

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 :	三维环境下基于 UWB 的厘米级室内定位技术及应用研究
所属一级学科名称:	计算机科学技术
项 目 负 责 人 :	许菁
联 系 电 话 :	15193120981
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

项目名称		三维环境下基于 UWB 的室内定位技术及应用研究					
项目所属一级学科		计算机科学技术					
项目实施时间		起始时间：2017 年 12 月 完成时间：2018 年 10 月					
项目简介 (100 字以内)	随着室内定位技术的突飞猛进，人们对室内定位的需求也与日俱增。而现阶段的超宽带定位产品仅仅停留在技术层面，故我们将这种技术进一步进行优化，以适应各种应用场景下（机场、仓库等）定位的高精度立体化显示。						
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	许菁	2016 级	201671020233	计算机科学与工程学院/软件工程	15193120981	944618925@qq.com
	成员	贾亚茹	2016 级	201671010113	计算机科学与工程学院/网络与信息安全	15194215382	409321342@qq.com
		朱碧莹	2015 级	201571010145	计算机科学与工程学院/物联网工程	17681512078	1033971576@qq.com
		孙久凯	2016 级	201671020221	计算机科学与工程学院/软件工程	17393161082	1364151808@qq.com
		李朝阳	2016 级	201671020109	计算机科学与工程学院/软件工程	18258113191	1092460929@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	
		年龄	38		专业技术职务	副教授，硕士生导师，甘肃省物联网工程研究中心办公室主任	

	主要成果	[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]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）。 [3]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。 [4]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）
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） （1）自身具备的知识条件：模拟电路、数字电路、单片机技术、通信原理、计算机网络、C/C++语言、上位机软件开发语言 QML 语言等，已具备完成本创新项目的知识储备和实践技能； （2）特长、兴趣爱好：对电子、通信产品有着浓厚的兴趣，非常渴望了解并掌握电子产品设计、制作生产的流程。当前日益发展的电子行业对人才的要求不断改变，对我们技能和知识面的广度提出了更高的要求，需要我们不断学习和掌握新知识、新技能。 （3）已有实践创新成果：参与 2017 年西北师范大学本科生科研能力提升计划中“AR 与 3D 打印在房地产的应用”项目并顺利结项。		
二、项目方案 具体内容包括： 1、项目研究背景（国内外的研究现状及研究意义、项目已有的基础，与本项目有关的研究积累和已取得的成绩，已具备的条件，尚缺少的条件及方法等） 超宽带(UWB)无线定位技术由于功耗低、抗多径效果好、安全性高、系统复杂度低，尤其是能提供非常精确的定位精度等优点，而成为未来无线定位技术的热点和首选。随着无线通信技术的发展，21 世纪的世界将很快从网络时代进入无线互联时代。新兴的无线网络技术，例如 WiFi、WiMax、ZigBee、Adhoc、BlueTooth 和 UltraWideBand(UWB)，在办公室、家庭、工厂、公园等大众生活的方方面面得到了广泛应用，基于无线网络的定位技术的应用更加具有广阔的发展前景。根据投资银行 Rutberg 公司、无线数据研究集团和国际数据公司等预测，网络新技术将在未来的 3 年内达到几百亿甚至上千亿美元的营业收入，而无线定位技术的应用将在其中占有至少上百亿美元的份额。 近年来，UWB 的研究在国际上倍受重视，各国都在致力于超宽带技术及其产品的开发。在美国国防部重点技术计划中，已经连续几年把 UWB 列为研究计划项目中的重点课题。许多著名大学和实验室，如美国 MIT Lincoln 实验室、Los Alamos 国家实验室、Ohio 州立大学、Georgia 理工学院、英国 RSRE 实验室等都开展了 UWB 的研究。在 UWB 研究中，美国走在前列，ETHERWIRE&LOCATION，Ubise 等多家公司推出了 UWB		

芯片和系统。日本、荷兰、新加坡也不甘落后，都已经开始着手 UWB 技术的开发，试图率先抢占 UWB 市场 UWB 技术。

在我国的研究才刚刚起步。我国正在积极加入到 UWB 技术研究领域中去，很多科研机构和越来越多的高校已经将目光投向这一极具发展力的技术。信息产业部无线电管理部门也在积极筹划，与国外先进 UWB 生产商进行技术交流，争取尽早制定我国 UWB 管理框架，为我国 UWB 市场尽早制定技术规则。

