



世界无线局域网应用发展联盟
WLAN Application Alliance

智慧园区

WLAN通感一体发展及应用

白皮书

COPYRIGHT NOTICE

版权声明

本白皮书版权属于世界无线局域网应用发展联盟(WAA WLAN Application Alliance),并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的,应注明“来源于世界无线局域网应用发展联盟(WAA WLAN Application Alliance)”。违反上述声明者,世界无线局域网应用发展联盟将追究其相关法律责任。

DISCLAIMERS

免责声明

本文档可能含有预测信息,包括但不限于有关未来的新技术、新业务、新产品等信息。由于实践中存在很多不确定因素,可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此,本白皮书信息仅供参考,不构成任何要约或承诺,WAA及参与编写单位不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任,也可能不经通知修改上述信息,恕不另行通知。

PARTICIPATING WRITING UNITS

参与编写单位

主要编写单位有：

中国联合网络通信集团有限公司

北京邮电大学

华为技术有限公司

思博伦通信公司

深圳市朗力半导体有限公司

杭州永谐科技有限公司

海思技术有限公司

湖北大学

北京京东世纪贸易有限公司

上海源控自动化技术有限公司

中国建筑上海设计研究院有限公司

华建集团华东建筑设计研究院有限公司

南京市建筑设计研究院有限公司

浙江大学设计研究院有限公司

北明软件有限公司

北京中软国际信息技术有限公司

广东飞企互联科技股份有限公司

北京华胜天成科技股份有限公司

软通动力信息技术(集团)股份有限公司

万洲嘉智信息科技有限公司

MAIN CONTRIBUTOR

主要撰稿人

主要撰写人员名单：

沈程、孙越、孙莉、周琳、邓海洋、蒋胜、徐方鑫、曾华清、汪小波、许可、陈昊、何霁、赵少奇、牛琨、刘嵩、陈永兴、姜涛、白小飞、孙胜柏、张琦、陈正、牛乐、王东、王玉峰、曾维微、李海军、赵永平、武良、邢现飞、林森、陈杰甫、郭安、李平、管清宝、田智、袁一峰、李思豪、田力、喻勋勋、芮晓勇、时速、孙成瑞、郭万州、胡秀敏、朱慧章、袁亚儒、王吉鹏、黄敏、张军、张磊、刘立波、阮冠春、范大卫、苗甫、季晨荷、王海蛟、吕城城、郑正中、熊志成、吴军等

PREAMBLE

序言

在当今数字化飞速发展的时代,无线通信技术已成为连接人与人、人与物、物与物的关键纽带,深刻地改变了我们的生活和社会。与此同时,感知技术作为获取环境信息和实现智能化交互的重要锚点,也日益受到广泛关注。

WLAN 通感一体打破传统无线通信和感知系统之间的界限,实现通信与感知功能的深度融合与协同。通过利用 WLAN 信号在传输数据的同时,对周围环境进行感知和监测,不仅能够提升无线通信系统的性能和效率,还能为各种智能应用提供更加丰富、准确的感知信息,从而为人们创造更加便捷、智能、安全的生活环境。

WLAN通感一体具备广泛的应用场景,涵盖了智能办公、医疗康养、智慧校园、智慧酒店等多个领域。不同的应用场景对WLAN通感一体技术有着不同的需求。智慧园区WLAN通感一体发展及应用白皮书深入探讨了WLAN通感一体技术在园区的应用场景和潜在价值,为产业界提供了宝贵的参考。

在探索通感一体的征程中,我们将面临诸多技术和场景的难题和挑战,需要学术界、产业界以及标准化组织的共同努力和紧密合作,共同在新的联接及智能的赛道上创新探索,为人类社会的进步和发展做出重要贡献。

世界无线局域网应用发展联盟 (WAA)

秘书长 杨涛

PREAMBLE

序言

当前AI深度赋能全球园区业务数字化,传统园区正加速向智慧园区迈进,遵循马斯洛模型定义依次从“安全可控”、“体验至简”到“管理高效”加速满足人与社会的发展诉求。

园区网络作为园区的信息高速公路,其核心使命已不限于作为园区数据交换的载体,更需要感知并唤醒更多的传统哑终端,与其他感知技术深度结合形成一个综合的感知系统,以支持更加精准和高效的智能决策,为构造AI Campus奠定坚实基础。

IEEE (电气电子工程师学会) 在802.11bf中明确定义基于WLAN (无线局域网) 通感一体产业演进方向,通过具备WLAN感知能力的站点 (STA) 接收的无线信号来确定特定环境中目标特征的技术,进一步通过无线局域网与园区数字平台等深度组合,实现对园区内环境和设备的实时监控、智能分析和快速响应,为智慧园区的建设和发展提供了强有力的技术支撑。

WLAN作为园区的泛在感知载体其商用优势凸现在两大方面:

- 1、广泛存在与成本优势:疫情后全球广泛接受移动分布式办公、业务上云等作业方式,WLAN将持续成为园区中最广泛覆盖的信息系统,其作为感知末梢对物理世界进行数字化收集、处理和分析天然具有极大的相对优势。
- 2、隐私保护与数据安全:我们身处的数字时代中隐私保护和数据安全重要性日益凸显,传统视觉感知与WLAN等技术的融合感知可以在有效保护隐私安全和信息安全的前提下更加有效的做到低成本覆盖和多维精准判断。

我们非常兴奋的看到,WLAN通感一体正在蓬勃发展。华为园区军团愿与产业界一起紧密合作,提供更好的技术支持,使能更多的伙伴,繁荣应用生态,创造更大的社会价值。在可预见的未来,我们相信WLAN通感一体成为连接人与人、人与物、物与物的关键纽带,联同其他各类感知技术共同作为智慧园区的神经末梢,支撑智能决策,加速AI Campus的到来!

华为园区军团 CEO 何霁

PREFACE

前言

世界无线局域网应用发展联盟 (World WLAN Application Alliance, WAA) 是在中国民政部注册成立的、专注于无线局域网产业发展的国际组织。WAA以“为数字世界提供最佳体验的无线局域网”为愿景,携手全球产业伙伴共同推动WLAN产业蓬勃发展。

WLAN应用已经深入家庭、办公、教育、生产、物流等多种场景,关乎国计民生,是数字经济的关键基础设施。伴随着WLAN技术的进步和业务场景的不断丰富,深入分析不同场景的业务需求、建网标准,以进一步提升网络质量和用户体验成了业界需要解决的问题。

