

注：江苏省大学生创新项目（NO.201510312046Y）

摘要：介绍了以MSP430单片机为核心的语音控制寻物导引系统的设计思路、硬件结构与软件设计。此装置包含主机（寻物者持有的信号发送装置）和从机（与被寻物绑定的信号接收装置）两部分。单片机利用语音作为控制信号，通过主机发送寻物编码信号，多个从机接受寻物编码信号并与自身编码匹配，若匹配则发出相应的声光提示信号，引导操作者获取物品放置地点。制作了样品模型并对其进行了一系列测试，具有很好的应用前景。

关键词：寻物系统；无线定位；语音控制

中图分类号：TN92

文献标识码：B

文章编号：1006-883X(2015)12-0032-05

收稿日期：2015-10-30

# 无线语音寻物系统的设计

王伟 王忠印 张宇璠 段磊\*

南京医科大学，江苏南京 210029

## 一、引言

随着生活水平及科学技术的不断提高进步，居民家中或办公场所的诸如手机、MP3等物品数量越来越多，且微型化的倾向越来越明显。这些物品虽然用起来很方便，但丢失之后难以寻找，经常发生急于寻找某样物品却不能快速准确找到的情况，影响了人们生活工作的效率。

寻物系统的基本原理是利用无线信号的空间传递性，将被寻物的信息向四面八方发送，若被寻物接收到无线信号即可通过各种方式使得寻物者获知被寻物的位置。本系统采用无线电寻物方式为主，以RFID寻物方式为辅的工作方式。

## 二、系统结构的设计

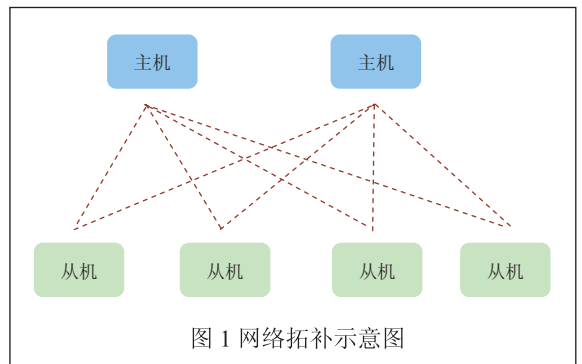
本装置大体上由两部分构成，寻物者持有的信号发送装置（以下称“主机”）和与被寻物绑定的信号接收装置（以下称“从机”），主机与从机之间通过无线电信号通信。作为扩展内容，主机可以携带RFID读写器，从机携带无源RFID电子标签，即可在无线电寻物基础上实现RFID寻物，具体结构设计如下。

### 1、网络结构设计

现实生活中所需要的寻物系统并不是单纯的一对一，存在着一个人需要找多样物品以及多个人需要寻找一样物品的情况。为了兼顾到这可能出现的多种情况，系统主从机之间的通信关系必须可以实现多主机、多从机的工作状态。所以本装置不采用传统的单一星型拓扑结构，而是采用如图1所示的混合型拓补结构。

