

附件 5

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项 目 申 报 表

项目名称：基于 ZigBee 的室内定位系统				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学 号	专 业	性 别	入 学 年 份
周小龙	201457050217	电子信息工程	男	2014
張浩烽	201457050113	电子信息工程	男	2014
罗壮	201657050117	电子信息工程	男	2016
指导教师	文卉	职称	高级实验师	
项目所属一级学科	电子信息	项目科类(理科/文科)	理科	
<p>学生曾经参与科研的情况</p> <p>周小龙：2015 年电气学院科技立项一项；获得长沙理工大学“电苑杯”电子设计大赛优胜奖；获得长沙理工大学“物电杯”电子设计大赛优胜奖；2015 年长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业大赛校级三等奖，进入省级复赛；2016 年长沙理工大学创青春大赛银奖；2016 年长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业大赛校级银奖，进入省级复赛；2016 长沙理工大学“电苑杯”电子设计大赛二等奖；2016 中国教育机器人大赛一等奖；参与发表《基于 ARM 的温室种植智能辅助系统》期刊论文一篇。</p> <p>張浩烽：2016 年 TI 杯湖南省电子设计大赛省二等奖；2016 年“电苑杯”电子设计大赛一等奖；2015 年电气学院科技立项一项；2015 年长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业大赛校级三等奖，进入省级复赛；2016 年长沙理工大</p>				

学创青春大赛银奖；2016 年长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业大赛校级银奖，进入省级复赛。

罗壮：高中阶段参与物理化学计算机各类竞赛获得省二等奖。

指导教师承担科研课题情况

2016 年主持并完成长沙理工大学大学生研究性学习和创新性实验计划项目 2 项；

2015 年主持并完成湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目 1 项；

2014 年主持并完成全国大学生研究性学习和创新性实验计划项目 1 项；

2013 年~2016 年指导大学生课外科技项目 8 项；

2013 年~2016 年指导本科生参赛科技活动比赛若干项并或奖励若干；

2015 年主持并完成校级教研教改项目 1 项；

2008 年主持并完成教育厅科研项目 1 项；

2009~2016 年参与国家自然科学基金项目 3 项；参与湖南省教育厅重点项目 1 项；参与长沙市科技成果孵化资金专项 1 项。

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题

项目研究目的：

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，如机场大厅、展厅、仓库、超市、图书馆、地下停车场、矿井等环境中，常常需要确定移动终端、设施与物品在室内的位置信息。但是受定位时间、定位精度以及复杂的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的利用。

本项目研究和实验的目的就在于设计并实现一种低成本、实用的无线定位系统，应用于智能物流，大型室内场所导航。

项目研究内容：

1. 对现有的室内定位系统进行分析，总结现有的室内定位系统的优点和存在的不足。

2. 确定系统的总体设计方案，搭建好定位所需的软硬件平台。

3. 研究 ZigBee 网络的拓扑结构、网络层协议对定位系统的性能的影响，从定位系统的延时和功耗角度出发设计网络拓扑结构。

4. 针对 RSSI 具有随机性的特点，基于概率统计原理对 RSSI 样本数据预处理。

5. 基于 RSSI 值，构建三点质心算法，实现对盲节点位置的定位。

6. 结合数字信号处理，对定位数据进行滤波，拟合，逼近等操作，提高精度。

7. 设计室内定位系统实验测试环境，对本系统在测试场所进行实地测试，并且对实验结果从定位精确度、系统实时性、系统可用性等方面进行分析和总结。

要解决的主要问题：

1. 精度：对精度的要求不同的应用差别很大，比如在超市或仓库找一个特定的商品可能需要 1 米甚至更低的精度，如果在购物中心寻找一个特定的品牌或餐馆，5-10 米的精度就能满足要求。

2. 可靠性：前面提到室内环境动态性很强，会经常发生改变，比如商场的设置和隔断会经常发生变化。另一方面，定位所依赖的基础设施也会经常发生变化。

3. 成本和复杂度：成本和复杂度指标涵盖两个方面。一个是定位终端的成本，是不是可以用终端已有的硬件而不添加新的硬件。另一方面是布局和维护的成本，包括布局与维护定位所需要的设施和采集相关的数据库。

4. 功耗：定位所产生的功耗是一个很重要的指标，尤其对使用电池的移动设备，如果功耗大很快使设备没电了，就限制了用户的使用。如果要实现随时随地的位置感知，必须降低定位所增加的设备额外功耗。