本白皮书分析了WLAN在企业各种应用场景中的场景特征、业务需求,以及WLAN技术最新的发展趋势,对WLAN在企业场景的中建网和使用提供参考。

本文档的目标读者主要是企业应用各场景中WLAN网络的使用者、WLAN网络的建设者和企业应用各场景WLAN网络的维护者。

DIRECTORY

目录

● 版权声明	01
● 免责声明	01
● 参与编写单位	02
● 主要撰稿人	03
● 序言	04
● 前言	06

01 第1章 WLAN通感一体技术发展趋势 09

- 1.1 WLAN通感一体概述
 - 1.2 WLAN通感技术演进
 - 1.3 WLAN通感标准发展
-

02 第2章 WLAN通感一体在园区的广泛应用 18

- 2.1 建筑绿色节能
 - 2.2 智能会议管理
 - 2.3 智慧医疗康养
 - 2.4 校园宿舍管理
 - 2.5 酒店客房管理
 - 2.6 商超客流分析
 - 2.7 工业安全管理
-

03 第3章 WLAN通感一体产业发展倡议 35

- 3.1 加快标准制定
- 3.2 加快产业应用
- 3.3 启动测试认证

DIRECTORY

图目录

图表 1	无线信号传播的多径效应图	10
图表 2	双站和单站感知示意图	11
图表 3	无线信号传播模型	11
图表 4	菲涅尔区示意图	12
图表 5	单站、双站测距示意图	13
图表 6	Wi-Fi感知应用场景及产业化进度	14
图表 7	融合成像结果图	15
图表 8	基于AI机器学习的处理过程图	15
图表 9	园区能效管理平台	20
图表10	能效效果图	20
图表11	会议室预订情况表	21
图表12	智能会议管理平台	22
图表13	医疗康养解决方案示意图	24
图表14	监测效果图	25
图表15	无人看护解决方案	27
图表16	校园管理系统	29
图表17	酒店管理系统	31
图表18	商超客流分析	32
图表19	商超客流热力图	33
图表20	厂区人员分布可视化	34

第1章

WLAN通感一体技术 发展趋势

1.1 WLAN通感一体概述

Wi-Fi 7作为下一代园区无线网络中的主流技术将会承载海量的新型应用,这些新兴应用不仅需要高品质无线连接,而且需要高精度、高可靠的感知功能。

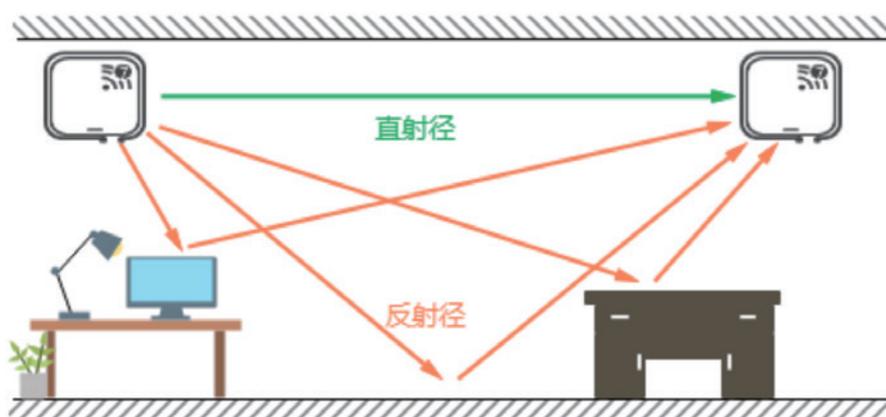
不容置疑,无线感知和无线通信系统都会朝着更高频段、更大天线阵列和小型化发展,因此在硬件架构、信道特点和信号处理方面日益趋同,这种趋势为使用无线基础设施实现感知功能提供了千载难逢的机会。未来无线网络将打破传统通信服务边界,提供无处不在的感知服务,实现周围环境的测量和成像。这种感知能力以及支撑环境感知数据收集的网络能力被公认为是未来智能世界中学习和打造智能化的使能因素,并可能会在各种定位以及环境感知场景中大有作为。为实现这一目的,迫切需要联合设计无线网络中的感知和通信,这也激发了最近比较热门的通感一体化这一研究主题。

在通感一体的研究与WLAN感知关系紧密的技术是以通信为中心的,旨在基于现有甚至商用的通信波形/系统上实施感知功能。这类通感一体策略将在Wi-Fi 7中发挥重要作用,

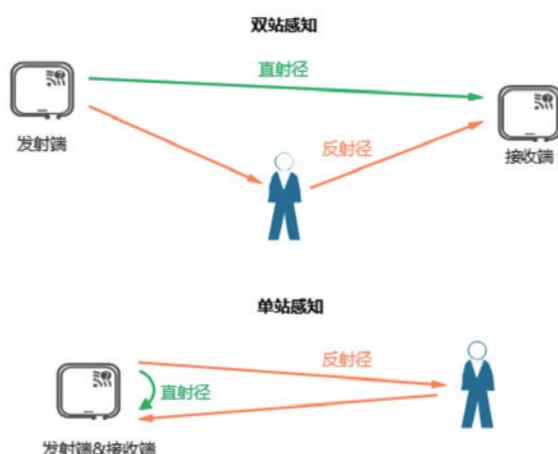
1.2 WLAN通感技术演进

1.2.1 感知理论模型

传统意义的WLAN是一种无线通信技术,也就是通过调制电磁波来承载业务数据,实现收发两端设备的信息交互。根据无线信号传播特性,发送天线辐射的电磁波信号,一方面可以通过直射路径到达接收天线,另一方面也可以经过周围环境的反射达到接收天线(如墙体、人体、家具等)。最终达到接收天线的电磁波信号是直射径信号和众多反射径信号的叠加,这也称为为无线信号传播的多径效应。



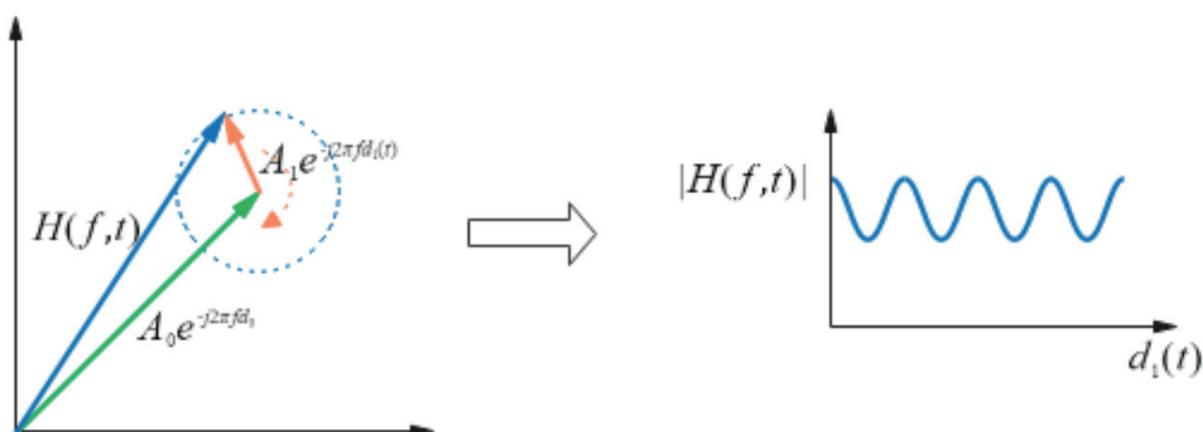
■ 图表 1 无线信号传播的多径效应图



■ 图表 2 双站和单站感知示意图

WLAN感知基于电磁波的传播特性,通过探测环境动态变化对无线信号的影响,赋予了WLAN设备对周围环境的感知能力。以对人的活动感知为例,日常行为的肢体活动将引起电磁波传播路径的改变。通过分析接收信号的动态变化,我们可以完成诸如人员存在、行为的识别,甚至可以实现对呼吸、心跳这种微弱波动的测量。从形态上看,WLAN感知又分为双站感知和单站感知。双站感知是指共有两个设备参与感知,分别用于WLAN信号发送和信号接收;单站感知则只使用同一个设备同时完成WLAN信号的收发。

