

甘肃省大学生创新创业训练计划

项目申报表

(创新训练项目)

推荐学校：西北师范大学

项目名称：无线电 360 度无死角预警神器

所属一级学科名称：计算机科学与技术

项目负责人：祁甜

联系电话：17393163932

指导教师：郝占军

联系电话：15095391808

申报日期：2018 年 4 月

甘肃省教育厅 制
二〇一八年四月

填写说明

- 一、申报书要按照要求，逐项认真填写，填写内容必须实事求是，表达明确严谨。空缺项要填“无”。
- 二、格式要求：表格中的字体采用小四号宋体，单倍行距；需签字部分由相关人员以黑色钢笔或签字笔签名。
- 三、填报者须注意页面的排版。

项目名称		无线电 360 度无死角预警神器					
项目所属一级学科		计算机科学与技术					
项目实施时间		起始时间： 2017 年 11 月 完成时间：2018 年 11 月					
项目简介 (100 字以内)		针对传统安防系统中存在任务计算量大、时间复杂程度高、预警无法全方位覆盖的问题，该项目使用普通的家用 WiFi，通过提取无线信号中的信道状态信息（Channel State Information）来建立数学模型，设计与实现一个对周边环境具有更细粒度的感知程度、无死角预警的安防机器人。					
申请人或申请团队		姓名	年级	学号	所在院系/专业	联系电话	E-mail
	主持人	祁甜	大一	201771030117	卓越工程师	17393163932	2466314862@qq.com
	成员	任家驹	研二	2016211321	物联网技术	18693107517	451120189@qq.com
		闫燕	研一	2017211648	物联网技术	15193198667	593655764@qq.com
		李松谕	大一	201771030110	卓越工程师	17393151739	1456123372@qq.com
指导教师	第一指导教师	姓名	郝占军		单位	西北师范大学计算机科学与工程学院	
		年龄			专业技术职务	副教授	
	主要成果		1. 甘肃省青年科技基金，1606RJYA269、社交网络环境下基于[1]国家自然科学基金项目，复杂山地环境中大规模异构三维传感器网络节点定位与覆盖技术研究，61762079，2018/01-2021/12，主持。 [2]甘肃省重点研发计划项目，无线传感器网络中高性能室内定位及位置服务的关键技术研究，17YF1GA015，2017/09-2019/09，参与（第二）。 [3]国家自然科学基金项目，61662070，大规模三维移动传感器网络的远程监测拓扑可靠性研究，2017/01-2020/12，参与（第二）。				

		[4]甘肃省科技重大支撑项目，1604FKCA097，面向祁连山生态监测的大规模移动传感器网络关键技术研究，2016/09-2018/09，主持。 [5]甘肃省发改委支撑项目，1506FGW056，物联网技术在甘肃灾后重建系统的应用，2015/09-2016/09，主持。 [6]国家自然科学基金项目，61363059，三维无线多媒体传感器网络全视域表面动态覆盖技术研究，2014/01-2017/12，参与（第二）。 [7]甘肃省工业和信息化专项资金项目，祁连山生态保护区哈溪示范点物联网综合监测，2014/07-2015/12，参与（第二）。 [8]西北师范大学青年教师科研能力提升计划项目，在线社会网络的用户行为感知研究，2014/01-2016/12，已结题，主持。 [9]电子信息产业发展基金，项目信息安全智能管理与虚拟防护平台（子项目），2013/01-2015/12，已结题，主持。 [10]甘肃科技支撑计划项目，电子政务中的网络行为监控预警管理系统，2009/01-2011/12，已结题，参与（第二）。 规划类项目： [1]甘肃省“十三五信息化”发展规划，参与。 [2]中国制造 2025 甘肃行动“互联网+”制造专项实施方案，主持。 [3]甘肃省电子政务总体方案，主持。 [4]甘肃省信息化发展指导意见，参与。 [5]嘉峪关市“十三五信息化”发展规划，参与。		
第二 指导 教师	姓名		单位	
	年龄		专业技术职务	
主要成果				

一、申请理由（包括自身具备的知识条件、自己的特长、兴趣、已有的实践创新成果等）

团队成员主要有我联网技术及卓越工程专业组成，本项目主要的技术是物联网技术方面的研究，成员具有此方面的研究及开发能力。完成本项目的开发可进一步锻炼自身的实践能力和团队合作的能力，目前社会的快速发展，安全问题是人们所关心的事情，所以本项目系开发报警神器，保障家庭或单位的安全。

二、项目方案

具体内容包括：

1、项目定位

2010 年以来，麻省理工学院、斯坦福大学、华盛顿大学、香港科技大学、清华大学等高校研究人员陆续开展基于信道状态信息（CSI）的相关研究工作，并尝试开发基于 CSI 的环境感知应用系统。

人体检测指的是检测目标区域内是否存在个体的过程，这一过程对许多应用至关重要，包括安全预警入侵检测、边界检测以及火灾或地震中的存活人员检测等。基于设备的人体检测已得到了普遍应用，然而这类方法需要专门的硬件设备，如加速度计、红外传感器、摄像机等，不适合于大规模快速部署。研究人员开始探讨设备无关的被动式检测 (Device—free Passive Detection, Dfo)^[1]，在无需人体携带任何物理设备的情况下实现人体检测。