5. 可扩展性：可扩展性指一个解决方案扩展到更大的覆盖范围使用的能力，和方便地移植到不同的环境和应用的能力。

6. 响应时间：系统给出一个位置更新所需的时间是响应时间，不同的应用需求不同，比如移动用户和导航应用需要快的位置更新。

国内外研究现状和发展动态

1993年 AT&T 提出的红外感应定位系统即 Active Baadge 系统, Active Baadge 的优点是因为使用了红外通信, 因此功耗极低, 同时也可以做到很小的体积。但是系统存在以下不足:

1、过程复杂, 延迟时间过长。每个移动目标发射出信号要经过一个集中的处理以后才能返回结果。15秒发射一次信号, 即大概15秒才能得到一次位置坐标, 这样对于定位一些在室内不停移动的目标来说就显得太慢。

2、定位系统采用的是有线连接方式设计。系统不仅需要以太网线的支持, 而且还需要多个工作站, 这样做提高了系统的运行成本和布置难度。

2000年微软公司研发的基于 RF(Radio Frequency) 技术的 RADAR(Radio Detection and Ranging) 系统, 该系统采用 802.11 网络对于空间进行定位。但是该系统需要建立在 802.11 网络设施基础之上, 而且定位系统精度也有待提高。

2000年 MI 实验室研发的 Cricket 系统, 目前该系统的软件版本已经更新到 2.3.2。该系统是采用超声波定位的典型例子, 它采用超声波时延信号进行定位, 其优点是定位精度较高。但是该系统由于需要同时发射 RF 和超声波信号, 因此需要较高的硬件设施投资, 而且系统功耗较大。

尤比森斯公司开发的新型定位系统 Series7000, 该系统采用 UWB 进行实时定位, 该定位系统在三围空间具有 15cm 的定位精度, 该定位系统成本偏高, 在定位精度要求不高而定位系统成本有要求的场合就不合适。

目前国内从事室内定位技术研究的机构主要集中在科研院所和高校。复旦大学提出的室内 CDMA 用户定位方法和基于接收信号强度测量的室内定位算法, 目前该算法还停留在实验仿真阶段。

西安交通大学从事的基于无线局域网的用户定位, 该定位系统的定位算法建立在无线局域网的硬件基础设施之上, 因此在一些没有无线局域网的地点就无法定位或者需要预先铺设室内局域网。因此该定位系统就存在较大的局限性。

除了上面所提到的一些比较典型的国内外关于室内定位所采用的技术之外, 还有其他一些室内定位技术, 例如 Bat 定位系统、Constellation 追踪系统等。

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

项目组成员对《数字电子技术》，《模拟电子技术》，《单片机技术》，《EDA 应用技术》，《数字信号处理技术》等知识掌握扎实，并具有相关实践能力。曾参与电子测试技术实践，电子 CAD 实习，单片机技能培训，EDA 课程设计，数字信号处理课程设计，电子设计竞赛培训和技术创新项目培训等，具有较强的分析问题，解决问题的能力。

项目组成员对 EDA 技术均感兴趣，因为可编程逻辑器件和 EDA 技术已广泛应用于通信、工业自动化、智能仪表、图像处理以及计算机等领域。因此，EDA 技术是未来电子工程师必须掌握的技术。

项目组成员曾开发“基于 zigbee 的病房监测与管理系统”，积累了大量关于 zigbee 网络的知识，并获得了 2016 年 TI 杯湖南省电子设计大赛省二等奖，长沙理工大学“互联网+”创新创业大赛银奖，长沙理工大学“电苑杯”电子设计大赛二等奖等。

项目的创新点和特色

1. 定位精度高，范围广。利用 TI 公司提出的带硬件定位引擎的片上系统(SoC) 解决方案，在典型应用中可实现 0.25m 的分辨率。同时，通过 Zigbee 网络结构，拓展了定位的范围，可运用分布式算法，减少系统中心的数据压力。
2. 简洁可靠。基于 RSSI 值，利用三点质心定位算法，有效和低成本地解决了室内定位装置体积庞大，技术实现难度大，价格高昂的弊病。
3. 低功耗。在低耗电待机模式下，2 节 5 号干电池可支持 1 个节点工作 6~24 个月，甚至更长。相比较，蓝牙只能工作数周、WiFi 只可工作数小时，本项目有明显的续航优势。
4. 多用途。用来实现定位 Zigbee 功能的节点，也可以为智能家居，楼宇联防等系统提供数据传输的通道。

