

人体移动识别技术在智能家居领域中的应用

徐炎正 徐峰

浙江无限新能源股份有限公司, 浙江 嘉兴 314500

[摘要]文中以笔者参与的人体移动识别技术在智能家居产品中的设计方案为例,通过对常用的几种人体移动识别技术的比较和分析,并进行了实际产品测试,确定了最佳设计方案,使得该企业产品在性能、功能得到提升,通过对设计工作进行比较和分析,得到了初步结论,供大家参考之用。

[关键词]人体移动识别;智能家居;超声波;技术研发

DOI: 10.33142/sca.v5i8.8129

中图分类号: TP3;G83

文献标识码: A

Application of Human Motion Recognition Technology in the Field of Smart Home

XU Yanzheng¹, XU Feng²

Zhejiang Wuxian New Energy Co., Ltd., Jiaxing, Zhejiang, 314500, China

Abstract: Taking the design scheme of human motion device technology in smart home products that the author participated in as an example, the article compares and analyzes several commonly used human motion device technologies, and conducts actual product testing to determine the optimal design scheme, which improves the performance and functionality of the enterprise's products. Through the comparison and analysis of the design work, preliminary conclusions are obtained for everyone's reference.

Keywords: human motion recognition; smart home; ultrasonic; technical research and development

引言

随着科技的不断发展和进步,智能家居这种新兴领域正在逐步展现其巨大的市场潜力和发展前景。而作为智能家居中的一个核心技术,人体移动识别技术将会发挥越来越重要的作用。通过对家庭成员位置的识别和监测,智能家居可以更好地满足人们对智能化、便捷化、舒适化等方面的需求。目前已经有了多种可用于人体移动识别的技术,如光学传感器、超声波传感器等。其中,超声波技术作为一种成熟的解决方案,在实际应用中具有广泛的应用前景。本论文主要探讨了超声波人体移动识别技术在智能家居领域中的应用,以及其在实际研发和测试中所遇到的问题和解决方案。通过对该技术的研究和实践,期望为智能家居的发展贡献一份力量。

1 智能家居行业 and 人体移动识别技术的发展

随着科技的不断进步,智能家居已经成为许多人生活中的一部分。随着5G技术的到来,智能家居市场的需求和发展也有了新的起点。智能家居正向着更加便捷、智能化的方向演进,同时也面临着众多挑战。本文将探讨人体移动识别技术在智能家居行业中的重要性和发展前景。

1.1 智能家居行业的发展和未来趋势

随着人们对生活质量的要求越来越高,智能家居产业也随之迅速发展。智能家居通过全方位的联网技术,让人们的家居生活变得更加舒适和智能化。未来,智能家居将在很多领域发挥越来越大的作用,如智能安防、智能照明、智能人机交互等。可以预见,智能家居将成为未来生活的重要组成部分^[1]。

1.2 智能家居发展需要人体移动识别技术

智能家居的本质即为智能化的家居管理系统,该系统需要依靠智能设备和智能终端进行联网,实现人机交互。家居以人为本,智能家居以服务人为核心,对人员在家中的位置和状态需要进行智能识别,目前,大多数智能家居设备都使用了语音控制等技术,但是语音识别为被动接受人的指令,不能主动根据人员的位置、状态的变化作出反应,从而限制了其在实际场景中的应用。因此,人体移动识别技术成为智能家居行业发展中不可或缺的重要组成部分。

1.3 人体移动识别技术的重要性和意义

人体移动识别技术可以识别人体的状态、行为和动作。这种技术具有丰富的应用前景,适用于许多领域,例如安防、健康管理、虚拟现实等。在智能家居中,人体移动识别技术可以通过姿态识别、步态识别等技术,实现自然、智能、舒适的人机交互。例如,当用户走到客厅时,系统可以自动打开灯光,根据用户的姿态调整窗帘和空调等设备。

1.4 现有技术的局限性和痛点

目前,人体移动识别技术在智能家居产业中的发展还处于初级阶段。该技术在不同人群、不同环境下的精确度、实时性等方面面临挑战。例如,在人流密集的情况下,系统可能会错误识别行人的姿态,并产生误判,这是因为人体姿态识别技术尚未在大范围的真实应用场景中得到完善的验证和稳定的性能表现。另外,人体移动识别技术也面临着隐私保护、数据安全等方面的问题,需要有效采取措施来确保用户的数据安全和隐私不被泄露^[2]。因此研发离

线高可靠性低成本的人体移动识别技术显得尤为重要。

2 现常用的人体移动识别技术

现在常用的有以下几种识别技术：

2.1 基于视觉的识别技术

利用计算机视觉技术分析视频流中的人体姿势，将其映射到人形模型上，再进行分类和识别。其可以在不需要用户接触的情况下进行识别，精度较高，可应用于人形行走、跑步、甚至跳舞等多种运动类型。但是其对于随机背景和突变环境下的人体姿态变化较敏感，相对于传感器识别技术来说，复杂度较高且方案成本高，适合用于少数专业领域。