无线定位技术和方案很多，常用的定位技术包括红外线、超声波、射频信号等，但都不适合室内定位。红外线只适合短距离传播，而且容易被荧光灯或者房间内的灯光干扰，在精确定位上有局限性；超声波受多径效应和非视距传播影响很大，不能用于室内环境；而射频信号普遍用在室外定位系统中，应用于室内定位存在局限。

GPS 是目前应用最为广泛的室外定位技术，它是 20 世纪 70 年代初美国出于军事目的开发的卫星导航定位系统，主要利用几颗卫星的测量数据计算移动用户位置，即经度、纬度和高度。一般用于车辆导航和手持设备。在此基础上，还出现了增强型 GPS，辅助 GPS 等技术，它们可以广泛用于航空、航海和野外定位等领域。利用 GPS 进行定位的优势是卫星有效覆盖范围大，定位导航信号免费；缺点是定位信号到达地面是较弱，不能穿透建筑物，因此不适合室内定位，此外定位器终端的成本较高。GPS 所能达到的定位精度范围在 5m-20m。

当前比较流行的 Wi-Fi 定位是 IEEE802.11 的一种定位解决方案。目前，它应用于小范围的室内定位，成本较低，但 Wi-Fi 收发器只能覆盖半径 90m 以内的地理区域，很容易受到其他信号干扰，从而影响定位精度，并不十分可靠，而且定位器的能耗较高。

蓝牙技术应用于定位，与 Wi-Fi 有很多相似之处，主要应用于小范围定位，例如单层大厅或仓库；同样有定位误差不稳定，受噪声信号干扰大的缺点。

由此可见，随着定位技术的发展和定位服务需求的不断增加，无线定位技术必须克服现有技术的缺点，满足以下几个条件：a)高抗干扰能力；b)高精度定位；c)低生产成本；d)低运营成本；e)高信息安全性；f)低能耗及低发射功率；g)小的收发器体积。

以上几种技术方案，都不可能完全满足这些要求。而 UWB 用在无线定位上，能够基本满足上述要求，因此成为未来无线定位的首选。UWB 是一种高速、低成本和低功耗新兴无线通信技术。UWB 信号是带宽大于 500MHz 或基带带宽和载波频率的比值大于 0.2 的脉冲信号(UWBWG, 2001)，具有很宽的频带范围，FCC 规定 UWB 的频带从 3.1GHz~10.6GHz，并限制信号的发射功率在-41dBm 以下。由此可见，UWB 聚焦在两个领域的应用上，一是符合 IEEE802.15.3a 标准的短距离高速数据通信，即无线无延迟地传播大量多媒体数据，速率要达到 100Mbit/s-500Mbit/s；另一个是符合 IEEE802.15.4a 的低速低功率传输，用于室内精确定位，例如战场士兵的位置发现、工业自动化、传感器网络、家庭/办公自动化、机器人运动跟踪等。UWB 信号的特点说明它在定位上具有低成本、抗多径干扰、穿透能力强的优势，所以可以应用于静止或者移动物体以及人的定位跟踪，能提供十分精确的定位精度。

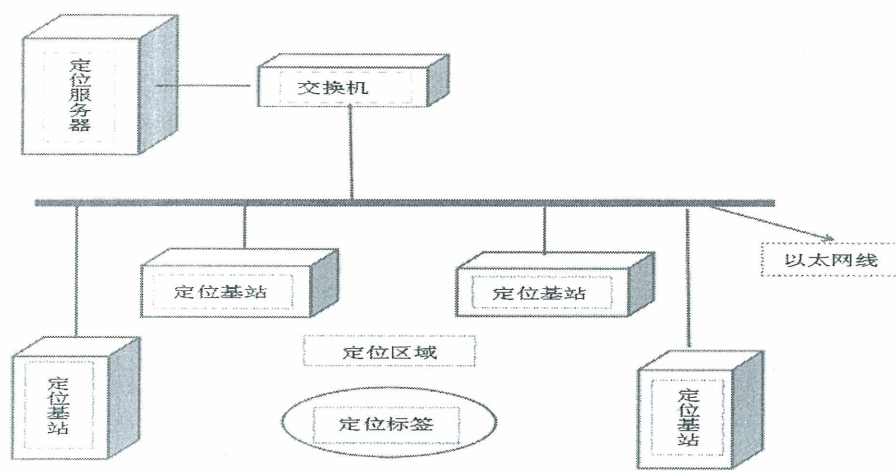
2、项目研究目标及主要内容

随着近距离无线电技术的高速发展和无线 局域网技术的进步，使得室内定位技术突飞猛进。在开阔的室外环境中，全球定位系统 GPS 提供了非常精确的定位信息，

与此同时，人们对室内定位信息的需求也与日俱增，机场、展厅、写字楼、仓库、地下停车场、监狱、军事训练基地等都需要使用准确的室内定位信息，对可用空间和库存物资实现高效的管理。超宽带技术作为近年来新兴发展起来的一种无线电技术，因其特有的性能，能够提供精确的室内位置信息，非常适用于室内定位系统的应用。