我们可以通过无线信号传播的数学模型,进一步阐述WLAN感知背后的机理。以最简单的只有一条直射径和一条动态反射径的场景为例(上图场景所示)。假设直射径幅值为 A_0 ,传播时延为 d_0 ;动态径幅值为 A_1 ,传播时延为 $d_1(t)$,由于反射物体(人体)的移动,传播时延 $d_1(t)$ 在动态变化。如下图所示, t 时刻在频点 f 的信道响应 $H(f,t)$ 为静态径和动态径在复数域相加的结果。最终合成的信道响应幅值 $|H(f,t)|$ 与两者相位差相关。如果两者相位差为 $(-\pi/2, \pi/2)$ 时,则静态径与动态径叠加后幅值增强;若两者相差为 $(\pi/2, 3\pi/2)$ 时,则两者幅值减弱。这样,信道响应幅值在动态环境下随 $d_1(t)$ 呈现周期性相长相消的关系。



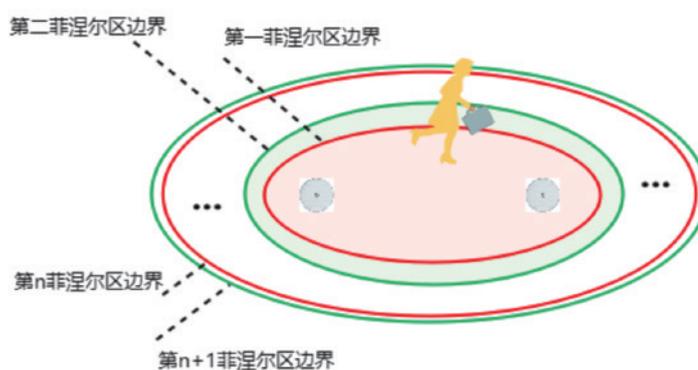
■ 图表 3 无线信号传播模型

我们可以进一步分析,当动态径波程发生半个波长的变化,就可以引起 $|H(f,t)|$ 峰值到谷值(或谷值到峰值的变化)的改变。具体的,我们以WLAN 5GHz频段36信道为例,其中心频点为5.18GHz,波长约为5.7cm,这就意味着动态径的波程变化了2.85cm即可引起CSI(Channel State Information)的显著变化。

上述现象也可以用菲涅尔区解释,菲涅尔区定义为以收发设备为圆心的一簇椭圆,第n层的菲涅尔区边界满足如下等式,

$$|Q_n T| + |Q_n R| - |TR| = \frac{n\lambda}{2}$$

Q_n 为第n层椭圆上的点,T、R分别表示发射机与接收机。第n-1层椭圆到第n层椭圆之间的区域称为第n菲涅尔区。相邻菲涅尔区边界发射天线到接收天线的波程差为半波长。考虑到无线信号在经过反射时,相位额外旋转,因此在偶数菲涅尔区边界产生最大的信号减弱,在奇数菲涅尔区边界产生最大的信号增强。

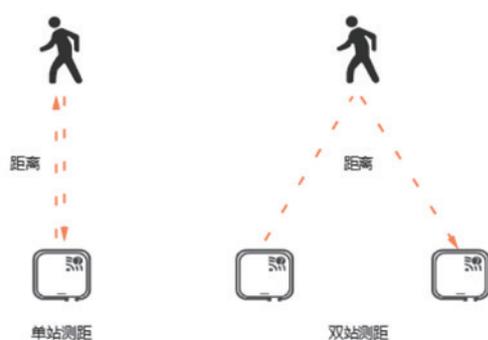


■ 图表 4 菲涅尔区示意图

在WLAN感知场景,反射物在覆盖区域内运动时,根据其实时位置的差异,接收机可以观测到信号的起伏。换言之,我们可以感知到载波波长量级的微小波动(厘米级),这为我们WLAN高精度感知奠定了基础。

基于CSI的WLAN感知虽然具备理论可行性,但是实际应用中 also 面临众多困难。首先,WLAN感知大部分场景依赖对动态反射径的感知,其信号强度十分微弱,如何提取如此微小的变化是十分挑战的。另外,实际WLAN接收机获取的CSI是包含大量非理想因素的(同步、通道的影响等),只有消除这些非理想因素的扰动,才能够从CSI中获取真正动态环境信息。

1.2.2 信号处理技术



■ 图表 5 单站、双站测距示意图

测距

WLAN单站感知的测距与雷达测距类似,是指检测目标到WLAN收发机设备的距离,双站感知测距则通常是指估计反射路径的长度,如图给出了单站和双站场景下测量的实际路径。测距分辨率通常由信号的带宽决定。

测速

WLAN感知通常利用CSI估计多普勒频移来检测运动目标。多普勒频移是指目标相对发射器和接收器的移动引起的频率变化。当运动目标在环境中移动时,目标反射信号的路径长度会发生信号,这会在反射信号的载波频率上引入多普勒频移。

测速算法通常是对CSI应用短时傅里叶变换或其他时频分析算法来直接估计多普勒频移。由于多普勒偏移测量的信息是反射路径长度变化引起的,无法获得目标的真正速度,多普勒频移只能用来粗略地估计目标速度。