### 2、主机结构设计

主机的主要功能有识别来自寻物者的指令，明确寻物目标，编码并向所有从机发送含有被寻物编号和校验字节的无线信号。除此以外，主机还需要具备一



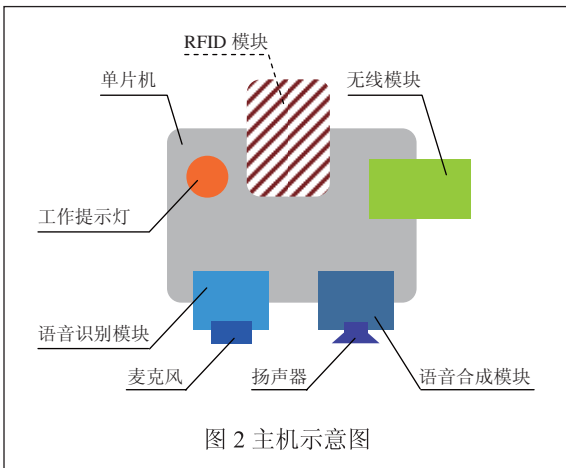


图 2 主机示意图

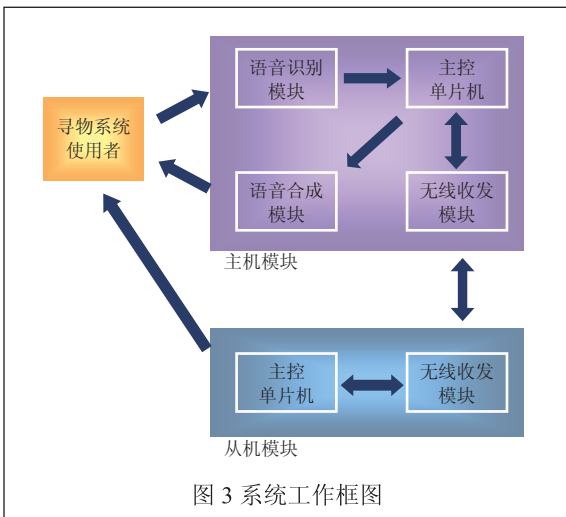


图 3 系统工作框图

定的人机交互能力，能够在寻物者发出错误指令时反馈部分信息给寻物者。

主要的数​​据处理由作为控制核心的单片机完成。无线信号的发送由独立的无线模块完成，为了提高人机交互性，没有采用单纯的发送模块而是收发一体模块。本装置抛弃了键盘输入的方式，加入语音识别模块，采用语音控制的方式，省时省力，同时也增加了可识别物品的数量，具有键盘输入无法比拟的优势。为了更好地实现人机交互功能，本装置还加入了工作提示灯和语音合成模块，分别用来提示当前工作状态和确认识别模块得到的信息以避免因指令识别错误而导致的报错或是误寻。RFID 模块为扩展部分，不安装不影响系统整体工作。如图 2 所示。

### 3、从机结构设计

从机的主要功能为接收主机发出的无线信号，检查校验字节以判断是否为同一系统主机所发出的信号。若不是，不做任何反应；若是，则进一步判断发送的被寻物信息是否为该从机所对应绑定的物品并根据结果做出相应操作。

与主机类似，从机的数据处理的功能同样由单片机完成，无线收发一体模块负责接收无线信号并可以完成在必要时候向主机发送反馈信息的功能。

当从机获取无线信号并判断主机寻找的正是该从机对应的物品后需要发出提示信息以帮助寻物者快速准确地找到物品，本装置采用蜂鸣器及发光二极管产生声光信号以提示寻物者物品所在位置。电子标签为扩展部分，不安装不影响系统整体工作。

### 三、系统工作流程

系统工作时，从机与被寻物绑定，需提前开机（最好一直保持待机状态），主机由寻物者持有。开始工作时，打开主机电源，待系统准备好后，寻物者只需要对麦克风说出想要需找的物品名称（需预先存入），语音识别模块就会自动识别语音并通过串口向主机单片机发送信号，主机单片机处理信号的同时再将信号通过串口传递给语音合成模块，由语音合成模块合成相同语音通过扬声器播放向使用者确认。如识别错误，寻物者重新向麦克风说出物品名称；如识别正确，使用者再向麦克风说出“确认”，主机单片机即通过无线收发模块向外发送被寻物编码。从机无线收发模块接收到信号后传递给从机单片机进行判断，如发信主机是同系统主机且被寻物是该从机对应物品，则从机单片机产生信号控制蜂鸣器及发光二极管发出声光信号引导使用者找到被寻物。系统工作流程如图 3 所示。

RFID 模块为本装置扩展辅助部分，用于被寻物埋藏较深，单凭无线电寻物系统只能模糊定位的情况下<sup>[4]</sup>。工作时先用普通无线电寻物方式确定被寻物大致位置，然后用主机上的 RFID 模块在区域上方逐块扫描，当 RFID 模块扫描的从机上的电子标签时，电子标签会发送该从机编号给主机，主机判别是被寻物后工作提示灯会频繁闪烁，提示寻物者物品就在主机正下方。

