

基于 ZigBee 的无线定位技术研究

摘要:

随着现代通信技术和无线网络的快速发展,人们对定位与导航的需求日益增大,尤其在复杂的室内环境,但是受定位时间、定位精度以及复杂室内环境等条件的限制,比较完善的封闭空间定位技术目前还无法很好地利用。本文的重点就在于设计并实现了一种低成本、实用的无线传感器定位系统。

本论文主要研究了基于 ZigBee 网络的室内无线定位技术,它包括硬件平台、节点通信程序和上位机监测软件三部分。本文详细介绍了三部分的实现。其中,硬件平台以集成了射频与 51 微控制器的 CC2430 芯片为核心,该平台包括射频模块、辅助电路、功能指示电路等。

论文最后对定位系统进行了实际测试。测试表明:本系统达到了设计要求,是一个低成本、易实现的系统。

关键词: ZigBee 无线定位 CC2430 Z-STACK

The Research Wireless localization Based on ZigBee

Teacher: liu zhi

(Changchun university of science and technology of electronic information engineering institute,060412225 wang meng)

Abstract:

With the rapid development of modern communication technology and wireless network, people's demand for positioning and navigation is increasing. Especially in complex indoor environments, but as the limitation of positioning time, positioning accuracy as well as the complexity of the indoor environment conditions, well-positioning technology is still unable to be used in an enclosure space. The combination of ZigBee technology and localization is one of the key researches.

This paper, aiming at ZigBee network, investigates the indoor wireless location techniques and implements a real-time localization system. This paper achieves a localization system. three parts are included. They are hardware platform, communication program of nodes and PC monitor software. The achievement of every part is clear introduced in this paper. The core of hardware platform is CC2430 which is integrated by RF and 51 MCU, the localization nodes are designed and made. It includes RF module, auxiliary module and function indication circuits.

In the end, practical test is implemented. This system is confirmed to be a good one, it is a low cost and easy achieved system.

Keywords: ZigBee Wireless localization CC2430 Z-STACK

毕业设计（论文）原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重承诺：所呈交的毕业设计（论文），是我个人在指导教师的指导下进行的研究工作及取得的成果。尽我所知，除文中特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或组织已经发表或公布过的研究成果，也不包含我为获得_____及其它教育机构的学位或学历而使用过的材料。对本研究提供过帮助和做出过贡献的个人或集体，均已在文中作了明确的说明并表示了谢意。

作者 签名：_____ 日 期：_____

指导教师签名：_____ 日 期：_____

使用授权说明

本人完全了解_____大学关于收集、保存、使用毕业设计（论文）的规定，即：按照学校要求提交毕业设计（论文）的印刷本和电子版本；学校有权保留毕业设计（论文）的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务；学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；在不以赢利为目的前提下，学校可以公布论文的部分或全部内容。

作者签名：_____ 日 期：_____

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名： 日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权_____大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

涉密论文按学校规定处理。

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

注 意 事 项

1.设计（论文）的内容包括：

- 1) 封面（按教务处制定的标准封面格式制作）
- 2) 原创性声明
- 3) 中文摘要（300 字左右）、关键词
- 4) 外文摘要、关键词
- 5) 目次页（附件不统一编入）
- 6) 论文主体部分：引言（或绪论）、正文、结论
- 7) 参考文献
- 8) 致谢
- 9) 附录（对论文支持必要时）

2.论文字数要求：理工类设计（论文）正文字数不少于 1 万字（不包括图纸、程序清单等），文科类论文正文字数不少于 1.2 万字。

3.附件包括：任务书、开题报告、外文译文、译文原文（复印件）。

4.文字、图表要求：

- 1) 文字通顺，语言流畅，书写字迹工整，打印字体及大小符合要求，无错别字，不准请他人代写
- 2) 工程设计类题目的图纸，要求部分用尺规绘制，部分用计算机绘制，所有图纸应符合国家技术标准规范。图表整洁，布局合理，文字注释必须使用工程字书写，不准用徒手画
- 3) 毕业论文须用 A4 单面打印，论文 50 页以上的双面打印
- 4) 图表应绘制于无格子的页面上
- 5) 软件工程类课题应有程序清单，并提供电子文档