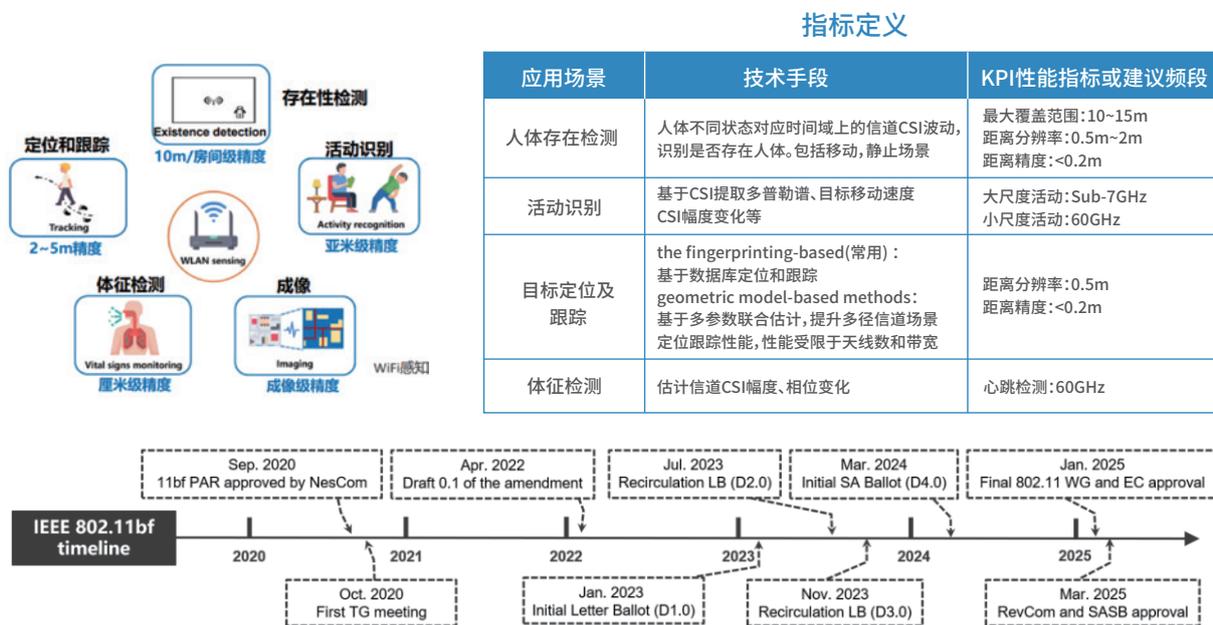
测角

角度估计根据技术原理可以简单划分为到达角估计AoA(Angle Of Arrival)和离开角AoD(Angle Of Departure)估计。AoA和AoD估计都是通过天线阵列获取信号在不同阵元上的相位差,然后通过信号角度估计算法获取来波方向信息。AoA估计是指利用单天线设备发送信号,接收端利用天线阵列接收信号产生的相位差来解算信号方向。AoD估计与AoA估计相反,由装备天线阵列的发射端设备发送信号,单天线接收端利用接收到的信号计算信号发射角度。

实际应用中,一般采用线阵、矩形阵、圆阵等不同的天线阵列检测信号来波方向。线阵通常是一维直线排布的,只能测量方位角。矩形阵和圆阵则可以同时测量方位角和俯仰角。室内无线信道包含大量的反射径,利用阵列角度估计算法估计每条路径的AoA已有大量研究,常用的方法包括多重信号分类(MUSIC)算法、最大似然算法、ESPRIT算法、压缩感知算法等。

1.2.3 应用层实现

应用场景



■ 图表 6 Wi-Fi感知应用场景及产业化进度

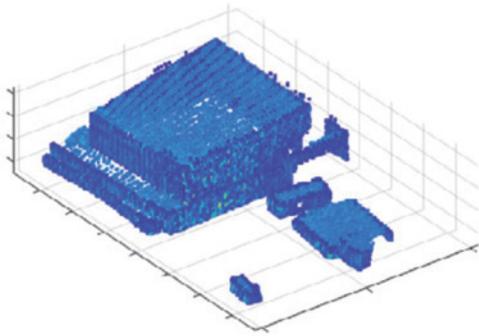
在获取到物理空间的动态变化信息后, 需要结合不同的场景来对人体/物体的姿态特征进行分析, 在不影响通信的基础上实现不同精度的感知应用, 从应用层的角度来看, Wi-Fi感知主要可以分为以下场景:

- **存在性感知:**在不影响通信的基础上, 对WLAN感知范围出现的人体存在进行感知, 对识别颗粒度要求不高, 主要关注覆盖半径(10米/房间级), 性能上保障误报率和漏警率。
- **定位和追踪:**基于测角和测速能力, 结合AI能力带来的运动轨迹推断, 能够实现对空间内活动物体进行实时定位和追踪, 识别精度一般要求不高(分辨率2~5米)。
- **活动识别:**识别目标从整个人体细化到了部分肢体姿态(手指, 手臂等), 对单人体需要实现多点识别, 同样可以结合AI能力来提高性能, 识别精度提高到亚米级。
- **体征检测:**针对人体生理特征相关的微动进行识别(胸腔起伏, 心跳等), 识别精度需要做到厘米级以上。
- **成像:**对应医学上的生理检测成像, 输出的结果要能够辅助医生进行精准治疗, 还需要通过相关资质审查, 是现有场景下对WLAN感知精度要求最高的应用。

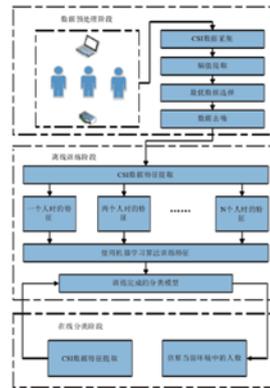
相对于传统的红外、毫米波传感器, WLAN通感一体不需要重新布线、多系统合一, 大大降低了成本, 降低了运维难度。

1.2.3 应用层实现

应用算法示例



■ 图表 7 融合成像结果图



■ 图表 8 基于AI机器学习的处理过程图

- **呼吸检测:**具有周期性的动作可以直接用传统数字信号处理算法进行提取。例如,人体在睡眠时,只有呼吸产生的胸腔规则性起伏。此时,提取CSI的规律性变化,便可以估计出呼吸的频率。

- **场景轮廓描绘:**运用信号处理算法提取出单点的距离和角度信息之后,可以确定单点的位置。当综合多点信息后,可以生成物体基础轮廓。当同一场景存在多个ap时,每个ap都可以生成其方向上的物体姿态,综合所有姿态信息之后,可以实现环境重构。如上图所示,为一个六基站成像的融合结果,从图中可以看出,融合后的成像结果可以较为完整的反应目标的轮廓。

- **人数统计:**实际中存在很多非周期性的动作,难以通过传统数据处理算法分析。不过,特定的动作引起的CSI变化一般具有近似的特征,因此,可以通过AI机器学习的方法,提取CSI的变化特征进行提取及识别,以对不同的动作进行映射。例如,信号会随环境中阻挡物数量的不同而发生不同程度的波动,同样CSI数据曲线也会随人数多少呈现不同程度的分散,如果检测到环境中没有人出现,CSI数据曲线将保持稳定和平稳的状态,如果有更多的人踏入监测区域,曲线将出现明显的波动。提取CSI的波动进行特征提取,利用神经网络将波动特征与人数进行映射完成人数统计,可以精确识别空间中的人数,具体流程如上图所示。此外,包括人体的摔倒检测,手势识别等,也都可以利用类似的原理实现。

- **物体定位:**在开阔场景中,提取移动目标的角度信息及距离信息之后,可以对其进行精确定位并进行位置追踪。在复杂场景中,也可以对感知区域进行划分,利用无线信号在不同环境上的空间差异性,将空间中特定位置上的无线信号特征作为该位置的指纹,建立位置-指纹关系数据库,从而通过指纹匹配的方式实现对用户位置的估计。一般在布置好ap后,划分好区域并对不同区域进行采样,并记录好像位置信息。之后,对采集好的CSI信息进行离线训练,提取特征。当用户移动到不同的位置时,根据CSI的特征做位置映射,输出位置信息。