## 四、硬件模块设计

### 1、主控单片机的选择

装置中单片机作为控制核心，需要具备的功能有基本的数据处理，与语音模块及无线模块连接进行数据交换，以及对其他部件的控制。所以本装置所需要的主控单片机就要求有优秀的数据处理能力，具有能方便地与外围模块连接的端口。同时，由于本装置从机要连续长时间工作且供电装置不能太笨重，所以必须采用耗电少、效率高的低功耗单片机。本系统采用 MSP430F149 作为主控单片机。

### 2、语音模块的选择

本装置中语音模块分为两部分：语音识别模块及语音合成模块。其中，语音识别模块要能够正确识别寻物者发出的物品名称并将其转换成 MSP430 单片机能够识别的信号发送给 MSP430 进行处理。语音合成模块作用主要是由 MSP430 控制合成系统需要的语音，并正确发出，以提示寻物者当前工作状态以及确认识别模块得到的名称信息是否正确。

本系统选择了 LD3320 语音识别模块。LD3320 是一颗基于非特定人语音识别技术 (SI-ASR) 的语音识别芯片。提供了真正的单芯片语音识别解决方案。LD3320 芯片上集成了高精度的 A/D 和 D/A 接口，不再需要外接辅助的 Flash 和 RAM，即可以实现语音识别 / 声控 / 人机对话功能<sup>[2]</sup>。并且，识别的关键词语列表是可以动态编辑的。

### 3、无线通信模块的选择

无线电寻物方式的最大优点就是在于工作范围大而成本低，缺点在于易受干扰，所以本装置在选择无线通讯模块的时候就要考虑模块的工作范围和抗干扰能力。工作范围大也就是要求无线模块发出的信号频率足够高，可以穿透一定厚度的墙壁，但频率越大功耗也就越高<sup>[3]</sup>，过高的频率会使得系统整体的耗能增加，不适合本装置，所以需要选择信号频率适当的无线模块，本

系统采用 nRF905 无线芯片。

### 4、RFID 模块的选择

RFID 模块虽然是本装置的扩展部分，但模块的选择同样要严谨慎重。RFID 模块在本装置中的作用是辅助详细定位，在一片区域中确定被寻物所在的某一小块区域中，所以工作范围不仅不能太大，反而是稍小一些无源 RFID 模块比较好。被寻物有时候会被埋藏得比较深，因此 RFID 模块的探测深度要有一定保障，结合上一点就是所选 RFID 模块的工作范围最好是模块前方一个柱形空间<sup>[4]</sup>。另外就是结合本装置的工作特性，需要选择低功耗，方便实用的 RFID 模块。

本系统采用 MF RC52 模块。MF RC522 是应用于 13.56MHz 非接触式通信中高集成度读写卡系列芯片中的一员，是 NXP 公司针对“三表”应用推出的一款低电压、低成本、体积小的非接触式读写卡芯片<sup>[5]</sup>。

## 五、软件部分设计

### 1、主机部分程序

主机程序由基本框架、串口通信部分和无线模块部分组成。

串口波特率根据语音模块串口波特率设定。串口采用中断方式触发，一旦语音识别模块向 MSP430 发送串口信息即触发中断，缓冲区数据存入转存变量，

标志位置位。在主程序扫描到标志位置位后，根据转存变量的值，即接收到的关键词编号决定是发出语音信息还是发送无线信号<sup>[6]</sup>。

无线模块部分程序分为配置部分和通讯部分，大多为固定格式，无需更改。本装置中的无线信号部分只对模块间传递的数据包内容进行修改，数据包内容包含从机校验字节在内共 32 字节，从 SPI 接口送至 nRF905 后进行打包发送处理。主机工作流程见图 4。

