

# 基于 ISM 频段的无线通信中继器的设计

胡永忠<sup>1</sup>, 陈春俊<sup>2</sup>

(1. 电子科技大学 电子工程学院, 四川 成都 610054 2 西南交通大学 机械工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** 针对 ISM 频段的无线收发模块工作距离近的缺陷, 设计了一种基于 ISM 频段的无线通信中继器, 它能有效地解决这一问题, 从而可实现基于 ISM 频段的无线数据远距离传输. 该模块可以方便地嵌入到各种智能仪器仪表中, 实现远距离的无线通信功能.

**关键词:** ISM 频段; 无线通讯; 嵌入式系统; 中继器

**中图分类号:** TN 92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2007)05-0027-04

## A Design of Wireless Repeaters Based on ISM Frequency

HU Yong-zhong<sup>1</sup>, CHEN Chun-jun<sup>2</sup>

(1 School of Electronic Engineering University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054 China

2 School of Mechanical Engineering Southwest Jiaotong University Chengdu 610031 China)

**Abstract** A module design method of wireless repeaters based on ISM frequency is proposed. This module can implement long distance wireless data communication based on ISM frequency. This module can conveniently be embedded in other apparatus and device.

**Key words** ISM frequency; wireless communication; embedded system; repeater

## 0 引言

ISM 频段是目前广泛采用的无线近距离通信频段, 它具有使用不受限制, 收发设备价格低廉等优点. 但它同样具有一些不足之处, 通信距离近就是其缺陷之一. 在工业生产现场, 常常会有需要将生产现场的数据 (如传感器的数据, 阀门的状态信息等) 传送到信息主机中的要求. 为了实现这样的功能, 通常采用架设有线通信线路 (如专用通信线路或适合的现场总线等) 的方法, 这种方法的优点是工作稳定可靠性好, 但缺点是使用的灵活性不高, 布线的周期长, 且投资成本较高. 采用基于 ISM 频段的无线通信方式能较好地克服上述缺陷. 针对通信距离近的缺陷, 本文设计了一个基于 ISM 频段的无线通信中继器, 它可以通过中继接力的方式, 使得工作于 ISM 频段的无线设备, 实现长距离的无线数据传输功能. 该模块内置有控制单片机, 可以方便地提供各种数字接口, 能方便地嵌入到各种智能仪器仪表中, 实现数据的无线远距离传输功能.

## 1 方案设计

### 1.1 系统组成

基于 ISM 频段工作的无线通信系统的结构示意图如图 1 所示.

每个无线中继模块, 一方面可以实现无线数据的中继传输, 另一方面也可以根据请求将本地单元中的数据进行无线传输, 或者接收其它模块传入到本地单元的数据. 即每个无线中继模块既具有无线中继的功能, 又具有一般的无线收发模块的功能.

收稿日期: 2007-03-27. 基金项目: 恒升科技发展基金资助项目 (项目编号: 60320).

第一作者简介: 胡永忠 (1969-), 男, 高级工程师, 在读博士研究生. 主要研究方向: 通信中的智能信号处理、计算机控制技术. E-mail: china\_hy@263.net

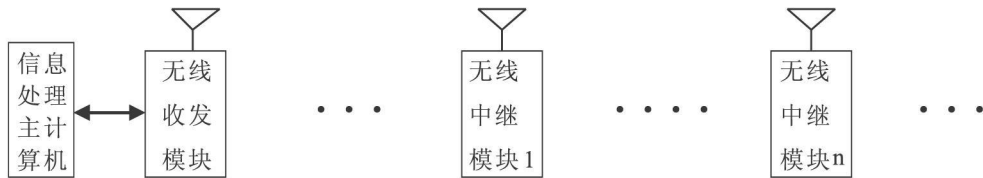


图1 无线通信系统的结构示意图

Fig.1 Structure of wireless communication system

## 1.2 无线中继模块的组成

无线中继模块由单片机控制单元<sup>[1]</sup>和基于 nRF401 芯片<sup>[2,3]</sup>的 ISM 频段无线收发模块组成。单片机控制单元,一方面根据无线中继协议,将接收到的无线中继数据包进行中继接力传输,另一方面,也可将本地单元的数据信息向其它模块(如信息主计算机)进行无线传输,或者接收从其它模块(如信息主计算机)传输到本地单元的数据信息。nRF401 芯片是目前国内应用较广的一款工作于 ISM 频段的无线收发芯片,它本身具有与单片机直接相连的数字接口,最大发射功率 10mW,灵敏度 - 105 dBm,最高通信速率 19.2 Kb/s 调制方式 FSK,工作频段 433/434 MHz 无线中继模块的结构如图 2 所示。