1.2.4 通感一体落地关键技术

- **CSI反馈类型和量化:**自802.11ac发布以来,压缩CSI是主流Sub-7 GHz 802.11标准修订(例如802.11ax、802.11be)采用的唯一显式反馈类型。然而,压缩CSI是为MIMO预编码设计的,它缺少完整的CSI矩阵信息去更好地支持感知。因此,感知测量反馈是802.11bf协议制定中讨论的最重要的主题之一。经过彻底和详细的讨论,决定采用CSI矩阵作为Sub-7 GHz中唯一的显式感知测量反馈类型,将每子载波缩放修改为每链路缩放,以减少量化和上报阶段中天线不平衡带来的影响。
- **安全和隐私:**安全和隐私问题有两类:感知上报和感知数据包/信号窃听。感知上报窃听的可能解决方案包括安全通信,会在反馈期间加密感知测量。感知数据包/信号窃听的可能解决方案则包括物理层安全方法,该方法加密用于获得感知测量的感知数据包/信号。
- **多链路感知:**802.11bf中的感知主要涉及对等站之间的单个射频链路。随着Wi-Fi 7的商用,市场上将有更多的多链路ML(Multi-Link)设备(即使用多条射频链路的站点)。为了进一步增强感知性能,多链路是802.11中需要讨论的关键技术之一。具有ML感知能力的设备能够在多个工作频率(例如,2.4 GHz、5 GHz、6 GHz)同时执行感知,并能够在不同频率下提供观测分集。在某些场景下,不同链路的协调可以为感知和通信提供更好的支持。例如,为了在某些使用场景中实现更高的感知速率,可以在与“感知链路”不同的一条链路上进行感知测量的上报,这将减少对感知链路的占用。



1.3 WLAN通感一体标准发展

自1997年首次标准化以来, Wi-Fi已经发展成为全球广泛应用的一种技术。在过去的几年里, Wi-Fi感知越来越受到学术界和产业界的关注。为了更好地支持众多Wi-Fi感知应用, 并减少感知对Wi-Fi系统通信性能的影响, 802.11工作组于2020年成立了名为802.11bf (WLAN感知) 的任务组TG(Task Group), 并将于2024年发布感知标准修正案。

802.11bf是指使用从802.11接入网设备接收的无线信号来获得测量结果, 这些结果可能有助于确定感兴趣区域(例如, 房间、房屋、车辆、企业等) 中目标(例如, 物体、人体、动物、环境等) 的特征(例如, 距离、速度、角度、检测、成像等)。802.11bf旨在制定一项修订支持日常生活中的各种感知应用, 并确保感知应用能与在同一频段运行的现有或历史的802.11设备后向兼容和共存。

2019年7月, 802.11无线下一代常务委员会经过讨论, 认为WLAN感知应用的使用场景和要求是合理的, 之后一个名为802.11bf的任务组于2020年9月正式成立。2022年4月, 该任务组发布了802.11bf标准修正案的初稿(即0.1草案), 并在2023年1月发布了1.0草案。而最新的4.0草案经标准审查委员会RevCom (Review Committee) 和IEEE SA标准委员会的批准, 预计将于2025年3月左右作为IEEE 802.11bf标准修正案发布。

第 2 章

WLAN通感一体在园区的 广泛应用

WLAN已广泛部署于各类园区,通感一体技术不仅具备数据传输功能,还能够感知环境信息,无需在环境中再部署专用的传感器;同时能够有效保护用户隐私安全和信息安全,具有更广泛的易用性和普适性。WLAN通感一体存在大量的应用场景,以下列举一些典型场景。

2.1 建筑绿色节能



场景诉求

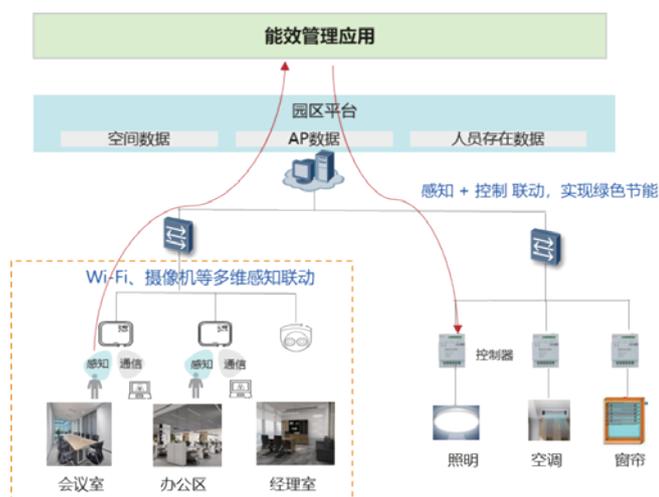
面对温室效应、气候变暖对社会发展带来的影响,经济发展与环境保护一直是人们的关注焦点。自我国2020年提出“碳达峰、碳中和”双碳国家战略以来,“数字经济”和“双碳”目标已成为“十四五”发展的主旋律。当前,我国正采取更加有力的政策和措施,助力实现“双碳”目标。2024年8月11日国务院印发《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提到要“推进产业数字化智能化同绿色化深度融合,实现数字技术赋能绿色转型,大力发展绿色低碳建筑,建立建筑能效等级制度,推动超低能耗建筑规模化发展”。绿色节能,降碳减排也成为了智慧园区建设中的关键目标。

作为办公场所,园区中的电力设备以及网络设备使用具有潮汐特性,因此如果能够根据人员流动情况实时调节设备,能够带来巨大的节能收益,比如灯光自动调节亮度,空调自动调节温度等。然而从信息安全的角度出发,直接基于摄像监控系统对所有园区人流进行统计并不现实,WLAN感知则能够在保证信息安全的同时对物理空间内的人体活动情况进行统计分析,尤其是在Wi-Fi通信已经能够在大多数园区内实现全覆盖的情况下,WLAN通感一体已经成为了实现智慧园节能降碳最具潜力切入口。



解决方案

方案设计目标:基于WLAN感知功能实现园区内电力设备功率自动调节,在不影响办公人员体验的情况下,降低园区电力开销,助力节能降碳。



■ 图表 9 园区能效管理平台

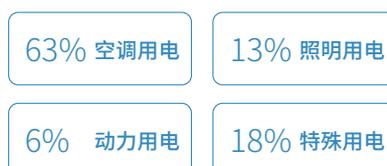
■ **落地场景:**园区封闭会议室以及开放工区等。

■ **应用场景类别:**存在性感知,定位追踪。

■ **方案架构:**

- 感知层:WLAN设备作为通感一体设备横跨两层,基于通感一体对环境内的物体移动进行感知,同时将采集到的数据经过基础的信号处理(噪声消除等),并联动摄像机等多维感知数据,网络层回传到平台层。
- 平台层:园区数字平台接收到感知层各类信息后,结合物理感知和AI算法,对空间内的人员分布情况进行综合分析并上报给应用层(人员存在情况,人员数量)。
- 应用层:主要包括一些能效管理和空间管理相关的应用,综合空间内人员情况以及空间物理尺寸等因素综合判断电力设备控制状态,并下发控制指令(开关灯,降低空调温度等)。