2.2 基于传感器的识别技术

通过使用加速度计、陀螺仪和磁力计等传感器收集到的人体运动相关数据来识别用户的行为和姿势。此技术精度较高，能够实时反映运动状态，易于实现智能设备与智能家居之间的交互。但是也有局限，需要在智能设备上布置传感器再佩戴在身上，且价钱相对基于视觉识别技术来说更高，且依赖于人性化设计的传感器布置和前期的运动数据的收集^[3]。

2.3 基于雷达的识别技术

基于二维或三维扫描的虚拟环境分析人体的位置、速度、运动状态等信息并进行识别。可以在低照度、复杂场景下达到较好的效果，传递的信息量较大，不受观测方向的影响。目前此方案的传感器的价格和技术门槛较高，需要工程量大，各方都在攻克其中难题。

2.4 基于声音的识别技术

基于麦克风的声波传播，通过识别所传输的声音信息特征，对用户的行为进行识别。此方案在特定环境下准确度高，易于操作。但其局限是无法区分多个人之间的发声，且有距离和回声限制，因此人口密集场所的识别准确度不高，易受环境噪声干扰。

2.5 基于磁传感器的识别技术

通过磁场传感器采集周围环境的磁力场信息，分析磁力场的变化规律，来识别用户的行为和姿势。其准确度较高，可以在平稳和平静运动中进行有力识别。此方案应用面不广，因其对于复杂和高速的运动难以进行识别。

2.6 基于肌肉传感器的识别技术

利用传感器探测人体肌肉电信号，通过肌肉电压来判别肌肉状态并进而进行动作识别。此方案能够实时准确地反映肌肉运动状态，判别精度高。其价格较贵且需要佩戴，主要用于体育运动领域和医疗领域，且对于有皮肤病患者不适用。

2.7 基于GPS的识别技术

使用定位系统来检测用户的位置及其移动方式，识别运动状态。其准确度高，可以实时反映出运动的具体轨迹。但是存在GPS信号距离远、需要大部分产品都要有网络支持、容易受外界干扰等问题，不能解决使用者在室内的问题，需要佩戴也无法识别精准动作。

2.8 基于红外的识别技术

使用红外技术来检测用户的位置及其移动方式，识别

移动方向。其可以准确地判断出人体相对于红外传感器相对的移动方向，且成本较低适合消费电子市场。但是其对于强环境光较为敏感，会降低其识别准确性^[4]。

3 人体移动识别系统的实例设计方案和技术分析

根项目要求设计一款适合厨房吊顶使用的智能凉风机，其中要求之一是能够自动将凉风吹向人员所在的位置，人员移动风向也随着移动，凉风机安装高度 2.3m-2.5m，人员移动范围 3m*4m。

根据项目状态，应用场景是室内，高度和空间都不大，因此方案需要符合小空间高精度识别的特点，类似GPS等大范围的方案不适用；另外需要有舒适的体验感，陀螺仪等穿戴式的方案可以排除，选择将设备固定于空间的某处，识别面覆盖空间；最后由于是面向消费市场，要求其有较低的成本利于技术普及。

综合以上几个方面，符合此项目识别方案的选择有热释红外检测识别方式和超声波雷达检测识别方式。

通过实际试验，采用热释红外识别人体移动方案时，由于厨房灶具使用时，温度变化不较大，从而使红外识别容易出错，因此最终选择使用超声波雷达技术进行人体移动识别技术的研究。超声波雷达技术经过多年的发展，目前已经比较成熟，在建筑测绘、接近感应、高效教研等方面都有运用。

方案原理是在使用空间内，如 3m*4m*2.3m 的房间，产品安装顶部在中间，以一定角度往下覆盖检测范围，范围区域分为 A-I 九个区域，对四个检测探头 A-D 检测数据进行算法处理，判断出人体移动到哪个区域内。

超声波人体移动识别技术涉及到许多技术指标。这里根据实际智能家居的使用环境，定以下几个指标：（1）数据采集时间 T (ms)：指完成一次运动识别所需要的数据采集时间。一般来讲，数据采集时间越短，越能及时反映出运动的状态，这里取 $T < 300ms$ 。（2）数据量 C (bit)：单次数据量对运动识别的精度影响较大，一般来讲数据量越大，越能反映出运动的具体轨迹和变化趋势，这里取 $C < 20bit$ 。（3）检测面 S (m^2)：检测覆盖面越大，越能，这里取 $S > 9 m^2$ 。（4）准确率 A (%)：指模型正确识别的占全部识别的比例。准确率越高，越能反映出模型的精度，这里取 $A > 95%$ 。合理设置这些参数可以提高识别精度和使用稳定性，满足智能家居领域的需求和应用。