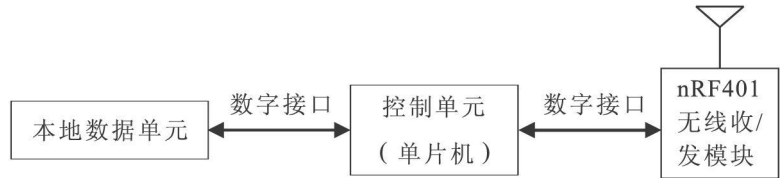


图2 无线中继模块的结构示意图

Fig.2 Structure of wireless repeaters

为了使得无线中继传输得以顺利进行,每一个中继模块都设置有唯一的一个本站地址,和唯一的一个上行关联中继模块地址和一个下行关联中继模块地址。此外,还需要对无线中继通信的协议进行规划设计。

## 2 中继通信协议的规划和设计

根据中继模块要传送的数据类型不同,制订了如下的传输协议:

1) 由中继模块将本地数据发送至其它模块(如信息主计算机),其传输协议定义如下:

字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 6	数据字节 N 个	CRC
------	------	------	------	------	------	----------	-----

字节 1: 上/下行标志,若数据发往比本站地址更低地址的模块称为下行,标志 = 0FH;若数据发往比本站地址更高地址的模块称为上行,标志 = 0FH;

字节 2 数据包源地址,代表数据包的来源模块地址,等于本地中继模块的地址(如 10H);

字节 3 数据包目的地址,代表数据包要最终送达的目的模块地址,等于当前中继模块数据想要发送至的模块地址(如信息主计算机的地址为 00H);

字节 4 源中继模块地址,代表中继接力发射当前数据包的中继模块地址,此处等于本地的中继模块地址(如 10H);

字节 5 目的中继模块地址,此处根据上/下行标志,填写本地中继模块的关联上/下行中继模块地址(如上行关联中继模块地址 = 11H 或下行关联中继模块地址 = 0FH);

字节 6 信息数据的长度,此处为  $N$ ,代表数据包中的信息数据字节数,最大值为 255

数据字节: 传输的信息数据内容,共  $N$  个字节;

CRC: CRC 校验编码,从字节 1 开始至数据字节结尾进行编码,用于接收模块接收校验用。

协议举例: 设发送数据的中继模块地址为 10H,该模块的上行关联中继模块地址为 11H,下行关联中继模块地址为 0FH,若要发送 6 个字节的数据到地址为 00H 的模块中去,则按协议规划的传输数据为: 0FH, 10H, 00H, 10H, 0FH, 06H, DATA 1, DATA 2, DATA 3, DATA 4, DATA 5, DATA 6, CRC。若要发送 6 个字节的数据到地址为 15H 的模块中去,则按协议规划的传输数据为: 0FH, 10H, 15H, 10H, 11H, 06H, DATA 1,

DATA 2 DATA 3 DATA 4 DATA 5 DATA 6 CRC

2) 若中继模块接收到的数据包中的字节 3(数据包目的地址), 正好与自己的地址号相同, 则中继模块直接将接收到的  $N$  个字节的 数据内容写入到本地数据单元中; 若不相同, 且字节 5(目的中继模块地址) 与自己的地址号也不相同, 则中继模块不作任何操作; 若字节 3 不相同, 但字节 5 相同, 则中继模块需要将接收到的数据包, 继续中继接力发送至其相关联的上 / 下行模块, 其传输协议与前面的定义基本相同, 仅需将上述协议中的字节 4(源中继模块地址) 改写为当前的中继模块地址 (如 11H 或 0FH), 字节 5(目的中继模块地址) 改写为与当前中继模块相关联的上 / 下行中继模块地址。