能耗情况



■ 图表 10 能效效果图

2.2 智能会议管理



场景诉求

企业90%以上的决策都在会议室产生, 企业管理人员一直在追求提升会议组织体验和效率。当线下会议的需求随之激增, 同时园区人员数量的不断增加更加剧了会议室资源紧缺/会议设备管理难度。现有方案存在如下缺陷:

人员感知精度差:传统人员感知的红外设备存在感知精度差, 漏报、误报情况频出, 如静坐人员的人员漏识别等情况。

传统感知布线困难:传统红外、毫米波感知方案, 需要单独部署网线和电源线, 在大会议室场景, 需要部署多个, 部署时间长, 费用高。

会议环境不联动:不支持会前环境自动联动, 会后无人自动释放会议室, 不支持自动关闭会议室设备, 会议室使用率。

基于WLAN通感一体化能够消除这个问题。基于AP设备感知特性除了能够在有人进入会议室的同时自动驱动设备上电, 同时与平台联动实现会议室高效管理。



■ 图表 11 会议室预订情况表



解决方案

方案设计目标:基于WLAN感知功能实现会议室人员感知,实现如下功能:

环境联动:人来自动开启会议室灯光、窗帘等环境设备以及会议白板、拾音放音等会议音视频设备,提升会议体验;人走自动关闭会议设备,绿色节能。

会议室利用率提升:会议感知与会议管理平台协同,实现无人自动释放会议室,提升会议室利用率。



■ 图表12 智能会议管理平台

■ **落地场景:**会议室

■ **应用场景类别:**存在性感知,定位追踪

■ **方案架构:**

- 感知/网络层:WLAN设备作为通感一体设备横跨两层,基于WLAN通感一体反馈等对会议室人员进行采集,相关数据经过基础的信号处理(噪声消除等),将感知数据传输到平台层
- 平台层:主要指物联网中间件平台,接收到网络层的信息后,融合WLAN感知信息和其他设备反馈,联动会议室管理平台,实现会议室智能管理。
- 应用层:包含会议预约管理等软件,基于平台上报的信息与会议预约信息进行联动管理。

2.3 医疗康养管理

趋势和诉求:在医疗康养行业中,如何对表达能力受限的病人或者老人进行全天候监管一直是一个成本极大的问题,往往需要投入大量的人力,而WLAN感知特性能够在保证个人隐私的前提下对病人的情况进行全天关注,在检测到一些比如坠床离床等异常行为的时候实时告警,在节省人力成本的同时,随着感知精度的提高,WLAN通感一体还有希望能够对一些生理特征实现无线感知(呼吸,血压,心跳等),能够在一定程度上取代一些价格高昂的生理监控设备,更重要的是能够应对无法对病人进行接触式测量的情况(烧伤等)。

2.3.1 生理指标测量



场景诉求

生命特征监测技术在向非接触,高精度,远距无感监测方向发展,现有技术中大多存在缺陷:

人工测量开销大,风险高:人工手持仪器,需要贴在病人的身体上进行测量,慢病护理需要定时测量,人力需求量大,难以实现实时长期监测,存在接触病毒传播风险。

固定监测存在约束条件:可穿戴式设备,如手环、腕带、生理腰带以及智能床垫等需要固定接触式测量,对被测对象有约束,佩戴不方便,需要定期充电,对于部分烧伤病人无法使用。

非接触感知存在隐私泄露风险:摄像头等图像传感器,可安装墙壁或天花板上,实现病床、病房、卫生间的多点实时监护,但存在极大的隐私泄露风险。

而WLAN感知特性能够解决现有方法的问题,在保证病人隐私的情况下,实现对病人无约束长期实时的生理指标监控。

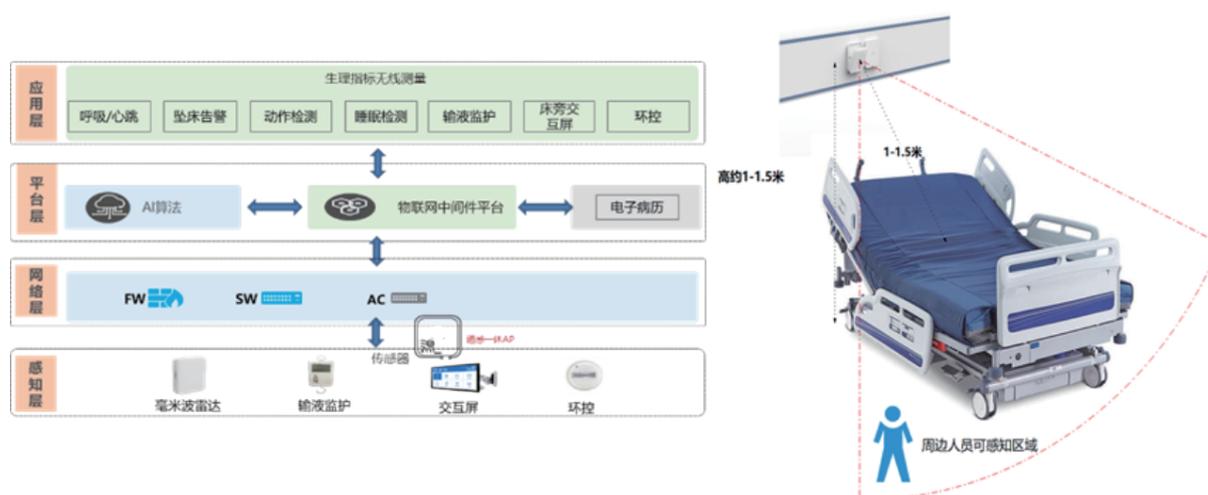


解决方案

方案设计目标:基于WLAN感知特性实现生理指标全天候无线测量

降低接触病毒传播风险,规避特殊病例测量约束,通感集成式方案节省测量设备和人力成本

- **落地场景:**主要针对医院病房,也可以在疗养院等存在大量需要被测对象的房间内部署;
- **应用场景类别:**活动识别,体征检测,成像;
- **方案架构:**



■ 图表 13 医疗康养解决方案示意图

- **感知/网络层:**WLAN设备作为通感一体设备横跨两层,基于CSI反馈等对病床上人体的姿态改变进行采集,相关数据经过基础的信号处理(噪声消除等),会和病房内的其他监控设备数据一同经过网络层回传到平台层。
- **平台层:**主要指物联网中间件平台,接收到网络层的信息后,融合WLAN感知信息和其他设备反馈,实现对病人身体状态改变的测量(胸腔移动,翻身等)。
- **应用层:**包括一些看护相关的应用软件,基于平台层传输的人体姿态和其他环境因素改变,融合AI算法,实现生理指标测量和异常告警。