项目的技术路线及预期成果

1. 技术路线

(1) 硬件结构

系统的硬件部分由两大部分组成，一部分是 Zigbee 通信网络构成，另一部分是嵌入式手持终端（也称作 PDA）构成。（见图 1）

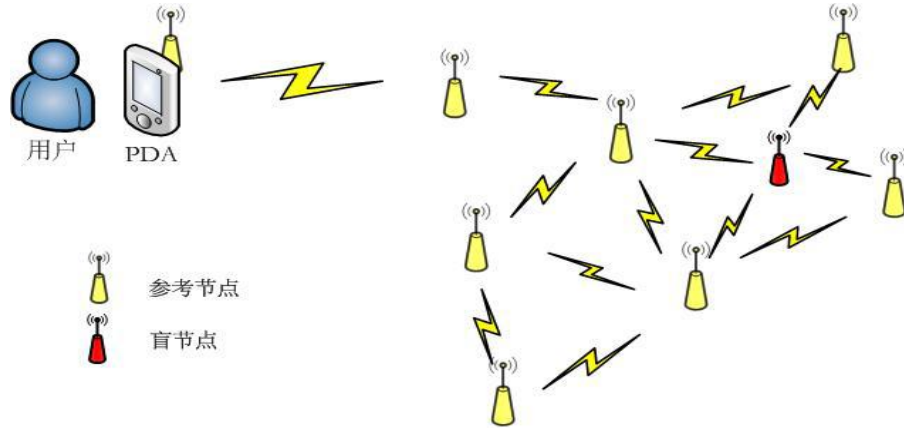


图 1 系统硬件结构图

网络部分是由协调器（也称作网关），参考节点和盲节点组成。其中协调器和参考节点都采用 TI 公司生产的 CC2530 芯片和相应的外围电路构成；盲节点则采用 TI 公司生产的 CC2431 芯片，该芯片除了具有 CC2530 芯片的基本硬件功能之外，还增加了“定位引擎”，大大简化了软件编程的复杂度，提高了定位运算的速度。

上位机系统以 ST 公司 Cortex M4 内核的 STM32F407ZGT6 构成，在 168 MHz 频率下，从 Flash 存储器执行时，STM32F407/417 能够提供 210 DMIPS/566 CoreMark 性能，并且利用意法半导体的 ART 加速器实现了 FLASH 零等待状态。DSP 指令和浮点单元扩大了产品的应用范围，进行核心算法处理的能力更强，数据的吞吐量更大。