协议举例: 如当前中继模块地址为 0FH, 与该模块相关联的上行中继模块地址为 10H, 相关联的下行中继模块地址为 0EH, 接收到上例中的下行数据包, 则进行中继转发时, 其发送的数据内容为: 0FH, 10H, 00H, 0FH, 0EH, 06H, DATA 1, DATA 2 DATA 3, DATA 4 DATA 5 DATA 6, CRC 如当前中继模块地址为 11H, 与该模块相关联的上行中继模块地址为 12H, 相关联的下行中继模块地址为 10H, 接收到上例中的上行数据包, 则进行中继转发时, 其发送的数据内容为: 0FH, 10H, 15H, 11H, 12H, 06H, DATA 1, DATA 2 DATA 3 DATA 4 DATA 5 DATA 6 CRC

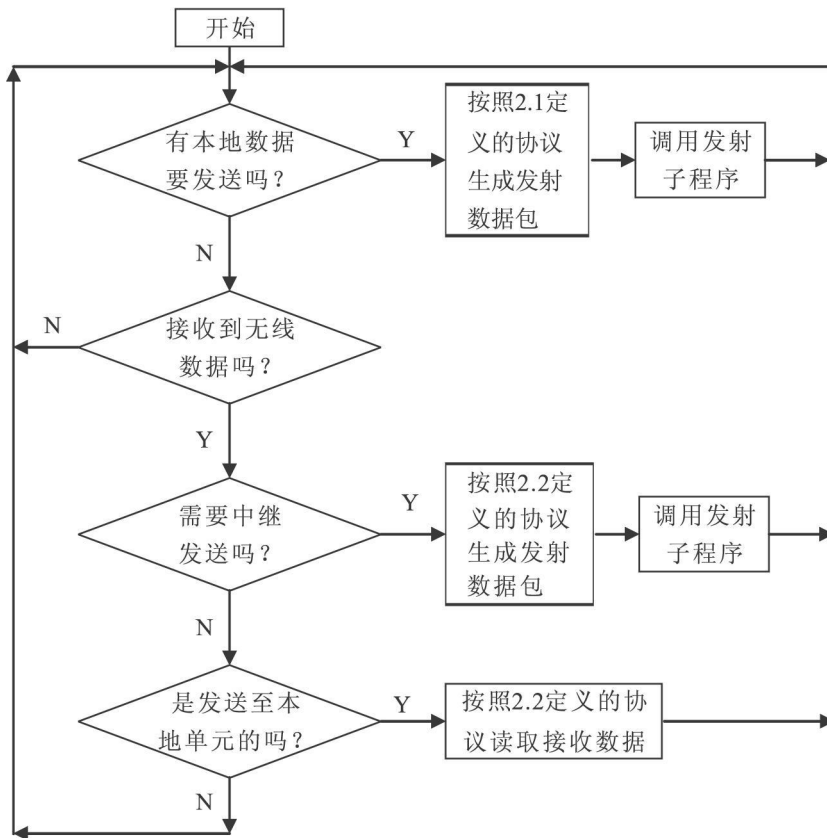


图3 无线中继通信软件流程图

Fig.3 Flow chart of software

3) 接收应答协议. 数据包目的模块, 或者目的中继模块正确接收到数据包数据后, 都应发送接收应答数据, 以使得发送端模块不再重复发送. 发送端模块每发送完一次数据包后, 都会延时等待接收应答数据, 若没有正确接收到应答数据, 则会重复发送数据包, 直到接收端模块正确接收到数据包为止. 应答数据由 2 个字节数据组成, 它是由 'OK' 的 ASCII 码组成, 为了使发送端模块准确接收到应答数据, 应答数据应重复发送多次.

4) 其它注意事项. 由于多个设备工作在同一频点, 所以当每个中继模块要进行无线发射之前, 都要先检测无线信道的状态, 只有当无线信道处于空闲状态时才能进行发射, 否则相互间就会产生同频干扰.

