[电网作业]

基于可穿戴式传感器和视频监控的电网作业人员安全监管技术研究

文/国家电网有限公司　孙　杨
北京国网信通埃森哲信息技术有限公司　刘　暘　韩毅平

智能可穿戴设备在现在作业中的应用，能够确保对设备的正确操作，加强安全生产，避免误操作事故的发生，减少因事故而产生的直接经济损失。

国家电网公司近期通过的《信息通信新技术推动智能电网创新发展行动计划》中明确提出："要突破状态感知及实时传输同步技术，提升输变电智能化水平，在智能化现场作业等方面开展典型应用研究，实现输变电智能化重点突破，推动输变电运维检修方式转变。应用移动互联、智能可穿戴等方面的新技术，研究输变电设备现场运维检修作业智能感知与移动交互的新应用，提高巡视、检修、试验和检测安全性、便捷性和准确性，提升运维检修智能化水平。"

目前，供电公司在现场检修及日常巡视等方面，根据《电业安全工作规程》规定，按照"两票"及监护人制度进行现场作业。随着杭州地区经济的不断发展，日常工作任务不断增加，一些新员工在现场作业中仍然存在操作任务不明确，专业技术水平薄弱，操作不熟练，未严格执行操作票，导致误操作的发生。

国内研究水平综述

中国可穿戴行业作为一个新兴领域，发展态势整体向好，但仍处于概念火热、市场反应冷淡的阶段，存在产业链脱节，未能形成闭环的问题。从目前市场情况来看，上游零组件厂商反响积极，包括芯片设计、小尺寸面板、射频技术和传感器等各厂商，纷纷推出专门针对可穿戴设备的解决方案。而下游品牌开发商大多是创业型小企业，对方案厂商的依附程度较高，自身缺乏研发与技术支持。因此下游开发商的需求与上游厂商提供的解决方案难以匹配，从而影响技术的进一步发展。此外，国内缺乏大型龙头企业带头整合产业链，而新兴的创业企业缺乏相应财力、技术实力和品牌号召力来单独构建生态链。

头戴式可视设备在消费级市场应用主要偏向于生活辅助及娱乐业，在企业级市场的应用目前还不是十分广泛，主要原因有三点：①头戴式可视设备在研发和制造过程中投入很大，目前还未进入量产阶段，设备的费用较高，难以在企业庞大的员工群体中实现大范围的推广和应用；②工业领域的应用面临大量的现场作业，受到使用环境、场景、时长及作业人员操作水平等多方面的影响和限制，难以针对复杂的应用场景研发普遍适用的头戴式可视设备；③头戴式可视设备在企业中的应用依赖于高速稳定的无线通信通道进行语音、图像和视频等多媒体信息交互，一些高级应用还需依托高速的数据处理、计算集群以及丰富的数据分析与价值挖掘场景，部分企业短时间内难以具备这些基础条件，这使得头戴式可视设备的应用受到一定限制。解决上述问题，可以充分利用头戴式可视设备在操作性方面的巨大优势，选择两到三个应用场景进行试点，开展关键技术的研究工作，解决头戴式可视设备在工业领域应用的重点及难点问题，提高现场作业

的安全性与便捷性，提升头戴式可视设备在相关场景的应用价值，进而扩大应用场景并在行业内进行推广，最终实现安全、智能、高效、便捷的现场作业。

目前，部分电力公司为运检作业人员配备了PDA（Personal Digitel Assishant），可以提供即时通信功能，文件、图片、音频和视频等多媒体信息交互功能。由于现场作业的特殊性，PDA往往无法解放现场作业人员的双手，满足其第一视角的需求。同时，PDA设备功能还不尽完善，例如无法同时实现远程视频交互与现场视频回传，无法帮助进行工作区域管控与人身安全监测，只能采集二维图像、视频信息，无法捕捉三维信息，缺乏红外测温功能等。未来，需要更加先进、智能、多用途的设备满足安全、智能、高效、便捷的运检作业的需要。

技术关键点与难点

1．头戴式可视设备在运检中的应用及关键技术研究

电气设备的三维图像识别。电气设备的三维图像识别是指，根据电气设备的三维图像信息，对设备的类型进行判断。提取物体的形状特征是三维物体识别的难点，置于复杂场景中的三维物体受背景干扰使形状特征的提取难度更大，且形状特征提取不全时识别的鲁棒性差。本课题的解决思路是将形状与颜色特征结合，共同用于三维物体的特征提取，匹配识别时采用链码提取物体形状特征作为神经网络的输入，提高图像识别的准确率。

2．智能手环在人身状态监测中的应用及关键技术研究

关键点及难点：高精度定位与信息实时回传技术。变电站内部电气设备较多，电磁环境复杂，且多处于室内环境，普通定位技术难以满足区域管控的要求，本课题需要研究超宽带脉冲定位技术，实现人员的高精度实时定位，研究复杂电磁环境及野外环境下的实时通信技术，确保人员的定位等信息实时回传。

高速大数据流计算的响应速度和处理能力的提升。智能手环采用实时监测，手环数量达到一定规模后，产生的高速大数据流的数据量异常庞大，生成速度非常快，在目前大数据处理技术中，针对于大数据量的高速数据流的处理，基本上是利用单点的内存计算或流计算技术，其响应速度和处理能力并不能达到实际应用的要求，因此，关键在于大并发环境下满足要求极高的复杂数据分析计算的实时性。

3．移动智能终端在运检作业中的协同应用及关键技术研究

复杂异构数据的计算、处理技术研究。复杂异构数据的计算、处理技术难点在于需要分析的数据量庞大，数据类型涉及结构化数据、半结构化数据和非结构化数据，数据类型纷繁复杂，数据计算、处理的实时性要求高，需要针对业务场景，利用复杂多源异构数据处理技术以及机器学习理论进行研究。本课题的解决思路是，利用分类、聚类、半监督学习、多核学习和特征选择等技术实现对复杂多源异构数据的计算、处理。

成果推广后的直接与间接效益

本项目研究成果的应用和推广，将为电网的运行、电力公司的发展带来显著效益：智能可穿戴设备在现在作业中的应用，确保对设备的正确操作，加强安全生产，避免误操作事故的发生，减少因事故而产生的直接经济损失。避免操作事故的发生的间接效益在于①电力安全生产影响各行各业和社会稳定；②电力安全生产影响电力企业本身，事故的发生会增加各种费用的支出，其结果是成本上升，效益下降。EA

（收稿日期：2018.07.18）

（编辑：白文亭）

欢迎订阅　欢迎投稿　欢迎刊登广告