深圳大学电子与信息工程学院副教授张晓:

科研的意义藏在一块小小的手表里

很多家长都给孩子买儿童手表,深圳大学电子与信息工程学院副教授张晓也不例外。作为一名父亲,他给孩子买手表的原因和千千万万家长一样:想知道孩子去哪儿了,心里踏实。但作为一名天线技术研究者,他又比普通家长多了一层关注:自己参与研发的技术到底管不管用。这项让孩子们和家长们觉得"定位挺准"的技术,叫圆极化天线。

张晓课题组与企业联合攻关的"耦合圆极化天线技术"及"多频段效率协同提升方案"已转化为多项核心专利,并直接应用于多款旗舰级儿童智能手表,有三篇核心成果发表于天线领域旗舰期刊*IEEE TAP*。而它的起点,是一个儿童手表行业长期存在的难题。



张晓



张晓指导团队开展研究



在微波暗室里测量天线

本报综合报道,文图素材来源:深圳大学

没有先例可以借鉴,就像走在无人区

儿童手表和成人手表最大的不同,在于它的核心使命是安全。此前市面上的儿童手表普遍有一个"硬伤":定位精度比较差,家长只能知道孩子的大概位置,而非精确位置。

张晓清楚,根源出在天线上。手表定位需要综合卫星、基站、Wi-Fi、蓝牙、气压计和惯性导航等多种途径,其中卫星定位是户外定位的核心手段。而北斗、GPS等导航卫星发射的是右旋圆极化信号,当时市面上的儿童手表大多使用线极化天线,无法很好地接收这些信号,定位精度自然受限。

在产业界,智能电话手表天线的设计长期面临着一个两难的"瓶颈"——由于手表佩戴在手腕上,人体组织会大幅减弱天线的电磁信号;同时,智能电话手表内部空间极度受限,在追求轻薄与高屏占比的工业设计潮流下,天线能够利用的"净空区"被压缩到了极限。如何打破"断连""定位慢""效率低"的行业顽疾,成为当时摆在行业面前的技术难题。

面对这些瓶颈,张晓及其团队选择了一条没人走过的路。

他坦言,没有先例可以借鉴,就像走在无人区。在传统终端天线设计中,方向图不可控,极化方式也无法精确控制。终端天线边界环境极其复杂,净空和尺寸被极致压缩,理论分析和仿真设计都很难预测天线真实的性能。"要在手表上实现圆极化天线设计,就像在刀尖上跳舞。"张晓说,"这要求我们同时具备扎实的理论基础和极强的工程实践能力,能把复杂的工程问题凝练成一个个基本的科学问题,能在众多的工程约束中找到最优解。"

张晓团队的突破在于,他们研发了业内首款适配儿童手表特殊边界的圆极化天线,在极致的尺寸和极小的净空条件下实现了圆极化性能。团队深度参与了两代产品的研发,成效是明显的。在室外定位中,系统能清晰地区分用户是在马路的左侧还是右侧;有了精确的室外定位作保障,室内定位精度也得到提升,系统可以识别出用户所在的楼层及位置。如今,这项技术已成功转化为多项核心专利,并在后续机型中持续沿用。

有漫长而复杂的工程迭代之路要走

技术创新从来不是一条直线。从理论原型到产品化之间,有漫长而复杂的工程迭代之路要走。

天线"净空区"被压缩到极限本身就是行业共性瓶颈。而在这个已经被压缩到极限的空间里,产品外观和结构设计还在进一步挤压。对于儿童手表来说,外观和结构在设计中有极高的优先度。张晓坦言,它们往往和天线性能提升是矛盾的。团队有很多巧妙的天线设计方法,但往往因为受限于外观和结构的需要而放弃。

有一次,他们花了几个月打磨出了一个很完美的天线设计方案,天线的性能优越,大家都信心满满。但最后定型的产品外观及结构把天线方案给否定了,团队又要重新开始迭代,在新的工程约束下寻找最优解。张晓说:"这样的迭代过程很常见,需要耐心和技巧。"

天线不是独立存在的部件。它嵌在表壳、屏幕、电池、传感器的夹缝里,任何一个结构变化都可能让之前的优化归零。张晓没有展开讲述那一次"被毙"方案的具体细节,但他把这件事说得很清楚:工程约束不是障碍,是前提。一个方案在仿真里再完美,如果装不进那块小小的手表,或者让手表变得厚重、难看、不方便,它就不是一个好方案。天线设计的终点,不是实验室里的最优数据,而是一块孩子愿意戴、家长放心用的手表。

实现研究的闭环,一举多得

这项合作的起点,本身就是一次产业需求与学术积累的对接,是"企业出题,高校作答"的一次典型尝试。

当时企业面临行业共性痛点始终无法突破,而张晓团队长期扎根于平面天线的理论前沿,拥有扎实的学术积淀。双方接触后一拍即合,迅速组建了联合科研攻关团队。2020年至2021年期间,张晓作为负责人,开展"电话手表GPS圆极化天线及其产品化应用的研究"横向项目研究。

依托深圳大学的科研平台,双方的深度合作成为产学研深度融合的生动缩影,实现学术成果与产业落地双向赋能、交织共进。

在张晓看来,深圳大学在产学研合作方面具有显著优势——地理位置优越,且拥有先进的管理理念和高效率的行政体系。2018年加入深圳大学之前,他的工作偏理论研究,对成果转化几乎一片空白。加入深圳大学后,得益于学校的区位优势和日渐增强的影响力,很多企业会主动上门寻求合作。经过几年发展,企业横向课题已经成为他团队的重要课题来源。

虽然学术研究和技术产业化是两件事,但张晓认为,二者可以"走到一起"。行业里那些没被解决的问题,恰恰能给学术界提供有价值的"真问题",也能拓展研究方向;而高校团队往往能在特定问题上研究特别深入,帮助企业实现技术突破,解决棘手问题,降低研发难度和风险。"两者如果结合得好,能实现1加1大于2的效果。"他表示,对高校科研人员来说,参与到企业的产品研发中,最大的意义是实现研究的闭环,在这个过程中找到了有价值的研究方向,获得了经费,培养了学生,扩大了研究的影响力,一举多得。

做感兴趣的研究,做有意义的研究

技术落地后,张晓的身份变得有些特殊:既是研发者,也是用户家长,他的两个女儿都是儿童手表的用户。亲身的验证和身边人的反馈,让他直接了解了自己参与研发的产品用起来"到底好不好"。

身边人的反馈,让张晓对这项技术的实际表现有了底。而在更远的地方,这项技术也在一些真实事件中发挥了作用。从身边人的日常反馈,到新闻报道里一个陌生家庭因定位功能避免了悲剧,这些声音让张晓更加确信这项技术的意义。这些来自真实用户的声音,让他感受到自己做这项研究的分量。"当我看到自己提出的技术能大规模应用并能为儿童安全提供更有效的保障时,我感到无比自豪,这是对科研人员最高的认可。"

这一路走下来,张晓对科研的初心没有变:做感兴趣的研究,做有意义的研究。

而这项研究之所以"有意义",恰恰是因为它从一开始就来自产业一线的真问题。

圆极化天线的用武之地不止于儿童手表。张晓团队在可穿戴设备、相控阵、毫米波终端等方向都有相关研究积累,同样的思路可以迁移到更多终端。

从实验室到产品落地,这项技术的最终检验者,是每一个戴着手表的孩子。

而科研的意义,也许就藏在一块小小的手表里,藏在生活里一个个不起眼的细节里,藏在对明天能"变得更好"的期盼里。