二维触摸屏扩展到三维空间,实现远距离的、自然丰富的人机交互,替代现有的遥控设备。在行为识别方面,无线信号可以用于室内人的定位及活动监测,同时识别目标的行为,检测目标的活跃度、跌倒和常卧不起等异常情况。在安防监控方面,无线信号能有效进行入侵、有无人在等检测,用于住家和仓储环境。

目前,张大庆团队已经在居家养老、医疗健康领域展开应用探索。他介绍,依赖泛在的无线信号,可以在老年人不穿戴任何设备、完全自然的环境下,实现对人体生理信息和行为等的感知,以及随时随地的情境识别,于无形中完成对老年人的健康信息采集并提供智能服务。

多目标识别的挑战

在对 RFID 无线感知的研究中,谢磊团队发现,仅依靠单个 RFID 标签的反向散射信号特征很难对感知对象实现全面、综合、深入透彻的无源感知。这是因为同一感知情境在设备摆放位置和朝向不同的情况下,信号受到的影响不同。

据悉,RFID 是一种非接触式的自动识别技术。它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别工作无须人工干预,可应用于各种恶劣环境。谢磊团队将多个 RFID 标签以接触或非接触的方式有效部署在感知对象周围,形成“RFID 阵列”进行感知。

谢磊介绍,基于 RFID 可标记的特性,能够有效区分 RFID 阵列中每一个反向散射信号的来源。此外,根据 RFID 阵列中标签之间的拓扑关系和来自每

个标签的信号特征,还可以构建 RFID 雷达,对接收到的感知信号进行“去伪存真”“去粗取精”,充分还原感知对象状态变化的真相和细节,实现全面、综合、深入透彻的可标记无源感知。

近年来,国内外无线感知技术发展迅速,郭斌团队对人类身份的识别的准确率也达到 80%以上。然而,面向真实环境的感知普遍存在动态性、复杂性和不可控性。当前大多数无线感知技术多基于未标记的反射信号进行感知,并不能有效区分多个反射信号的具体来源,即无法同时识别多个目标。这也导致应用场景大大受限。

日前,由哈尔滨工程大学(以下简称哈工程)水下机器人技术国家级重点实验室牵头的海洋机器人集群智能协同技术项目群成功让海洋机器人学会了团队协作,流畅的典型任务演示顺利通过了海试验收。

这标志着我国海洋机器人集群智能协同技术取得实质性突破,并达到了国际先进水平,在国内首次实现了海洋机器人集群智能协同架构模式从集中式(有中心)/混合式发展为分布式(无中心),系统协同智能化水平从半自主升级为全自主,适应任务场景及环境从确定结构化拓展为未知非结构化。

向理论模型要答案

“此前的技术创新和迭代大幅提升了无线感知的性能,但精确感知多情境、多目标还需要建立系统的理论体系,而目前本领域仍缺乏系统的、准确刻画人类活动和环境变化对接收无线信号影响的理论模型。”张大庆说。

他指出,理论感知模型能够刻画感知目标活动和射频信号在时间、空间、频率等信号域的潜在关联性,量化和度量相关特征参量之间的数理关系,有效指导无线感知的发展。

面对无线非接触感知领域存在的挑战,张大庆团队提出基于菲涅尔区的反射和衍射理论模型,揭示了 Wi-Fi、4G、5G 等无线信号感知的极限和基本原理,奠定了用 Wi-Fi、4G、5G 等无线信号实现毫米级人体活动感知的理论基础。在无线感知关键技术方面,他们围绕 Wi-Fi 感知的多径信号分离及参数估计问题,提出了针对 Wi-Fi 信号的动态能量估计技术和多普勒频移参数估计技术,可对人的位置和运动速度进行准确的估计。

此外,研究团队还提出了基于 MI-MO 的天线信号变换模型,从根本上提高了无线感知信号的质量,有效地减小了信号振幅上的噪声和相位上的误差,显著增大了无线感知的范围和距离。

张大庆表示,最初无线信号本是为通信设计的,而今科研人员发现其在感知领域的新用途,但这些并不是应用的终点。他相信,随着通信感知一体化的到来和无线感知收集的数据不断积累,其价值将远超人们的想象。