5.装订顺序

- 1) 设计（论文）
- 2) 附件：按照任务书、开题报告、外文译文、译文原文（复印件）次序装订

引 言.....	1
第一章 绪 论.....	2
1.1 课题研究背景与意义.....	2
1.2 基于测距的定位技术介绍.....	2
1.3 国内外研究现状.....	3
1.4 无线定位系统未来发展趋势.....	3
第二章 ZigBee 技术概述.....	5
2.1 ZigBee 简介.....	5
2.2 ZigBee 网络的构成.....	5
2.2.1 星状网络拓扑.....	6
2.2.2 对等网络拓扑.....	7
2.3 ZigBee 协议的研究.....	8
2.4 ZigBee 技术应用前景.....	8
第三章 基于 ZigBee 技术定位系统的设计.....	10
3.1 ZigBee 定位技术的介绍.....	10
3.2 系统所采用的算法介绍.....	11
3.2.1 基于 RSSI 测距算法.....	11
3.2.2 三边测量法.....	11
3.3 系统硬件设计.....	12
3.3.1 硬件总体规划.....	12
3.3.2 无线通信芯片 CC2430.....	12
3.3.3 CC2430 射频模块设计.....	13
3.3.5 定位节点软件设计.....	16
第四章 定位功能测试.....	20
4.1 测试条件与环境.....	20
4.2 测试结果.....	20
第五章 结 论.....	21
致 谢.....	23
参考文献.....	24

引言

无线网络系统源自美国军方的“电子尘埃 (eMote)”技术，是目前国内、外研究的热点技术之一。该系统基于 IEEE802.15.4 规范的无线技术，工作在 2.4GHz，用于个人区域网和对等网状网络。ZigBee 是一种新兴的近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的无线网络技术。它是一种介于红外无线技术和蓝牙之间的技术提案。主要用于近距离无线连接。它依据 802.15.4 标准。在数千个微小的传感器之间相互协调实现通信。这些传感器只需要很小的能量，以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器，所以它们的通信效率非常高。相对于现有的各种无线通信技术，无线 ZigBee 网络技术将是近距离通信最低功耗和成本的技术。这一技术目前正向工业、民用方向推广和发展，市场前景广阔。包括国家 863 计划等项目都在进行相关的研究工作。因此，本文介绍的基于 ZigBee 技术的嵌入式无线网络平台，这一无线网络平台可应用于工业控制、信息家电、保安系统、环境监测、港务运输、煤矿安全、农业自动化合医疗监护设备等许多行业和设备。具有广泛的适应性。并能弥补其他无线通信技术的不足，保证其安全性，降低服务成本。

第一章 绪论

1.1 课题研究背景与意义

无线定位系统最初是为满足远程航海等要求产生的。随着科学技术的发展，无线定位服务逐渐走进人们的生活。1996年，两帮通信委员会制定啦 E-911 服务，要求所有无线业务提供商在移动用户发出紧急呼叫时，必须向安全服务系统提供用户的位置信息和终端号码。以便对用户提提供紧急救援行动。此后定位服务就走向人们的生活的各个领域。在军事上、商业上、生活中都发挥着其不可忽视的作用。

无线定位在实际应用中两种意义，自我定位和基于网络定位。其中自我定位是指被定为节点通过测量自己相对某个已知位置发送器的距离或者方向来确定自己的位置；而基于网络的定位则利用一系列的测量方法和算法估算自己在网络中的位置。

无线通信技术的成熟和发展带动啦新兴无线业务的出现，越来越多的应用都需要自动定位服务。GPS 的出现解决啦军事和民用的很多实际问题。但是，当需要定位的物体位于建筑物内部时，其定位精度就明显下降，甚至无法工作。而且处于其成本高，能耗大等因素，许多情况下他们不适合在室内或者是小范围内区域的环境中使用。因此，必须研究的室内定位技术以弥补 GPS 的不足。目前，常见的技术有红外技术，以 ZigBee/IEEE 802.15.4 为代表的无线局域网技术，超声波技术和 RFID 技术。而基于 ZigBee 技术的定位系统，又以其功耗低，成本低，体积小等一系列的优点而近年来倍受人们青睐。

1.2 基于测距的定位技术介绍

基于测距的技术，首先要测量被定为节点和参考节点之间的距离和方向，然后计算定位节点的位置。

定位的测量方法有很多种：如基于 AOA 的方法、基于 TDOA 的方法、基于 TOA 的方法。这里我们主要介绍基于 RSSI 测量方法。

基于 RSSI 测量方法：首先根据发射节点和接收节点的信号强度值，计算出信号在传播过程中衰减程度；然后再利用理论和经验模型将传输损耗转换成距离；最后利用三边测量法或三角测量法计算出节点的位置，因此 RSSI 法需要多个参考节点。