而现阶段的产品仅仅停留在技术层面，并没有广泛应用到市场中，而原有定位系统的展示界面也只是二维图形的简单展示。故在现有 UWB 厘米级定位的基础上，我们决定将这种技术进一步进行优化。主要包括两个方面：

第一，将定位芯片封装到产品中，进一步提升定位技术在市场中的利用率和使用范围，实现架构如图一：



图一

第二，将原有的定位系统进行进一步的性能提升，争取将原有的二维展示平面优化为三维效果，更加直观可感；

第三，在原有定位系统的基础上，进行进一步的优化，完成从技术到市场的推广，使得用户可以轻松通过操作定位系统达到目的。

3、项目创新特色概述

(1) 系统能耗少，发射功率低

在短距离应用中，UWB 发射机的发射功率低于 1mW；低发射功率可以延长系统电源工作时间，况且发射功率小，其电磁波辐射对人体的影响也会很小。

(2) 抗干扰能力强

由于 UWB 采用持续时间很短的窄脉冲，其时间、空间分辨力很高，系统的多径分辨率很高，因此能充分利用发射信号的能量。对常规无线电信号多径衰落深达 10-30dB 的多径环境，UWB 信号的衰落最多不到 5dB。多径衰落是无线通信的一大障碍，传统的无线技术容易受到建筑物内部和周围多径的干扰，而 UWB 信号由于对信道多径衰落不敏感，具有优良的抗多径性能，接收机通过分集可以获得很强的抗衰落能力，特别适合使用在室内等多径密集的场所，同时在进行测距、定位、跟踪时也能达到更高精度。

(3) 定位精度高

信号的距离分辨力与信号的带宽成正比。由于超宽带信号的超宽频带特性，使得

UWB 系统的距离分辨精度是其它系统的成百上千倍。UWB 信号脉冲宽度在纳秒级，其对应的距离分辨能力可高达厘米级，这是其它窄带系统所无法比拟的。较高的距离分辨精度也使得超宽带系统在完成通信的同时还能实现准确定位、跟踪，定位与通信功能的融合也扩展了超宽带系统的应用范围。在很多通信网络的应用中，都需要提供定位/跟踪服务，通常利用 GPS 实现。然而在实际中，在一些情况下，特别是在室内，GPS 很难实现精确定位。实现室内环境的精确定位是采用传统无线电的通信网络很难解决的问题，而采用超宽带无线电很容易实现精确的定位。国外公司为军方开发的超宽带通信/定位系统，已经从实践上证明了超宽带无线电定位的优越性能。

(4) 三维环境真实

现在市面上的定位产品的展示界面采用的是.png 格式图片导入展示的二维阶段，而芯片可以获取到的数据包括定位目标标签的 X、Y、Z 轴的相对值，所以本次我们拟将芯片获取到的目标数据进一步以三维立体环境建模的形式展示出来，使得用户界面更加真实。

(5) 定位系统功能完善

现有的 UWB 定位系统存在着用户使用效果不佳、市场应用率不高等问题，所以我们将现有系统进行进一步的优化，除了三维展示之外，还要对原有 PC 端软件进行功能扩展，使用户体验进一步增加，方便快捷地实现在特定环境下的定位操作。

(6) 市场应用前景广

由于 UWB 在室内定位中具有上述特有的优点，而现有的大部分地区的市场仅仅停留在技术层面而并未广泛应用到人们的现实生活中去，所以不论是在工厂、工地、监狱等有特殊需求的人员定位方面，还是在物流方面的应用，必将收到理想的效果和实际价值。