Zhou 等人^[2]考虑从另一个角度利用 CSI，在设计场景相关的应用，首先考虑下层监控单元的覆盖范围，即小区覆盖。边界形状是小区覆盖的关键特性，描述了小区覆盖的方向性。然，即使下层设备都配有全向天线，大多数针对 Dfp 检测的实验拟合覆盖模型都是沿着发送器和接收器链路的有向椭圆覆盖，而不是以接收器为中心的圆形覆盖。因此，相比从接收器背面接近的用户，沿着收发路径的用户更容易被检测到。但某些应用场景，如博物馆展览，可能更需要实现圆形的覆盖检测。针对该类应用场景，Zhou 等提出了全向被动式人体检测 (Omni—directional Passive Human Detection, Omni—PHD) 的概念，具体指在以链接为中心的监控单元架构的基础，利用全向天线设备，实现圆形小区覆盖的被动式检测。

本课题主要分析研究已有的无线传感器网络技术和方案，针对信号在室内传播存在多径效应的情况，结合已有无线感知技术中存在的问题，采用物理层中更稳定、分辨率更好的信道状态信息作为指标进行室内定位技术和算法的研究，最后希望研究出低成本、高精度、易扩展的人员发现系统，并在实际生活中得到充分应用。主要创新点有：

(1) 针对现有的无线感知技术存在精度低、能耗大、成本高的问题，对比现有方法的优缺点，提出基于信道状态信息的人员发现方案。

(2) 随着移动智能设备和无线网络渗透到人们生活的方方面面，室内人员发现与预警产品也越来越多，不同目标区域中对预警精度的要求也不同，在传统的接收信号强度预警算法的基础上，通过结合实际环境，设计基于信道状态信息的人员发现与预警算法。

本项目就是以此为研究背景，通过对无线电信号进行处理、获取信号波动幅度，设计与实现一个基于无线信号的人员发现系统，所提出的相关理论及研究成果能应用于一些中小型的重要场所，例如展览馆、商、医院等重要资料防盗场景。

[1]YOUSSEFM, MAHM, AGRAWALAA. Challenges: Device-free passive localization for wireless environments [c] ACM MobiCom. 2007: 22 —229.

[2]ZHOU Z, YANG Z, WU Cet al. Towards omnidirectional passive human detection [C]. IEEE INFOCOM. 2013: 3057—3065.

2、研究目标、研究内容和拟解决的关键问题

本项目以无线传感器网络关键性技术为基础，以无线传感器网络在人员发现与感知为研究内容。主要包括：(1) 无线雷达（无线信号）信号采集平台；(2) 无线信号下人员发现算法；(3) 无线信号人员发现与感知系统。所提出的相关理论及研究成果能应用于一些中小型的重要场所，例如展览馆、商、医院等重要资料防盗场景。

3、拟采取的研究方法、技术路线、实验方案

本项目目标为设计有效的人员发现与感知算法并完成系统研发。通常人员发现方法是以 WiFi 信号强度、超宽带、红外线、超声波等其他无线通信技术为媒介。基于信道状态信息（Channel State Information, CSI）的室内人员发现技术描述了信号在每条传输路径上的衰弱因子，CSI 可以使通信系统适应当前的信道条件，在多天线系统中为高可靠性高速率的通信提供了保障。在本项目中，基于信道状态信息的人员发现与感知算法硬件平台系统运行框架如图 1 所示：有计算机、AP、DP 和数据处理器组成。人员发现与感知范围是以 AP 为中心，半径取决于与 AP 与 DP 链路的链接长度。

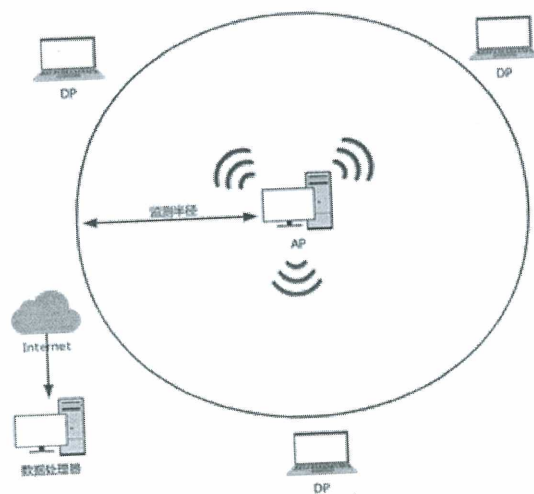


图 1 人员发现与感知系统结构图

然后系统会从 CSI 矩阵中的每一列求出各个载波振幅的方差，得到一段时间内的表征信号波动程度的 30 维方差向量，如图 2 所示。当室内处于无人的状态时，理想状况下该向量应该趋于 0 向量，而当有人进入时，由于 CSI 信号发生较大的波动，各个载波的方差也会出现较大的变化。一旦系统检测到在某段时间内载波方差出现连续的较大波动，就会认为有入侵者闯入。

$$\begin{bmatrix} CSI_{1,1}, CSI_{1,2}, \dots, CSI_{1,30} \\ CSI_{2,1}, CSI_{2,2}, \dots, CSI_{2,30} \\ \dots \dots \dots \\ CSI_{30,1}, CSI_{30,2}, \dots, CSI_{30,30} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Var1, Var2, \dots, Var30 \end{bmatrix}$$