由于要接收反馈信息，所以，主机在开始发送无线信号后延时 0.5s 切换为接收模式，等待反馈信息。若接

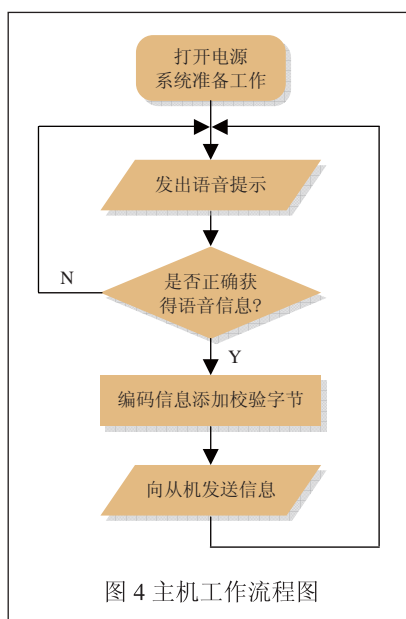


图 4 主机工作流程图

到从机发回的确定信息则停止无线模块工作，工作指示灯以 2Hz 频率闪烁；若未接到反馈信息则表示从机未成功接收或不在工作范围内，需延时 0.5s 再度切换回发送状态循环上述操作并常亮工作指示灯提示使用者移动以扩大寻物范围。延时功能由定时器中断完成。

## 2、从机部分程序

从机主函数部分不停扫描 nRF905 模块缓冲区数据，一旦发现接收到无线信号即对信号进行判断，核对数据包格式及从机校验字节，核对成功则控制特定引脚输出高电平，使蜂鸣器和发光二极管工作，发出声光信号。核对成功后在没有接收到停止信号前会一直发出声光信号。

从机核对成功的同时开启定时器中断，延时 0.5s，此时主机已切换接收模式，网络中没有处于发送模式的终端。核对成功的从机切换为发送模式，将数据包内除了校验字节的其他字节均替换为 0xFF 并发挥主机作为确认信息<sup>[7]</sup>。切换至发送模式后延时 0.3s 再切换回接收模式，等待主机的停止信号或者新的寻物信号。流程图见图 5。

## 六、测试结果分析

为了验证本装置的可行性和实用性，发现系统潜在的缺陷或是不足，以及探讨本装置可以进一步升级改造的地方，采取了多种方式对本装置进行实际整体功能型测试，并依据测试结果进行了分析。

### 1、工作范围测试

测试方法：在开阔无遮挡环境中测试。固定从机位置，测试者持主机距离从机一定长度测试从机是否能接收到主机信号。距离初始为 20m，每个距离测试 5 次，测试距离以 20m 为步长逐步扩大直至从机接收信号遗漏情况不满足实际要求。

测试结果表明，20m~140m 时从机每次都能准确地接收到主机发出的

信号，在距离延伸到 180m 之后开始出现信号遗漏现象，越远则越明显，260m 时信号丢失超过 50%，不能用于实际使用。

结果分析：实际测试的通信距离与技术手册上的数据略有差距，可能是配备的天线质量不够高或是环境的影响比较大。虽然如此，依然是十分优秀的工作范围，可以保证信号在 150m 范围内不丢失，理论上在更换优质天线的情况下可以实现更远距离的通信，足够日常寻物所需。

### 2、穿墙能力测试

测试方法：在室内环境中测试，均为 3m×7m 的房间共 10 间，一排排列，两间房间之间墙壁长度为 7m。固定从机在第一间房间中，测试者持主机在第二间房间（墙壁厚 20cm，钢筋混凝土结构）发送寻物信号，断续发送 5 次，若全部成功接收则移动到下一间房（增加一面墙壁的阻隔），依次下去直到从机接收信号遗漏情况不满足实际要求。用类似方法在垂直方向上进行测试（层高 3.5m，地面厚 20cm，钢筋混凝土结构）。

测试结果：仅隔一堵墙时测试效果良好，到第四个房间，即间隔四堵墙壁时，效果明显变差，从机甚至很难接收到信号。垂直方向上结果十分类似，相差三层，即间隔 3 层地面时效果不理想。

结果分析：本装置具有一定的穿墙能力，但考虑到实际应用中墙壁数量增加的同时距离也在拉大，信号穿墙能力未必能达到技术手册上描述的水平。同时，墙壁材质也会对该项测试造成巨大影响，只能作为参考意见。