(2) 软件设计

Zigbee 网络中的协调器承担了发起网络，组建和管理网络，维护网络并与嵌入式终端通信的任务。图 2 为协调器组建网络，实现定位功能的事件序列流程。

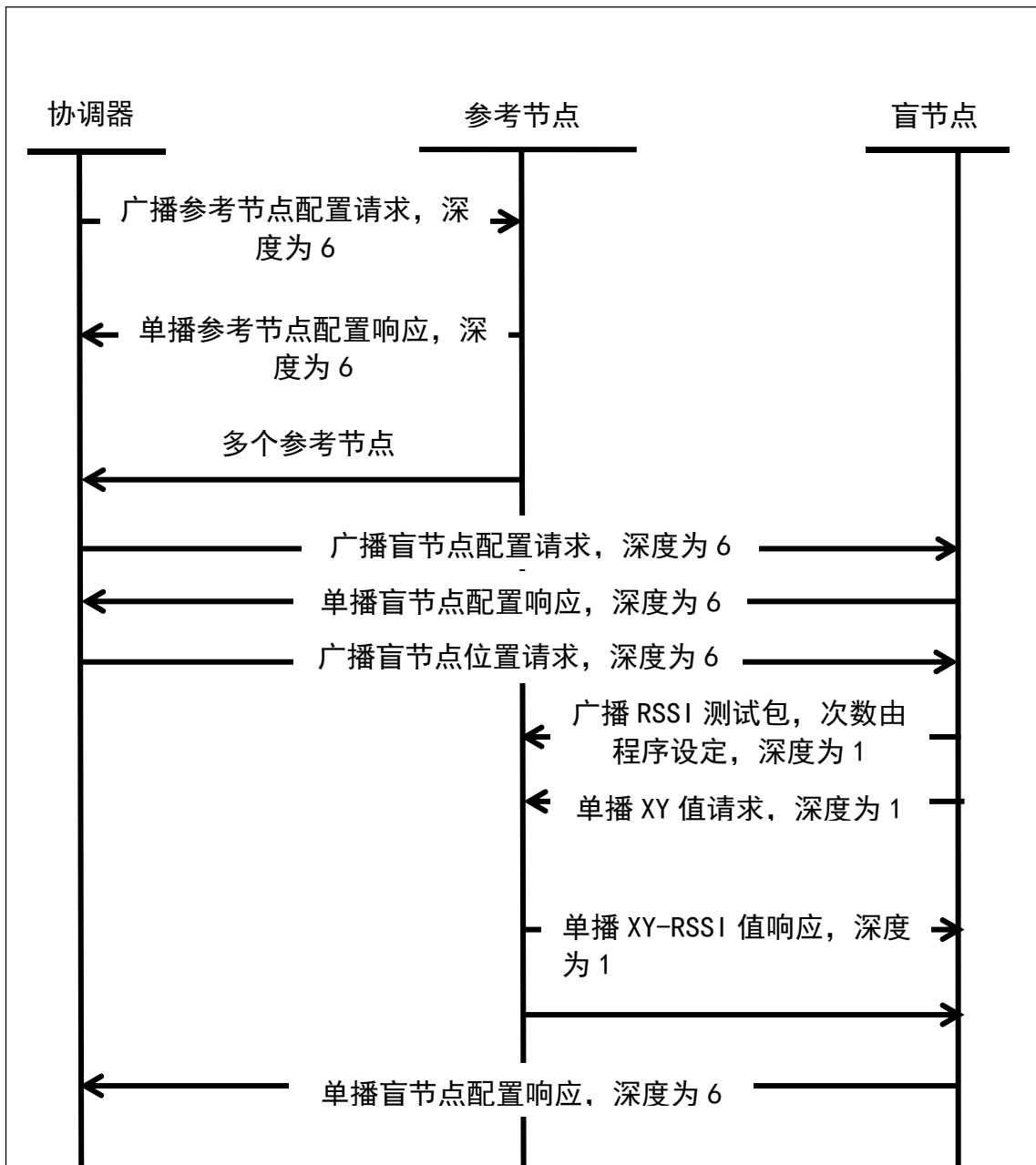


图 2 事件序列流程图

参考节点是网络的主体，通常是按照一定的距离要求，根据实际的环境布置在该区域内，组成无线通信网络，为在其有效覆盖范围内的盲节点提供所需的定位信息。打开电源之后，参考节点即向协调器发送请求加入网络的信息，并报告自己的配置信息；当有盲节点发来请求时，即处理盲节点的请求信息。图 3 为参考节点程序流程图。