为了使得无线通信能更可靠地工作,通常在协议数据发射之前要加入适当的同步数据,以方便无线信道能更好地建立起连接.基于上述协议通信的软件流程如图 3 所示.

### 3 实验结果

按照上述设计方案,我们采用 nRF401 无线收发芯片和 AT89C52 单片机,设计制作了 3 块无线中继模块,按照上述通信协议,进行了实验仿真.实验中,3 块无线中继模块呈一字排列,中间各间隔约 50 m,通信速率为 9 600 bps.实验结果表明,该方案是行之有效的一种实现方案.本文提出的基于 ISM 频段的无线通信中继模块的技术方案,综合起来主要具有以下一些优点:

- 1) 在 ISM 公共频段实现远距离数据传输,使用方便,不需要对无线工作频点进行申请;
- 2) 无线中继模块发射功率小,不会对其它无线设备的工作产生影响;
- 3) 该方案结构简单,实现成本低,可方便地嵌入到各种智能仪器仪表中,通用性强;
- 4) 虽然无线通信容易受到外界干扰,但采用应答/重发的协议机制可有效地解决这一问题.

### 参考文献:

- [1] 徐惠民,安德宁. 单片微型计算机原理接口及应用 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2002(1).
- [2] 张寅刚. 基于蓝牙技术的无线收发芯片 nRF401 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2002(2): 36-38
- [3] 韩鸣岗. nRF 系列单片机无线收发器的应用设计 [J]. 无线电工程, 2002, 32(8): 33-37.

(上接第 4 页)

#### 2.3.4 多媒体查询功能

根据景点图层以及地物的代码等信息查询从属性数据库中读出对应景点的多媒体信息, featable, find FT layerid & FT featureID, 其中 featable 为景点的属性数据表. 并将其信息添加到相应的节点上, 如果为图片数据则: multivr Nodes Add "picture", twChild stf file stf file 式中 stf file 为景点的多媒体信息的名称. 游客可以通过点击来显示各种多媒体信息数据, 详细代码不再累叙.

系统实现主界面如图 3 所示.

### 3 结束语

旅游业是一项十分依赖信息的产业,对某一旅游景区来说,获取其信息的难易在很大程度上决定了该景区的旅游业开发能否成功.因此,开发出方便生动的旅游景点查询系统一直是众多旅游信息系统开发者追求的目标,本系统利用 M apX 组件的强大功能以及 VB 可视化语言实现了游客常用的查询功能,具有很强的实用性.

### 参考文献:

- [1] 李江峰,方世明. 旅游信息系统概论 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003: 5-17
- [2] 刘丹,彭黎辉. 组件技术在 GIS 系统中的研究与应用 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(3): 263-266
- [3] 齐锐,屈韵琳. 用 M apX 开发地理信息系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 255-286
- [4] 罗平,陈同庆. 佛山旅游信息系统的开发 [J]. 热带地理, 2002, 22(2): 181-184
- [5] 李楠,顾兆军. 应用 M apX 控件开发地理信息系统 [J]. 中国民航学院学报, 2001, 19(6): 41-44

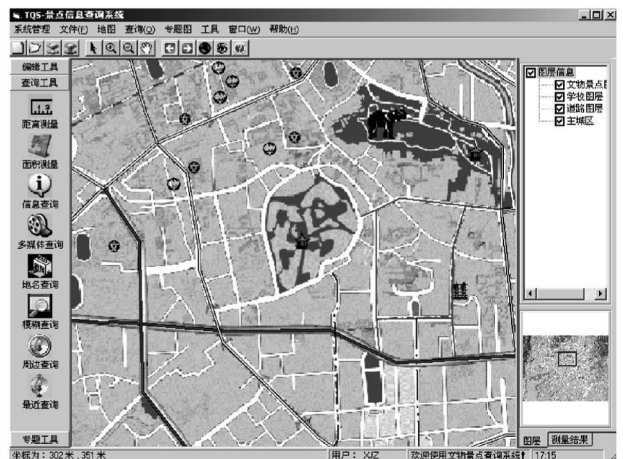


图3 景点查询系统操作界面  
Fig.3 Interface of Scenic Spot Query System