分布式全自主型海洋机器人集群智能协同技术演示系统

海面上,多个海洋机器人列队出征。它们通过组网通信共享信息,随着作业情况的不断改变,快速变换着独特的队形,在线执行的观察、调整、决策、行动等动作一气呵成,最终完成协同探测、作业等任务。这些长着“大脑”和“眼睛”的机器人可以完全自主作业,不需要人的干预。

平均年龄 26 岁的“群智团队”

受 2020 年疫情的影响,项目群研制时间被大大缩短,本就困难重重的系统研发、海试工作难度系数再次升级。

群智团队共 20 余人,平均年龄只有 26 岁。团队中很多研究生从 2020 年 6 月一直到海试结束的 200 余天,仅仅休息过几天。有的研究是为了完成任务,几次将手术延期。最终,他们不负重托顺利完成了科研任务。

领衔组建“国家队”

海洋机器人集群智能协同属于“人工智能+海洋无人系统”深度融合发展的一项基础性、创新性技术。作为引领未来装备发展、作业模式变革的一项前沿颠覆性技术备受各国关注,也是我国“十三五”期间一项具有标志性意义的科研项目。

海洋机器人集群智能协同技术项目群包含 4 个项目,系统庞大、涉及关键技术众多、复杂性高。为此,哈工程水下机器人技术国家级重点实验室联合多家业内优势单位组建了一支国内一流的科研攻关团队。

就像自然界中鱼群、狼群、蜂群一样,海洋机器人也“长着”耳眼、大脑和手脚,具备环境感知、自主决策和执行任务能力。海洋机器人集群系统使这些智能机器人实现了互联互通、态势共享、群策群力,从而在未知的海洋环境中全自主地完成协同探测、作业等任务。

“2 个或多个机器人协同作业,不是简单的功能叠加,而是产生 1+1>2 的群体智能效应,以及全新的协同行为模式,从而完成更加复杂的协同任务。”据集成员项目负责人哈工程船舶工程学院教师廖煜雷介绍,他们的集群协同技术能支持至少 50 个机器人

共同作业。“机器人可以随时加入或退出集群,集群系统自主快速重构并重新分配任务,从而改变作业规模或效率;同时,机器人集群协同技术可实现机器人全自主操作,也可根据需求实现人机相互协作。

让海洋机器人学会团队协作

群智团队共 20 余人,平均年龄只有 26 岁。团队中很多研究生从 2020 年 6 月一直到海试结束的 200 余天,仅仅休息过几天。有的研究是为了完成任务,几次将手术延期。最终,他们不负重托顺利完成了科研任务。

经过近两年的攻坚克难,他们突破了信息共享、协同感知、敏捷编队、协同决策、人机协同、作业策略、系统集成等核心技术,成功研制出具备多协同任务模式、多智能模态、弹性可重构的海洋机器人集群智能协同技术演示系统,推动了海洋机器人集群智能协同的理论创新及技术发展。

“我们是站在巨人的肩膀上前行。”据决策项目负责人哈工程船舶工程学院副院长李晔介绍,“我国第一代智能水下机器人名叫‘智水’,是水下机器人的奠基人、中国工程院院士徐玉如带领团队呕心沥血开发出来的。我们给新一代海洋机器人集群智能协同技术演示系统取名为‘群智演示系统’,寓意着传承和群体智慧。”

数字人民币的战略价值与推进策略

■王伟玲

近日,数字人民币试点在深圳、苏州、上海和北京冬奥会场景中顺利推进,意味着数字人民币时代即将到来。数字人民币作为现金的替代货币,既可作为支付手段,也可以电子形式转移、储存或交易。未来,数字人民币的使用和流通,小则关乎每一位消费者日常吃穿住行的消费,大则关乎跨境贸易支付,甚至是国家货币政策的宏观调控。

新冠肺炎疫情加速了数字经济的发展,各类“非接触式”的数字经济形态让人们的生活更加便捷,在数字经济中居于核心竞争地位的数字货币备受各方关注。面对数字人民币时代的加速来,理性分析发展数字人民币的战略价值,提出应对建议,对加快推进数字人民币发展具有重要意义。

推动数字人民币发行关乎国运民生

数字人民币是顺应货币发展规律的因应之策。纵现货币发展史,技术迭代是货币形态演变的主要推手。每一次新技术的出现,都对货币形态产生深刻影响。计算机和网络技术的发展,促使电子支付和数字货币得以迅猛发展。每次货币形态演变后,新币相对旧币都有不可比拟的天然优势,数字货币也不例外。