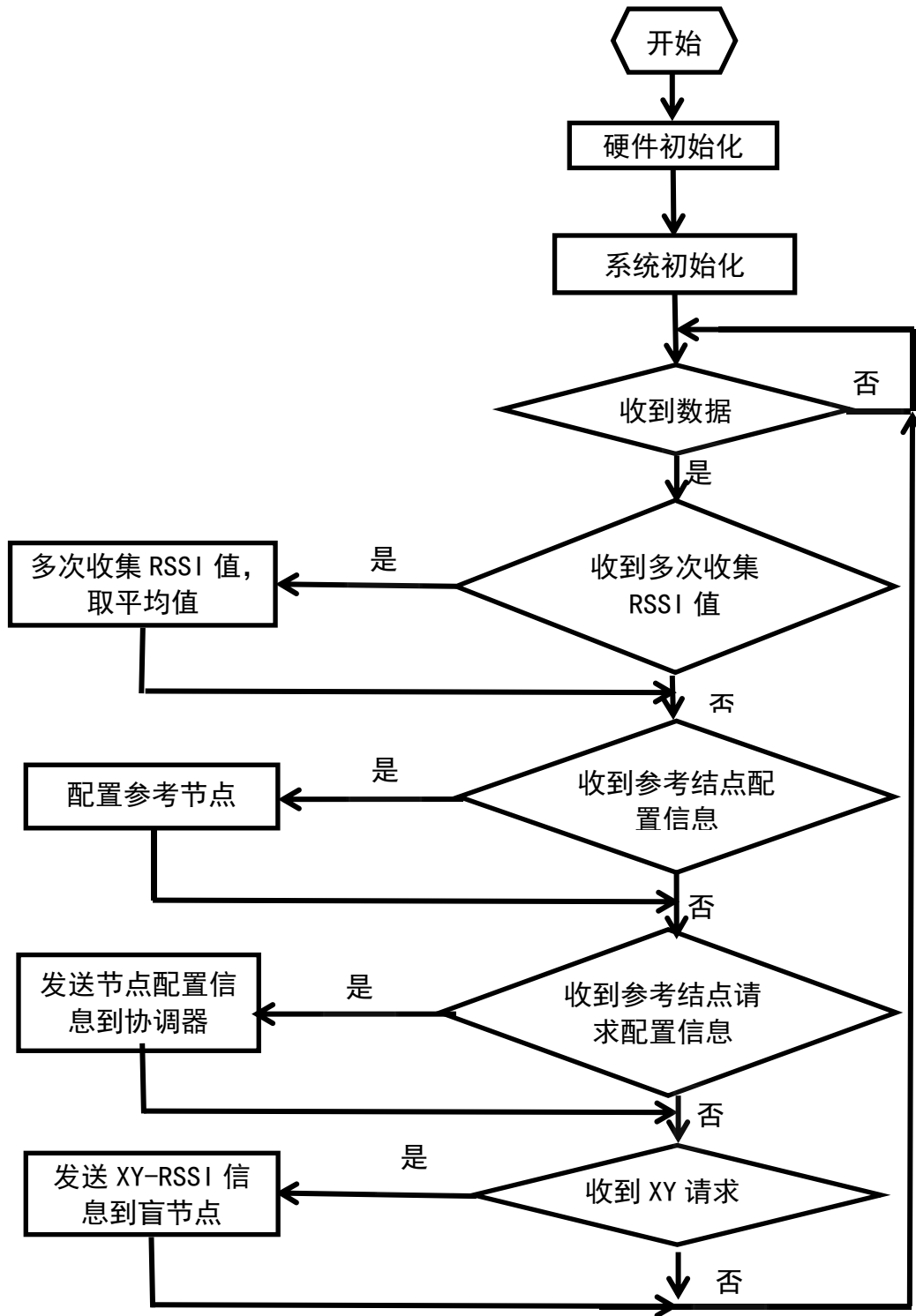


图 3 参考节点程序流程图

盲节点是随身携带的设备（RFD），电池供电。遇到突发情况时，打开设备上的电源开关，只要是在 Zigbee 网络的覆盖区域内，立即向周围节点广播请求 25 个数据包，以获得 RSSI 强度。然后发送 XY—RSSI 请求，根据周围节点响应的信