### 3、语音识别准确度测试

测试方法：数名测试者先后使用标准普通话、带地方口音的普通话及地方方言让语音识别模块识别，观察系统是否能正常工作。

测试结果：使用标准普通话时，系统可以正常工作；使用带口音的普通话时，语音模块偶尔会出现识别错误或不能识别的情况；使用地

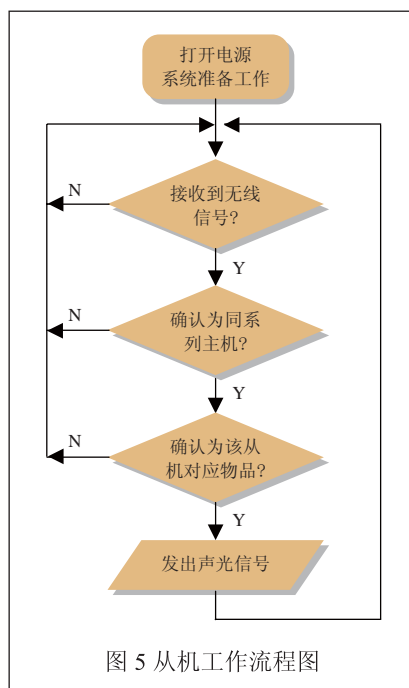


图 5 从机工作流程图

方方言时，几乎完全不能识别，系统无法工作。

结果分析：本装置对使用者的普通话水平有一定的要求，这也是大多数依靠语音工作的装置的通病。虽然普通话的普及度越来越高，但发音不标准的现象是无法避免的，所以如果能采用识别度更高，语种涵盖度更大的语音识别芯片，也许才能达到更好的效果。

### 七、结论与展望

本装置为一款语音控制寻物导引系统，是以MSP430单片机为控制核心，辅以语音识别模块、语音合成模块和无线通讯模块等实现一定范围内智能寻物定位功能的，具有以下特点：

1、应用范围广泛，适用性高，兼容性强，既可单独工作，也可与其他装置结合使用

2、使用简单，操作方便，语音控制更加人性化；

3、全系统采用低功耗配件，节能省电，保护环境；

后期可在无线模块方面进行改进，无线模块替换为ZigBee模块以真正实现组网，语音模块更换精度更高的型号以提高可靠性。

### 参考文献

- [1] 陈高锋. 常用无线通信技术简介 [J]. 电脑知识与技术, 2012, 08(5):1062-1064.
- [2] 郭峰. 汉语语音验证码技术及应用 [D]. 浙江: 浙江大学计算机科学与技术学院, 2010.
- [3] 李恒. 基于软交换的媒体服务器的设计与实现 [D]. 上海: 东华大学, 2008.
- [4] 袁雪. 基于IPv6的智能物件网络研究和测试 [D]. 湖南: 中南大学, 2012.
- [5] 孙宇虹, 崔少彬. 家庭网络中嵌入式服务器的研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(6):1394-1396.
- [6] 许世霞, 孙以材, 潘国峰等. 基于流量传感器的风速风向测量与无线数据传输 [J]. 传感器世界, 2009, 15(2):48-51.
- [7] 孙小凌. 可分区供电电源负载识别与系统建模仿真 [D]. 重庆: 重庆大学, 2009.

### Design of a wireless voice-control searching system

WANG Wei, WANG Zhong-yin, ZHANG Yu-fan, DUAN Lei\*

(Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China)

Abstract: A voice-control searching system with MSP430 microcontroller as the core is introduced in this paper, as well as the design idea, hardware structure and software programming. This device contains the host (signal sending device hold by searcher) and the slaves (signal receiving devices bound with target objects). With voice as control signal, the host sends coded signals of goods, the slaves accept the coded signals and match them with themselves. if the matching is successful, the matched slave sends sound and light signals to guide the operator. The sample model is fabricated and a series of tests are carried out. The system has a good application prospect.

Keywords: searching system; wireless location; voice control

### 作者简介

王伟，南京医科大学实验师，主要研究方向：生物医学工程

王忠印，南京医科大学，研究方向：生物医学工程

张宇璠，南京医科大学，研究方向：生物医学工程

段磊（通讯作者），南京医科大学讲师，研究方向：生物医学工程

通信地址：南京市汉中路140号南京医科大学生物医学工程系

邮编：210029

邮箱：duanlei1979@163.com