由于 RSSI 测量法是利用信号衰减程度来进行测距的，所以周围环境对信号的传播有很大的影响，如温度、障碍物等对信号衰减程度就会造成很大的影响，此外无线传输芯片所使用的天线也在很大程度上对信号产生一定的影响。但由于目前很多无线传输模块都可以直接测量信号衰减的 RSSI 值，因此这种方法的定位无需额外的硬件设备，满足现在低功耗、低成本的发展趋势。如果我们在具体应用中，根据具体的应用环境，找出一个最适合的经验模型，再用一些修正的算法对定位误差加以修正，这无疑是一个十分好的定位算法。

此外还有一些不太常用的用于定位测距的算法，如接收信号相位差 (PDOA)、近场电磁测距(NFER)等方法。而且我们还可以根据环境的要求使用混合的定位测距方法。如 Cricket 系统即使用啦 TDOA 和 PDOA 混合的定位方法。

1.3 国内外研究现状

1992 年，英国剑桥 ORL 的 Actice Badge 系统是最早期的室内定位系统之一。

1998 年，由 Microsoft 公司开发的 RADAR 定位系统利用“指纹识别法”技术定位，他是基于 RSSI 技术的室内无线射频定位系统，利用信号传播模型和经验测试相结合的场景法定位。

1999 年，Bat System 作为 Active Badge 系统的后继发展，实现啦最高达 3cm 的定位精度，他是使用超声波和设频信号收发器，基于 TOA 技术定位的一种定位系统。

2000 年，由麻省理工大学研制的 Cricket 系统从硬件的尺寸和价格上都有所突破，是现在仍在使用的室内定位系统之一。

2001 年，基于 TDOA 测距的 AHLOS 系统使用啦一种迭代的定位算法。

2002 年，加利福尼亚大学的 Calamari 系统是一种为传感器网络设计的 Ad-hoc 定位系统，他同时采用拉 TOA 和 RSSI 两种技术进行定位。

无线定位系统在中国的发展起步比较晚，但发展速度非常快。很多大小型公司都相继推出自己的定位解决方案。其中比较典型的有：中兴的 CDMA 移动通信系统定位业务解决方案，康柏电脑公司的移动定位服务解决方案，中软安人的 3G 车载无线定位系统以及苏州工业园区的基于 Wi-Fi 的实时定位系统等等。由于近两年 zigBee 技术在国内的兴起，又有很多家小公司做起啦基于 ZigBee 技术的定位系统，并且都达到不错的定位效果。其中包括赫立讯的无线定位解决方案，深圳金图旭昂的 ZigBee 无线定位方案以及北京博控的 ZigBee 定位产品在消防中的应用等等。此外，成都的无线龙通讯科技有限公司还在 2008 年初，特意推出啦一本关于 ZigBee 定位技术的书，也引起啦不错的反响。

1.4 无线定位系统未来发展趋势

随着无线定位系统在国内外突飞猛进的发展，近年来涌现出啦越来越多的无线技术，这些技术在定位行业的发展上也起到啦很大的作用。从一开始 AT&T cambridge 研究室研制的基于红外技术的有源标签用于室内物体的定位开始，到基于 IEEE 802.11 的无线局域网定位系统，再到使用超声波技术的 Cricket 系统和基于 RSSI 技术的 Spoton 系统。用于定位的无线技术发展得很迅速。目前，出啦上述技术外，围绕微雷达技术和 UWB 技术的定位研究也在进行中。2006 年根据 IEEE802.15.4a 标准制定的 Nanotron 公司的 CSS 定位系统又进一步淘汰啦 UWB 的方案。

而刚刚推出的 ZigBee 技术又以低价格、低功耗等一定的特点在市场上占有拉一定的优势。由于 ZigBee 技术是一门新推出的无线通信系技术，仍有很大的发展前景，所以放眼未来，使用 ZigBee 技术作为无线定位系统的组网基础无疑会成为无线定位系统最好的选择。

第二章 ZigBee 技术概述

2.1 ZigBee 简介

ZigBee 技术是由英国 Invensys 公司、日本三菱电气公司、美国 Motorola 公司以及荷兰 Philips 等公司于 2002 年共同提出的，其目的是用来设计开发具有低成本、低速率、低功耗的无线通信网络系统。在此项技术推出的同时，上过几家公司宣布组成 ZigBee 联盟，该联盟致力于定义允许不同厂商制造的设备相互兼容的应用纲要。到目前为止，除了上面提到的 Invensys 等国际知名的大公司外，还有许多来自各个国家的公司也加入其中，如中国的华为技术有限公司等，ZigBee 联盟的成员企业已经达到了 200 多家。其中包括了芯片制造商、系统集成商、消费类电子厂商及软件开发商等等，而且，这个联盟还在不断地发展壮大。