息，计算出当前自身所处坐标，将包含此坐标的信息和临近参考节点的坐标组成数据帧发送到协调器。图 4 为盲节点的自动模式下，定位功能的程序流程图。

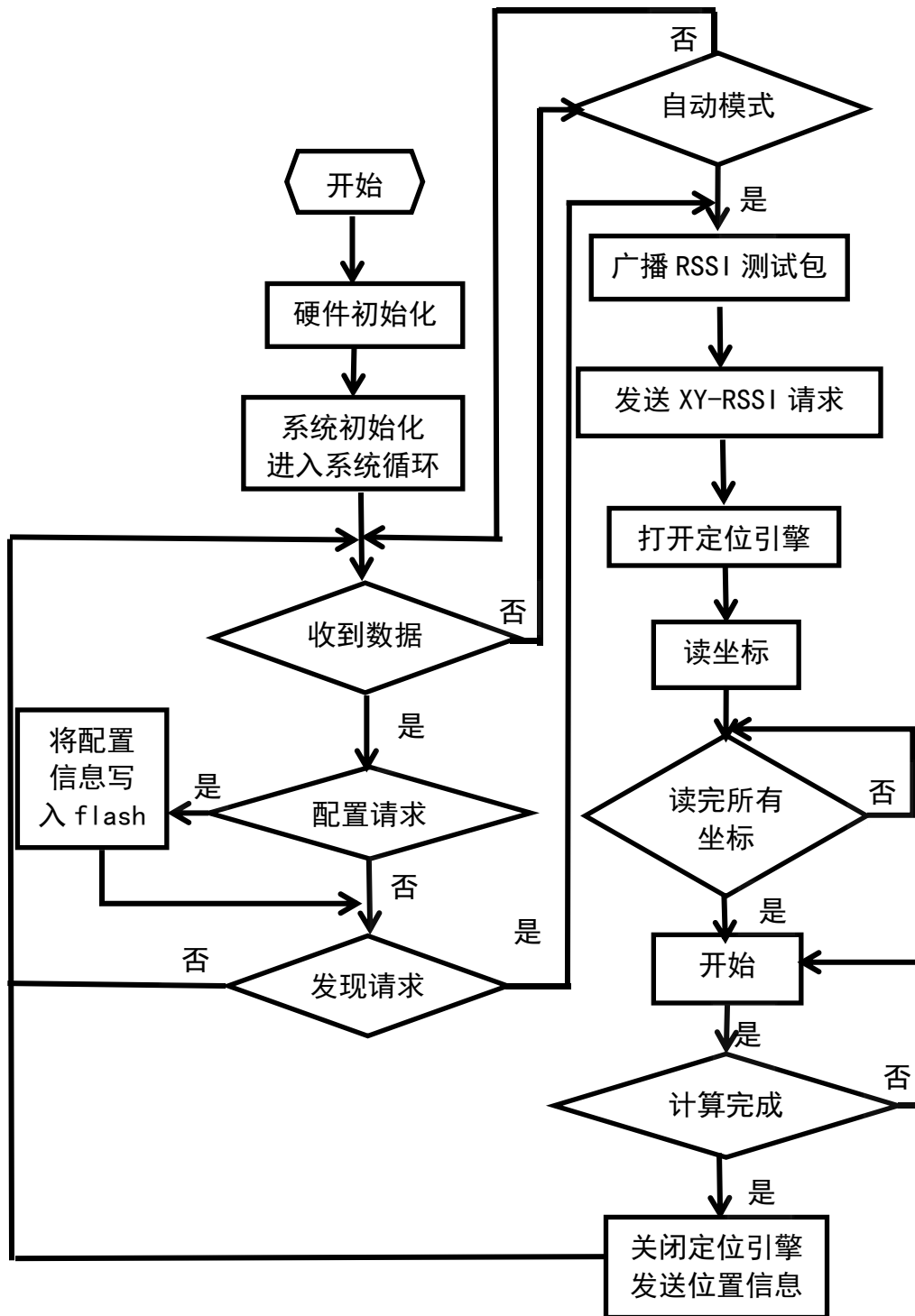


图 4 定位功能的程序流程图

上位机软件主要是将串口数据进行处理，生成位置信息，用 VB 编写上位机界面，绘制极坐标或三维坐标图，形成基本的位置方向坐标。

2. 预期成果

(1) 项目执行时间为期一年，预期在 2018 年 4 月完成项目的设计、制作和调试等工作，利用 5 个 Zigbee 参考节点，使所设计的系统能在空的房间，对盲节点进行定位，精度在 1~2 米。

(2) 通过项目的设计与实现，熟练掌握电子信息工程专业较为完整的知识理论体系和操作技能，提高分析和解决问题的能力，培养创新能力和创新思维。

(3) 研究成果以电子作品实物模型的形式表现。在项目结题前完成相应电子应用系统的软硬件设计，完成电子作品实物模型的制作，撰写总结报告。

(4) 总结提炼设计方案，在正规刊物上发表论文一篇。

(5) 争取省级电子设计竞赛得奖；争取拿到省级创新创业名额。

年度目标和工作内容（分年度写）

进度安排：

(1) 2017 年 1 月至 2017 年 3 月，完成市场调研和资料收集；

(2) 2017 年 4 月至 2017 年 5 月，完成基于 ZigBee 的室内定位技术的方案比较与论证；

(3) 2017 年 6 月至 2017 年 9 月，完成基于 ZigBee 的室内定位技术原理图和印制板图设计；

(4) 2017 年 10 月至 2017 年 12 月，完成基于 ZigBee 的室内定位技术电路的制作与调试；

(5) 2018 年 1 月至 2018 年 2 月，完成实验装置的测试和数据采集；

(6) 2018 年 3 月至 2018 年 4 月，编制研究工作总结报告，准备结题。

指导教师意见

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，尤其是在复杂的室内环境下尤其是如此。该项目利用“ZigBee”的组网特点，构建三点质心算法，实现对盲节点位置的定位。具有定位精度高，简洁可靠，低功耗，多用途，续航能力强的特点。具有很好的创新性和广阔的市场前景。且在项目研究中能很好地提升成员理论和实践能力。同意申报。

签字：

日期：