■ 图表 14 监测效果图

2.3.2 无人看护检测



场景诉求

在医疗康养领域, 医疗护理质控和人体姿态检测需求大, 需要技术手段来缓解监护压力。同时需要考虑病人的隐私性, 因此需要保障监护方案无隐私泄露风险。

国家政策促进护理质量提升: 国家卫生健康委印发《全国护理事业发展规划(2021-2025年)》, 促进护理质量提升。美国床护比1:1.6, 法国1:1.2, 全球平均大于1:1; 我国当前不到1:0.8, 预计2025年不到1:0.85, 单纯依靠增加人力, 无法满足(年轻人对护理工作愿意低)。

医疗护理质量需要有效检测: 世界卫生组织研究表明, 良好的感染预防和控制规划可将医疗保健相关感染减少70%。然后即使在高收入国家中, 每10名患者就有1人在医院治疗期间受到伤害; 中低收入国家比例更高。

人体姿态检测是刚性需求: 医疗监护需求数据显示跌倒已成为老年人因伤致死的首位原因。老人跌倒后的主要伤害是救助不及时造成的: 每万人有8位老年人因摔倒而过早死亡, 其中有40%至70%的老年人在摔伤后及时就医本能够得到很好的愈后效果, 但是由于无法及时发现导致救治效果严重下降, 最终危及生命。



解决方案

方案设计目标: 无人看护场景主要基于WLAN通感一体特性在规避监控目标隐私泄露风险的前提下, 能够实现全天候的用户行为模式监控; 一方面实现对用户姿态安全风险的及时上报, 另一方面实现对护理人员操作规范性的全天候监控;



■ 图表 15 无人看护解决方案

■ **落地场景:**包括医院病房,存在老人儿童独居的房屋等。

■ **应用场景类别:**活动识别,体征检测。

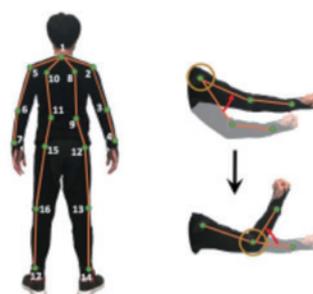
■ **方案架构:**

- **感知/网络层:**WLAN设备作为通感一体设备横跨两层,基于CSI反馈或者插卡式雷达等形态对环境内的物体移动进行感知,同时将采集到的数据经过基础的信号处理(噪声消除等),经过网络层回传到平台层。
- **平台层:**主要指物联网中间件平台,接收到网络层的信息后,结合物理感知和AI算法,实现信道特征到空间内物体姿态特征的转换(距离,速度,角度,数量等)。
- **应用层:**包括一些看护相关的应用软件,基于平台层传输的物理空间内物体的姿态变化,融合AI算法,实现无人看护相关的应用,比如跌倒检测,人员轨迹跟踪,护理姿态监控等。

■ **性能要求:**目标安全风险上报零漏警,实时反馈;护理质量监控无死角,手势识别精准,零漏警。



■ 跌倒检测



■ 肢体动作检测

2.4 校园宿舍管理



场景诉求

当下校内学生安全是学校头等要务,校内霸凌在学校是有发生,且大多发生在宿舍、洗手间等无法部署摄像头监控的隐秘空间;宿舍晚间查寝等管理目前主要依靠人力进行检查管理且对学生睡眠多有干扰;假期期间经常有学生忘记关闭空调、照明电源,存在安全隐患。WLAN通感一体方案,可以很好的弥补视频无法部署的盲区,对私密空间内的人员异常行为进行检测,及时发出预警提醒教职员工及时干预,可辅助晚间宿舍无干扰查寝,守护学生人身安全。



解决方案

方案设计目标:在保障学生个人隐私的前提下,对宿舍空间内人员数量情况进行准确统计,一方面节省夜间巡检人员成本,保障学生人身安全;一方面可以联动宿舍内电力设备,节约电力开销,保障假期用电安全,消除电器火灾隐患;

校园管理应用

园区平台

空间数据

AP数据

人员存在数据



■ 图表 16 校园宿舍管理

■ **落地场景:**包括高校、高职类宿舍场景等;

■ **应用场景类别:**存在性检测, 定位和追踪, 体征检测;

■ **方案架构:**

- **感知/网络层:**WLAN设备作为通感一体设备, 基于CSI反馈或者插卡式雷达等形态对环境内的人体移动进行感知, 同时将采集到的数据经过基础的信号处理(噪声消除等), 经过网络层回传到平台层;
- **平台层:**主要指物联网中间件平台, 接收到网络层的信息后, 结合物理感知和AI算法, 实现信道特征到空间内物体姿态特征的转换(距离, 速度, 角度, 数量等);
- **应用层:**包括一些校园管理相关的应用软件, 基于平台层传输的物理空间内物体的姿态变化, 融合AI算法, 实现宿舍内人员统计, 出现人员数量异常时做到实时告警; 出现宿舍长期无人状态时(假期), 实现电力设备及时关闭。

2.5 酒店客房管理



场景诉求

酒店传统的节能方式是插卡取电,但是会遇到客人外出不拔卡等方式增加能源开销。也有部分酒店客房采用进门红外人体感应器等方式尝试替代插卡取电,但存在可覆盖区域小,对静止人体无法准确感知等问题。同时存在部分员工飞房现象,不将客人的实际入住信息录入酒店的管理系统,隐瞒客人的入住信息,私吞房费或其他不当利益。希望通过技术手段检测房间的实际人员数量,可提高房间节能效率,为客房入住率巡检等提供高效无感的统计依据。



解决方案

方案设计目标:在保障酒店客户个人隐私的前提下,对酒店房间内的人员数量情况实时进行准确统计;

一方面构建无卡取电特性,实现酒店房间内客户无感取电,离房高效节能;

一方面实现飞房检测,避免员工不当获利,酒店房费损失;



■ 图表 17 酒店管理系统

■ **落地场景:**酒店等经营性场所;

■ **应用场景类别:**存在性检测;

■ **方案架构:**

- **感知/网络层:**WLAN设备作为通感一体设备,基于CSI反馈或者插卡式雷达等形态对环境内的人体移动进行感知,同时将采集到的数据经过基础的信号处理(噪声消除等),经过网络层回传到平台层;
- **平台层:**主要指物联网中间件平台,接收到网络层的信息后,结合物理感知和AI算法,实现信道特征到空间内物体姿态特征的转换(距离,速度,角度,数量等);
- **应用层:**包括一些酒店管理相关的应用软件,基于平台层传输的物理空间内物体的姿态变化,融合AI算法,实现酒店房间人员存在检测;出现进入房间行为及时联动电力系统上电,出现离房行为及时下电;人员存在情况与客房登记系统不匹配时及时告警出现飞房。