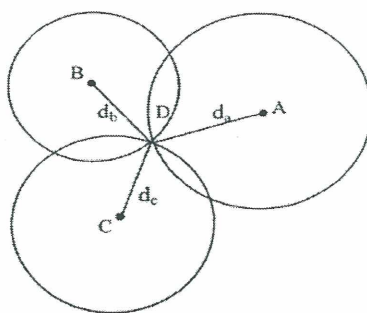
4、项目研究技术路线

通常，UWB 定位系统设定几个定位参考点(根据实际需要)，以接收待测点(数量上百)发出的高斯脉冲信号。为了避免信号发生碰撞，每个待测点都有自己的代码序列。当一个高斯脉冲中代码序列被参考点收到时，它将在一个时间整合相关器内与当前产生的一个对照序列作比较。当收到信号的位移与对照信号相吻合，即出现一个相关高峰信号。这样就容易判断是否收到正确的代码序列。处理接收到的脉冲序列得到接收时间，从而利用算法计算得到待测点的坐标。实际操作中，该系统包含三层体系架构，包括底层的信息采集与网络构建，它由若干个基站和标签通过串口与无线通讯实现原始信息的采集，在管理服务层通过下位机与上位机的交互及定位算法的支撑实现综合应用。

应用算法：

(1) 三边测量算法

三边测量算法的原理如图二所示：



图二

以三个节点 A、B、C 为圆心做圆，坐标分别为 (X_a, Y_a) 、 (X_b, Y_b) 和 (X_c, Y_c) ，这三个圆周相交于一点 D，交点 D 即为移动节点，A、B、C 即为参考节点，A、B、C 与交点 D 的距离分别为 d_a 、 d_b 、 d_c ，假设节点 D 的坐标是 (X, Y) 。

$$\begin{cases} \sqrt{(X - X_a)^2 + (Y - Y_a)^2} = d_a \\ \sqrt{(X - X_b)^2 + (Y - Y_b)^2} = d_b \\ \sqrt{(X - X_c)^2 + (Y - Y_c)^2} = d_c \end{cases} \quad (1)$$

由公式 (1) 可以得到交点 D 的坐标为：

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2(X_a - X_c) & 2(Y_a - Y_c) \\ 2(X_b - X_c) & 2(Y_b - Y_c) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} X_a^2 - X_c^2 + Y_a^2 - Y_c^2 + d_c^2 - d_a^2 \\ X_a^2 - X_c^2 + Y_a^2 - Y_c^2 + d_c^2 - d_b^2 \end{pmatrix}$$

5、研究进度安排

(文献查阅):	2017 年 12 月	至	2018 年 3 月
(社会调查):	2017 年 12 月	至	2018 年 1 月
(方案设计):	2017 年 12 月	至	2018 年 3 月
(实验研究):	2018 年 3 月	至	2018 年 6 月
(数据处理):	2018 年 4 月	至	2018 年 5 月
(研制开发):	2018 年 5 月	至	2018 年 7 月
(撰写论文或研究报告):	2018 年 9 月	至	2018 年 10 月
(结题和答辩):	2018 年 9 月	至	2018 年 10 月
(项目鉴定):	2018 年 9 月	至	2018 年 10 月
(成果推广或论文发表):	2018 年 9 月	至	2018 年 10 月

6、项目组成员分工

- (1) 三维坐标收集和建模: 李朝阳, 许菁;
- (2) 市场需求调研和需求分析: 贾亚茹、许菁、孙久凯;
- (3) 上位机、下位机串口通讯: 许菁、朱碧莹;
- (4) 系统开发: 许菁, 李朝阳;
- (5) 相关文档撰写: 贾亚茹, 朱碧莹, 许菁。

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）

西北师范大学计算机科学与工程学院始终重视实验室建设工作，为教师、研究生和优秀本科生提供良好的科研环境，创造良好的研究氛围。现有实验室总使用面积 4000 多平方米，设备数量达 3000 多台套，其中服务器和微型计算机 2000 余台，设备总值 1800 多万元。

本次项目的申报来自于学校创新创业学院以及计算机学院领导大力推行的“本科生科研能力提升计划”，共获得学校拨款 20 万元；同时，项目的开展依托于本科生创新创业团队 3D 打印实验室，及物联网感知技术实验室，来进行传感器等物联网工程关键技术研究、相关应用系统开发，为项目的开展提供了有力的设备基础及技术保障。

四、预期成果

- 1、完成对室内定位系统功能预期设计的实现；
- 2、完成对系统设计论文的撰写。

五、经费预算

总经费（元）	6000	财政拨款（元）	5000	学校拨款（元）	1000
--------	------	---------	------	---------	------

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：500 元；
- 2、用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费：3000 元；
- 3、资料购置、打印、复印、印刷等费用：500 元；
- 4、学生撰写与项目有关的论文版面费、申请专利费等：2000 元。

六、导师推荐意见

本项目具有足够的研究价值和应用前景，前期基础较好，
同意推荐

签名：郝占军

2018年4月21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