一是成本低。数字人民币通过“数字印钞机”去除了纸币高昂的生产成本,通过区块链技术具备了去中心化特点,不需要任何类似清算中心的中介机构处理数据,特有的“价值特征”可实现秒付,去除了高昂的流通成本。

二是监控效率高。数字货币可实现全面的资金流数据,可对流通资金通过追溯与追查,精准打击洗钱、贷款炒房、挪用公款、资金非法往来等现象。此外,借助大数据技术深入分析资金流向,可为货币投放、存款准备金、利率等政策制定提供有效依据。

推行数字人民币是供给侧结构性改革的关键举措。伴随着数字化浪潮的汹涌而至,特别是新冠疫情影响下无接触经济的迸发,消费者拥抱银行数字化服务的速度日趋加快。据麦肯锡调查发现,在亚洲发达市场,58%~75%的客户在线购买了银行产品,更多的客户愿意尝试全面数字化产品;50%以上的活期存款账户和信用卡客户表示,如果数字服务提供商不能给出有吸引力的产品和方案,他们会从现有银行转换至少三分之一业务。一言以蔽之,数字银行将对传统银行产生实质性威胁,数字化成为银行获客的必选之路。

近年来,阿里、腾讯等科技巨头凭借强大的技术优势和庞大的客户规模,逐渐成为终端用户的支付首选。如何在数字竞争中实现突围,成为传统金融机构必须面对的现实问题。世界各国积极部署数字货币发展,特别是脸书天秤币的推出,给世界金融体系带来剧烈影响。

究其原因,天秤币基于“点对点”的交易方式可不经由商业银行完成所有权的转移,将对国内现有金融体系形成替代。面对错综复杂的发展形势,数字货币将改变现有的货币供应结构、货币流通速度和货币创造机制,成为金融业供给侧结构性改革的重要着力点。

数字人民币是人民币国际化征途的适时之举。目前,美国凭借 SWIFT 国际资金清算系统,牢牢控制着全球货币结算体系。据不完全统计,90%的国际贸易结算和 60%的世界外汇储备都通过美元操作,而人民币的比例仅为 2%。脸书天秤币仍以美元为重要权重,如落地后将进一步强化美元的霸权地位,形成全球范围内超主权货币,直接侵蚀我国货币主权。

数字人民币作为全球第一个以主权国家货币为锚的数字货币,将为提升人民币在国际货币格局中的地位带来

新机会。

从技术上看,有利于提高人民币的国际支付市场份额。数字人民币基于区块链技术,以集中式分账式账本和分布式银行分类账系统为媒介,减少中介机构介入,绕开以美元为主导的国际支付清算系统,实现去美元化发展,形成以中国主导、多方参与的新货币贸易体系。

从场景来看,数字人民币出海基础良好。我国与东盟国家、“一带一路”沿线国家的贸易往来频繁,为数字人民币海外推广提供了坚实的贸易渠道。冬奥会、亚运会、全国 21 个自贸区围绕跨境金融积极探索,为数字人民币跨境支付使用创造了有利条件。

加快推进数字人民币发展

一是加强数字人民币技术研发力度。技术是数字人民币有效流通的基础支撑。围绕数字人民币系统建设,强化技术研发,推动数字人民币技术体系不断升级。要加大对分布式账本技术的研发力度,提高系统的实时交易处理能力,借鉴吸收分层混合技术以及国内成熟的第三方支付系统架构,确保数字人民币稳健流通。要以分布式账本技术为基础,从系统的通信安全、信息安全、数据安全、交易安全和终端认证安全着手,建立稳定、安全的加密算法体系,确保数字人民币供给端和接收端的安全、稳定和可操作性。要面向数字人民币,支持发展一批权威有效的技术安全评估机构,以评促建,以评促优,为数字人民币技术安全保驾护航。

二是完善数字人民币金融制度体系。制度是数字人民币健康运行的有效前提,有必要大力推动数字人民币相关制度建设,保障数字人民币可持续发展。要建立完善数字人民币相关法律法规,以立法的形式,明确数字人民币的