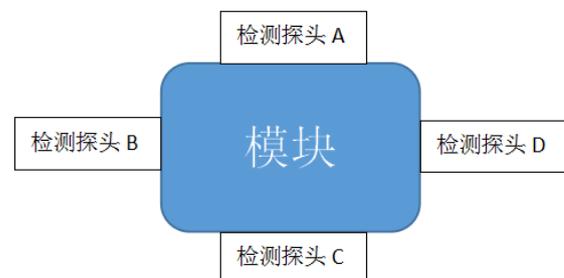


图1 模块示意图

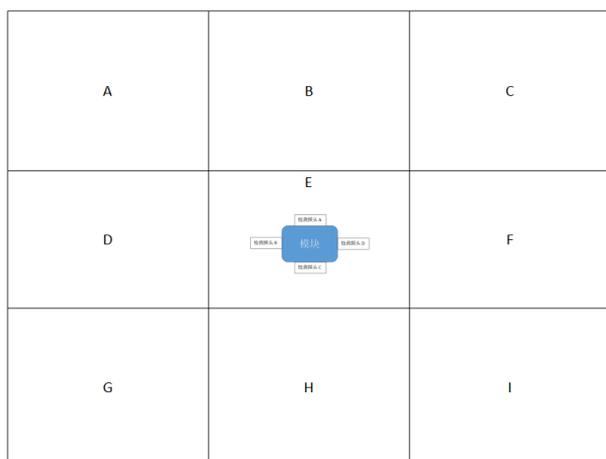


图2 空间俯视图

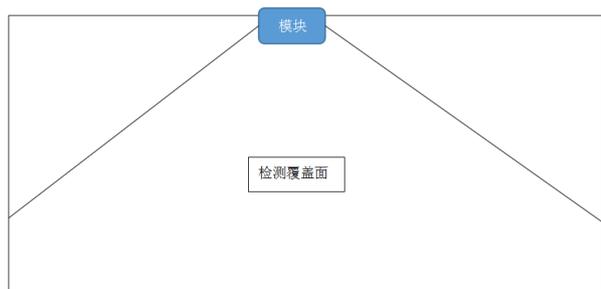


图3 空间正视图

4 设计过程中的技术问题及解决方案

在实际的设计和模拟测试过程中,遇到了诸多难题,如:

4.1 信号不稳定

超声波模块在工作时容易受到外界环境的干扰,导致信号失真或不稳定。这个问题主要是由于环境和超声波模块本身的因素导致的,因为智能家居使用环境本身存在复杂的特点,因此采取了采用抗干扰能力更强的超声波模块的方式,并优化传感器布置及调整传感器参数,减少信号干扰,最终使得模块达到一个相对稳定的效果。

4.2 多次反射

实验中发现,相同的人相同的角度测得的数据并没有想象当中一致,经过查阅资料发现是由于人体表面的特殊反射性质,超声波信号可能会被反射多次,在检测精度和距离计算方面存在误差。针对这个问题,我们通过对信号特征的分析,在超声波模块的算法上面作了调整,取多组数据,并且进行两次软件滤波再取平均,通过多频次反馈控制,尽可能减少多次反射对信号的干扰,得到较为稳定的数据。

4.3 距离测量误差

由于超声波模块的使用环境、温湿度等往往会对测量精度产生不良影响,距离测量误差较大,并且我们也在不

同的模拟环境中验证了这点。针对超声波信号的衰减特性等,采用自适应增益控制和干扰抑制算法,提高了距离测量的精度和稳定性。

4.4 多人检测误差

测试发现若有多人在同一空间内移动,数据复杂,很难分别检测每个人的方向。因此我们退而求其次,取最大的一组数据,确保检测到第一个进入空间的人,多人检测还在继续研究中。

结合以上经验,该技术在实际的应用中,有以下几个点需要注意:

(1) 确保传感器的正确放置和调整,以免影响实际测量精度。

(2) 注意防水防尘措施,特别是在工业强酸、强碱等恶劣的环境下应注意保护传感器。

(3) 选择适宜的工作温度范围,避免产生温度误差及失灵等问题。

(4) 在实际应用前,应对传感器进行标定和校准,保证测量数据的准确性。

5 结语

本文主要研究了超声波人体移动识别技术在智能家居领域中的应用,并通过实际的研发和测试工作,发现该技术在实际应用过程中仍存在一些局限性和问题,如信号不稳定、多次反射、距离测量误差等。针对这些问题,我们提出了有效的解决方案,如采用抗干扰能力更强的超声波模块、优化传感器布置以及调整传感器参数等。此外,在实际应用过程中还需要注意诸多细节问题,如确保传感器的正确放置和调整、选择适宜的工作温度范围等。最终,本文研究结果表明,超声波人体移动识别技术在智能家居领域中具有广阔的应用前景和发展空间,希望该技术未来可以在更多的场景中得到应用与推广,服务于大众。

[参考文献]

[1]子胜.基于人体行为识别技术的智能家居控制系统的设计[D].南昌:南昌大学,2017.

[2]马文娟,吴宁,马瑜晴,等.浅析智能家居系统的技术应用[J].电脑知识与技术:学术版,2020,16(3):2.

[3]梁海珍.语音识别技术在智能家居领域应用[J].电子技术与软件工程,2021(4):008.

[4]陈玉龙.基于惯性传感器的手势识别系统的设计与实现[D].南京:南京邮电大学,2016.

作者简介:徐炎正(1971.10-),男,民族:汉,学历:本科,目前职称:副高级工程师,研究方向:电子电气工程;徐峰(1991.12-),男,民族:汉,学历:本科,目前职称:中级电子工程师,研究方向:电子电气工程。