图 2 CSI 矩阵计算方差示意图

由于受环境噪音的影响，载波方差在无人的情况并非为零，且方差波动较大。为了消除环境噪音对于人体检测的干扰，项目采用如下机制：以 t 为时间窗口，取 t 与 $t+1$ 相邻前后两次的方差，通过数学方法找到衡量前后两次方差差别的数值，该值可以表征方差的稳定性。在本算法中，采取的是两次方差之间的欧氏距离。理论上，当相邻的 CSI 信息很稳定时，I 值结果应改为 0，当 I 值数值越大，说明两次 CSI 信息波动越大。

接下来通过实际试验，可得到表征 CSI 稳定程度的 I 值在不同状况下的取值范围。本系统大致可以将 I 值区间划分为三个波动范围，来表征室内的不同安全程度。

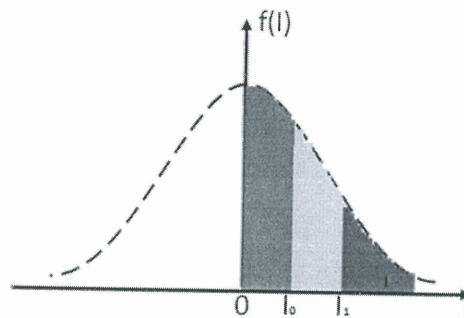


图 3 静态环境下 I 值概率密度分布曲线

如图 3 所示，当房间中无人时，受残余噪音影响，I 值的概率密度曲线近似呈高斯分布。当 I 值处于图中绿色部分时，房间可以被认为处于绝对安全状态；图中的黄色部分，可以被认为是一个警告范围 ($I_0 \sim I_1$)，或是不可预测的噪音影响或轻微异动的影晌，此刻房间中的情况需要引起重视；而当房间中有人运动时，I 值将超越红色预警阈值 I_1 ，此刻人员发现系统将发出入侵警报。

4、项目进度时间安排

- (文献查阅)： 2017 年 9 月至 2017 年 11 月
- (社会调查)： 2017 年 11 月至 2017 年 12 月
- (方案设计)： 2017 年 12 月至 2018 年 2 月
- (实验研究)： 2018 年 2 月至 2018 年 3 月
- (数据处理)： 2018 年 3 月至 2018 年 5 月
- (研制开发)： 2017 年 12 月至 2018 年 6 月
- (撰写论文或研究报告)： 2018 年 3 月至 2018 年 6 月
- (结题和答辩)： 2018 年 6 月至 2018 年 7 月
- (项目鉴定)： 2018 年 7 月至 2018 年 8 月
- (成果推广或论文发表)： 2018 年 8 月至 2018 年 9 月

5、人员分工

理论指导：郝占军

平台搭建：任家驹、闫燕

数据分析：祁甜、李松谕

模型构建：李松谕、闫燕

方案实验：任家驹、祁甜

系统实现：任家驹、祁甜

三、学校提供条件（包括项目开展所需的实验实训情况、配套经费、相关扶持政策等）
立项项目提供人民币总计 2000 元（大写 贰仟 元整）。

学校给予实验室用于本小组研讨；为实验研究、器材购买提供资助；校图书馆具有丰富的实体书籍，这些资料覆盖范围广，可信度强；图书馆内部的电子阅览室也提供了诸多时效性强的资料文献，对此次探究产生深远影响。

四、预期成果

完成神器数据实时可视化显示子系统可以分为两个部分：1. 信号特征实时管理 2. 人体检测警报。完成神器的开发可进行测试运行，实可检测在一定范围内室内入侵的报警功能。所得到的成果以论文、设计、产品研制、软件开发、专利、研究或调研报告呈现。

五、经费预算

总经费（元）	22000	财政拨款（元）	20000	学校拨款（元）	2000
--------	-------	---------	-------	---------	------

注：总经费、财政拨款、学校拨款由学校按照有关规定核定数目进行填写

具体包括：

1、调研、差旅费：无

2、用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费等：9000 元
包括：信号发射机、接收机、天线升级、无线网卡、电缆、支架。

3、资料购置、打印、复印、印刷等费用：1000

4、学生撰写与项目有关的论文版面费、申请专利费等：12000 元

六、导师推荐意见

该课题具有创新性并推广价值，愿意给予资助。

签名：郝峰

2018年4月26日

七、院系推荐意见



院系负责人签名：



学院盖章：

2018年4月27日

八、学校推荐意见：



学校负责人签名：



学校公章

2018年4月28日

注：表格栏高不够可增加。