2003 年 11 月，IEEE 正式发布了 IEEE 802.15.4 办议标准，该标准作为 ZigBee 技术的物理层和 MAC 层协议标准，网络层协议标准由 ZigBee 技术联盟制定，应用层根据用户自己的应用需要进行开发。2004 年末，ZigBee 联盟正式发布了该项技术标准，进一步推进了该技术的实际应用，许多生产商相应的推出了自己的芯片产品和开发系统，如 Freescale 的 MC13192，TI 公司的 Chipcon 系列 CC2430，CC2431，Jennic 的 JNS 121 以及韩国 Radiopulse 公司的 MG2455 等等。

ZigBee 技术的主要特点包括：成本低，模块的初始成本估计在 6 美元左右，最终目标要在 1 美元以内，而且 ZigBee 协议是免专利费的；可靠性高，采用碰撞避免机制，同时为了保证传输数据的可靠性，建立了完整的应答通信协议；具有安全保密性，ZigBee 提供了数据完整性检查和鉴权功能，采用 AES-128(Advanced Encryption Standard)算法对传输数据进行加密；网络容量大，可支持多达 65000 个设备节点；功耗低，可以采用休眠模式，两节五号电池可支持长达半年以上的使用时间，当然不同的应用功耗是不同的。

2.2 ZigBee 网络的构成

ZigBee 网络层支持三种网络拓扑结构。分别为：星状网络拓扑、树状网络拓扑以及网状网络拓扑结构。在星状网络中，网络主要由 ZigBee 协调器控制，它主要负责网络中设备的初始化和维护工作。星状网中的其他设备叫做终端设备，直接和协调器进行通信。在树状和网状网络中，ZigBee 协调器主要负责形成网络 and 选择网络主要参数，然后通过路由节点扩张网络。在树状网

络中，路由节点使用等级路由机制进行数据的传输和控制信息，树状网络可以使用信标使能的通信。网状网络允许全对等通信，但是网状网络中的路由节点发送的不是标准信标帧。

但是从功能上主要分为星状网络拓扑结构和对等网络拓扑结构两种类型。其中树状网络和网状网络同属于对等网络拓扑结构。下面分别对这两种网络拓扑结构进行介绍。

在介绍具体网络拓扑结构之前先介绍两个概念：全功能设备(Full Function Device, FFD)和精简功能设备(Reduced Function Device, RFD)。FFD的特点有：支持任何网络拓扑结构、可以成为网络协调器或路由器、可以充当网络中的任何设备以及能和任何设备通信；RFD的特点有：不能成为网络协调器、不能有子节点、只能和自己的父节点通信。

2.2.1 星状网络拓扑

星状网络拓扑结构如图 2-1 所示。星状拓扑网络结构由一个叫作个域网(Personal Area Network, PAN)主协调器的中央控制器和多个从设备组成，其中主协调器必须为 FFD 设备，从设备既可为 FFD 设备也可为 RFD 设备。

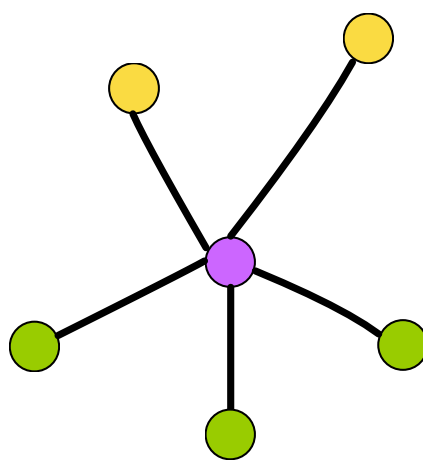


图 2-1 星状网络拓扑结构图

星状网络拓扑结构的形成：首先选择一个具有全功能的设备(FFD)做为网络的 PAN 主协调器，然后由它来建立一个新的网络，并确定该网络的唯一的一个 PAN 标识符，即 PANID 号。每个星状网络中只有唯一的一个 PAN 主协调器，所以每个星型网络通信都是独立于当前其他星型网络的，所以应该选择一个新的 PANID 号以确保网络的唯一性，这种特点是 ZigBee 技术所特有的。当协调器建立了新的网络以后，其他从设备就可以加入到这个网络之中，做为这个星状网络的子节点。其中，从设备可以是 FFD 设备，也可以是 RFD 设备。

目前，星状网络拓扑结构以其结构简单、实现起来比较容易等特点而被大量应用在远程监测和控制中。星状网络结构的简单主要体现在紧需要执行很少的上层协议、对路由功能的控制相对容易，而且方便管理。大部分管理工作都是由 PAN 协调器来完成的。但是由于其只能实现简单的网络，所以在大规模组网的场合里便无法应用，而且如果通信中某个节点的断开，便会对其他节点的通信造成影响，一定程度上限制了无线网络的覆盖范围，同时星状网络拓扑结构也很难实现高密度的扩展。