王伟玲

法定货币地位,破解所有权转移等关键问题,为央行数字人民币的发行、流通、使用和监管提供法制保障。要建立健全数字人民币监管机制,明确相关监管部门的职责和分工,保持监管的灵活性与开放性,以有效应对数字人民币流通的种种风险和挑战。要针对数字人民币造假和洗钱等问题,制定出台专门的法律规章,完善相关监管体系,减少因法律和监管缺失带来的制度风险。

三是优化数字人民币推广流通环境。推广是数字人民币普及的必经之路。数字人民币对终端设备和公众使用技能上有一定要求,需要多措并举、循序渐进地推进,积极营造数字人民币流通的良好环境。要为数字人民币推广提供充分的政策保障和资金支持,形成广泛细微、覆盖线上线下的服务模式,提高不同应用场景适应性。要加强数字人民币宣传力度,通过电视、广播、自媒体等多种媒介,向公众宣传数字人民币具体操作、风险防范等知识,提高公众对数字人民币的支持度和接受度。

(作者系中国电子信息产业发展研究院研究员)

人工智能“看透”猴子脸

本报讯(记者袁一雪)人脸识别技术正在飞速发展。西北大学却不走寻常路,利用人工智能(AI)技术对秦岭地区数千只川金丝猴进行猴脸识别。

如何能够准确、快速地对野生动物进行个体识别,实现连续的“焦点动物取样”和个体全覆盖的“全事件取样”,从而科学地认识并据此开展动物保护工作,一直是全世界动物学家向往但又无法突破的难题。

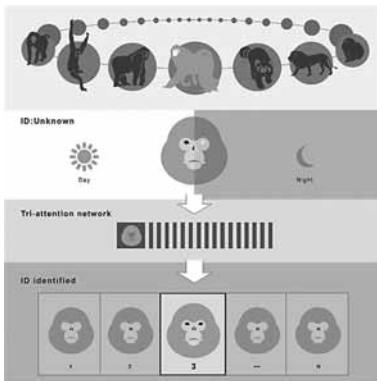
西北大学生命科学学院教授郭松涛针对这一前沿问题,与计算机科学领域的专家深度交叉融合,建立动物 AI 研究团队。该团队基于金丝猴研究团队长期对该物种特征的研究结果,提出具有关注机制的深度神经网络模型,首次开发出基于 Tri-AI 技术的金丝猴个体识别系统。

“系统颠覆了依靠动物斑纹、颜色、伤疤等个体特征或人为标记特征的传统方法,实现了对野生个体的准确身份识别和连续跟踪采样的功能。更重要的是,该系统在理想条件下实现‘无观察者干扰效应’的动物学研究提供了可能。”郭松涛在接受《中国科学报》采访时说。

相较于人脸识别,猴脸识别技术难度在于金丝猴的脸部皮肤带毛区域多,且毛发区域相对更明显,纹理特征更复杂,对识别系统的深度学习能力提出了更高的要求。

“我们需要数量更多、质量更高的个体图像样本,来提高识别率。”研究团队负责人李保国解释道,“野外环境很复杂,金丝猴不会主动配合,拍到好的图片和视频比较难。我们的目标是拍摄到每一只秦岭金丝猴的图像样本,通过猴脸识别技术完成对秦岭金丝猴的识别。”

目前,猴脸识别技术处于实验推广阶段,可识别约 200 只秦岭金丝猴。“该系统已经对灵长类的 41 个代表性



科学家基于深度神经网络模型进行猴脸识别图

物种和 4 种食肉动物群体进行了适用性验证,平均识别精度达 94.1%。”西北大学动物科学与技术学院副教授许鹏飞说。

现在,Tri-AI 系统不仅可以应用于多个类群的不同物种,还可实现夜间连续无碍观测。该技术极大地提高了个体数据分析效率,为动物学研究提供新的技术方案,也为实现野生动物保护和智能管理提供可靠的技术支撑。

目前,该项工作已经进入应用到推广阶段。一方面,已初步完成“动物个体识别”系统(V1.0)的开发,并在多处秦岭金丝猴分布地用于多个种群、上千只个体的识别和记录,开始启动建立秦岭金丝猴个体信息库的工作;另一方面,该项工作进一步扩展应用行业和范围,结合野外和圈养条件下识别动物的不同应用场景与需求,进行个性化识别功能的研发,并在动物精准识别的基础上实现动物保护、饲养、繁育和研究的精细化管理。

相关论文信息:https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101412