2.6 商超客流分析



场景诉求

随着新零售的兴起,商超在智能化,无人化方向快速发展,在对应场景下出现了大量的传感器来替代人工,实现客流管理。首先能够提高场地内人员安全性,当出现客流量过高时,及时告警疏导,防止发生意外;其次能够基于客流分析做精准营销、优化商品摆放位置,优化空间利用率,提高客户购物效率。



解决方案

方案设计目标:在保证商超内客户隐私安全的前提下,构建客流追踪管理特性,实现客流分布异常告警,商品绑定追踪以及产品摆放优化等功能

- **落地场景:**大型商超,无人便利店等。
- **应用场景类别:**活动识别,定位和跟踪。
- **方案架构:**



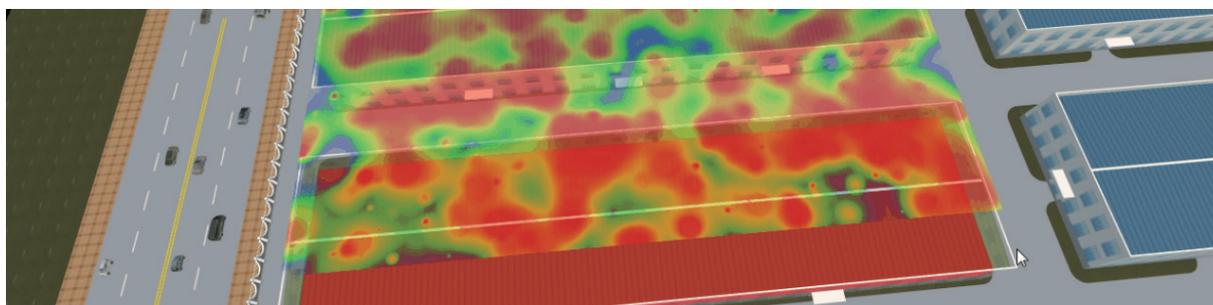
■ 图表18 商超客流分析

2.7 工业安全管理



场景诉求

工业园区通常存在大量的可能会造成人身安全威胁的危险区域,比如化学物品合成,钢铁冶炼等行业。因此在敏感区域进行人员分布检测是很有必要的,在危险作业期间如果在安全风险区域出现人员存在,及时告警,中止作业能够有效保障员工人身安全;另一方面生产现场通常包含大量商业机密相关的设备和操作,人员检测的同时保证商业隐私安全也是至关重要的。



■ 图表 20 厂区人员分布可视化



解决方案

方案设计目标:在保障工业园区内生产流程信息安全的同时,对敏感区域内人员分布情况实现实时准确统计上报,保证危险作业期间员工行为规范,规避人身安全风险。

■ **落地场景:**工业园区等存在危险作业的区域。

■ **应用场景类别:**存在性检测,定位和跟踪。

■ **方案架构:**

- **感知/网络层:**WLAN设备作为通感一体设备,基于CSI反馈或者插卡式雷达等形态对环境内的人体移动进行感知,同时将采集到的数据经过基础的信号处理(噪声消除等),经过网络层回传到平台层。
- **平台层:**主要指物联网中间件平台,接收到网络层的信息后,结合物理感知和AI算法,实现信道特征到空间内物体姿态特征的转换(距离,速度,角度,数量等)。
- **应用层:**包括一些工业园区安全检测相关应用,基于平台层传输的物理空间内物体的姿态变化,融合AI算法,在危险作业期间实现工厂区域员工分布实时监控,当危险区域出现人员存在或者员工移动轨迹不规范的时候,做到及时告警,并联动控制系统中止作业。

第 3 章

WLAN通感一体 产业发展倡议

3.1 加快标准制定

技术标准的制定对于产业的健康发展至关重要。标准不仅是技术创新的体现，也是产业链上下游企业协作的基础。为加快WLAN通感一体技术的发展，亟需制定相关的标准。

统一技术规范：WLAN通感一体相关的建网和测试标准还没有统一制定的标准，WLAN应用发展联盟希望联合厂商一起制定统一的建网标准和测试标准，可以避免因各企业技术标准不一而导致的互联互通问题，从而促进产业的健康发展。

提升产业协调性：通过标准的制定，可以促进产业链上下游企业的合作，特别是设备厂商和第三方系统的互联互通，从而形成合力，加快技术的应用和推广。

WAA将持续推动高品质WLAN通感一体技术标准项目，引领WLAN产业的发展。

3.2 加快产业的应用

随着无线通信技术的快速发展，WLAN已经成为现代生活和工作中不可或缺的一部分。按照马斯洛的需求层次理论，人们对WLAN服务的需求从基本联接到更高层次的体验和感知智能发展。传统的WLAN技术已经无法完全满足未来智能化社会的需求。WLAN通感一体技术的提出，可以提供更为高效、安全和智能的网络服务，在更深层次上满足用户的需求。

WLAN通感一体的产业化是推动其广泛应用和发展的关键步骤。产业化不仅可以推动技术的成熟，还可以降低成本，提升市场竞争力。因此，加快产业化应用有以下几个方面的必要性：

市场需求的驱动：在企业绿色节能、医疗康养、智能会议管理、企业办公空间管理、校园宿舍管理、酒店客房管理等场景，对高效、可靠的通信与感知技术需求愈发迫切。WLAN通感一体技术可以有效应对这一需求，实现短距无线通信与感知的无缝集成，为用户提供更优质的服务。

技术创新的推动：产业化过程中，通过技术与市场的互动，通过共同构建联合创新实验室等方法可以激发更多的创新思维，促使企业不断改进技术，提高产品性能，从而形成良性循环。

作为新的智能应用，WLAN通感一体的产业化应用还需要学术界、产业界以及标准化组织一起协同，紧密合作，推动新质生产力的发展，更好地满足社会和市场的需求。

3.3 启动测试认证

测试认证是确保技术产品性能和可靠性的重要环节。对于WLAN通感一体技术而言,启动测试认证工作尤为重要。

保证产品质量:通过严格的测试认证,可以保证WLAN通感一体设备的通信和感知功能达到预期要求,从而提升用户体验。

规范市场秩序:通过WLAN通过一体认证的产品才能参与相关项目投标以便进入市场销售,这样可以有效杜绝不合格产品的流入,规范市场秩序,保护消费者权益。

促进技术进步:测试认证工作可以发现技术中的不足之处,促使企业进行改进和创新,从而推动技术的不断进步。

缩略语

A		
AoA	Angle Of Arrival	到达角估计
AoD	Angle Of Departure	离开角估计
AP	Access Point	接入点
C		
CSI	Channel State Information	信道状态信息
M		
ML	Multi-Link	多链路
W		
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网



媒体合作 : contact@waa-alliance.com
工作机会 : contact@waa-alliance.com
业务合作 : contact@waa-alliance.com
官方网站: www.waa-alliance.com