2.2.2 对等网络拓扑

ZigBee 网络中的树状网络拓扑和网状网络拓扑两种结构同属于对等网络拓扑形式，其中树状网络拓扑结构如图 2-2 所示，其中防调器和路由器都是 FFD 设备，终端设备为 RFD。终端设备节点只能与自己的父节点进行通信，从属于不同父节点的子节点之间不能进行通信。

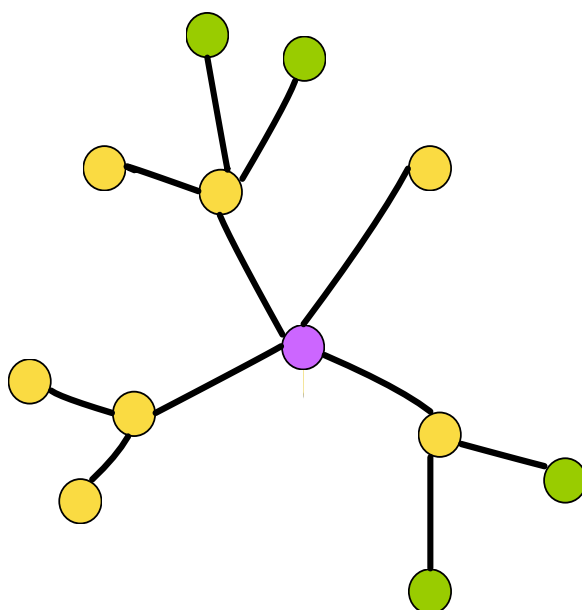


图 2-2 树状网络拓扑结构图

网状网络拓扑结构如图 2-3 所示，网状拓扑网络中的所有节点都是 FFD 设备。节点间是完全对等的通信，每个节点都可以与它的无线通信范围内的其它节点通信，但也需要有一个节点作为网络防调器，通常把第一个在信道中通信的节点作为防调器节点。

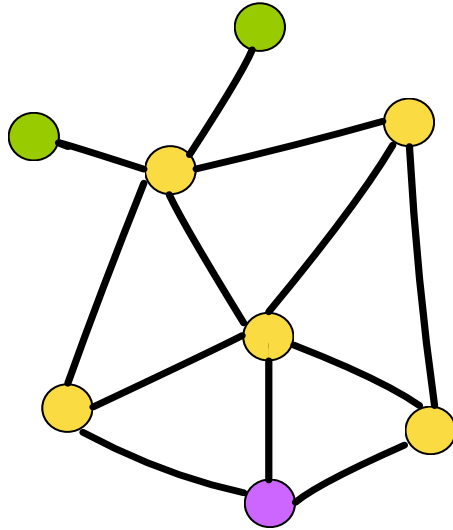


图 2-3 网状网络拓扑结构图

其中树状网络中任何一个节点的故障都会使与其相连的子节点部分脱离网络。如果在稳定的无线电射频环境中，需要有一定的网络覆盖范围，而且网络有一定的稳定性和扩展性，那么树状网络拓扑将是一个很好的选择。

2.3 ZigBee 协议的研究

ZigBee 协议栈的体系结构是由物理层(Physical Layer,PHY) ,媒体访问控制层(Medium Access Control Sub-layer, MAC)、网络层(Network Layer, NWK)和应用层(Application Layer, APL)组成的。其中，PHY 层和 MAC 层协议由 IEEE 802.15.4 定义，网络层和应用层的协议由 ZigBee 联盟定义，而应用层又包含应用支持子层(Application Support Sub-layer, APS),应用框架(Application Framework, AF), ZigBee 设备对象(ZigBee Device Objects,ZDO)和由制造商制定的应用对象。其中各个层之间的通信是通过各层的数据或管理服务接口实现的。

2.4 ZigBee 技术应用前景

ZigBee 标准的制定不是用来与蓝牙及其它已经存在的标准竞争的，它的出发点是希一能够实现一种易布建的低成本无线网络。在产品发展初期，以工业或企业市场的感应式网络为主，提供感应辨识、灯光和安全控制等功能，慢慢地逐渐将市场拓展至家庭应用领域。通常 ZigBee 技术适用的场合主要有：要求设备成本低，数据传输量少的应用；要求设备体积小、功耗低，长时间无需更换电池的场合；需要大范围的通信覆盖，网络中设备非常多的远程监控中。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/478137041012007005>