

# 基于无线通讯网控制系统的排队管理设计与实现

徐祎喆 赵彦肖 朱 勇 虞鹤松 西安交通大学(710049)

### Abstract

The paper introduces the design and implement of wireless communication net control system based on a project object. The characters of the system mainly focus on use of OOP to construct project object and cross circle queue data structure that is dynamic and updated, wireless modem designed with MCU, different PRI type to various communication child-station to ensure real-time character of the system, a new type of wireless communication protocol.

**Keywords:**wireless communication,RISC,MCU,OOP,communication protocol

### 摘 要

本文以一个工程应用实例为对象,详细介绍了无线通讯网控制系统的设计与实现过程。本系统的特点主要在于上位机采用 OOP 构造的工程对象建模和动态更新的交叉循环队列的数据结构,单片机构建无线 MODEM,对多样化的通讯子站采用优先级分类以确保系统实时性,一种新的无线通讯协议。

**关键词:**无线通讯,RISC,单片机,面向对象编程,通讯协议

在银行、医院等场合,对客户或病人的排队管理有很大的需求,我们和某公司合作开发出一种无线智能排队管理系统。本文将详细介绍这个系统的设计及实现过程。

## 1 系统整体结构设计

本系统以 PC 作为无线发号机,辅助外设有液晶触摸屏,微型打印机,串口扩展卡等。发号机的功能主要是和客户的交互界面,当客户需要办理某种业务时,只需在触摸屏上选择相应的业务,系统自动将其加入到排队管理中,并通过微打给出相应的排队号码及提示。发号机另一个主要功能是系统设置。系统设置包括设置服务窗口的打开与否和服务类型、预约服务、插队服务、语音设置、界面设置、密码设置以及一些基本的统计功能。为了避免客户进入到系统设置界面,设计了一种密码输入方法,只需在触摸屏的特定区域内连续点击既可进入系统设置界面。在每个窗口的业务员处有一个无线呼号器。呼号器包括四个按键(呼叫下一个客户、服务中、等待及插队)和一块 LCD。功能是用来呼叫下一个客户、插队服务提示及响应发号机的状态询问,每个呼号器还可以显示相同业务的等待客户总数。每个窗口上还有一个无线 LED 窗口显示屏,显示发号机给这个窗口分配的客户号。为了方便提示客户,系统还提供无线综合业务显示屏,用以显示最近三个的排队号码的分配情况。呼号器和显示屏都带有无线通讯模块。为了完成无线通讯,我们使用单片机设计了无线 MODEM,通过 RS-232 串口和发号机相连,通过无线通讯模块和各个呼号器、显示屏通讯。无线通讯传输方式为半双工方式。本次设计的一个完整系统包括一个无线发号机、32 个呼号器、32 个窗口显示屏和

一个综合业务显示屏。系统结构框图如图 1。

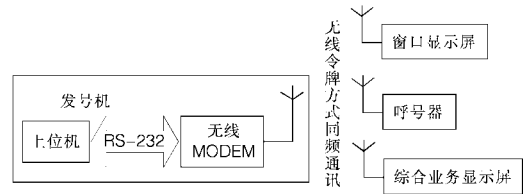


图 1 系统结构框图

## 2 硬件设计

硬件设计主要包括单片机构造的无线 MODEM,呼号器和显示屏。无线 MODEM 由单片机微控制器、无线通讯模块、串口控制器及其辅助电路组成。单片机微控制器采用 ATMEL 公司的 AT89C52。AT89C52 片内有 8K FLASH PEROM,256 \* 8bit RAM,3 个 16 位定时/计数器,6 个中断源,2 个优先级,4 个 8 位可编程双向 I/O 口,一个 UART。无线通讯模块采用深圳某公司的 FC-201 型模块。无线通讯频率采用国家无线管理委员会规定的短距离无线通讯通用频率:315MHz,调制方式为 FSK(移频键控调频方式)。这个模块提供数据收发控制引脚、数据收发引脚和数据收发使能引脚,分别接至 AT 89C52 的 P1 口的 0 至 8 位。串口控制芯片采用 MAX232,数据收发引脚接至 AT89C52 的多功能口 P3 的 0、1 位。为了方便安装,把无线 MODEM 做成 PCI 卡,直接从发号机主板 PCI 插槽取 5V、12V、GND。显示屏也采用 AT89C52,FC-201,LED 直接由 89C52 并口 P1 经驱动后逐个点亮。

呼号器包括一颗 CPU,采用 PIC16C57。PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司推出的 8 位单片机,采用 8 位宽的数据总线和 12 位宽指令总线相互独立的哈佛 (Harvard) 结构,具有 2KROM 和 72 字节的

RAM,与其它一些单片机相比,程序代码更加紧凑,指令执行速度更快。PIC16C57有20个I/O口,皆为双向可编程。通讯模块采用FC-201模块。LCD驱动采用HT1621。由于要求显示字符较少且固定,可以直接将字符代码存入ROM中。当窗口业务员按任意一个键时,呼号器都会以蜂鸣提示;当呼号器成功接受到发号机的分配信息时,也会以蜂鸣提示。原理图如图2。

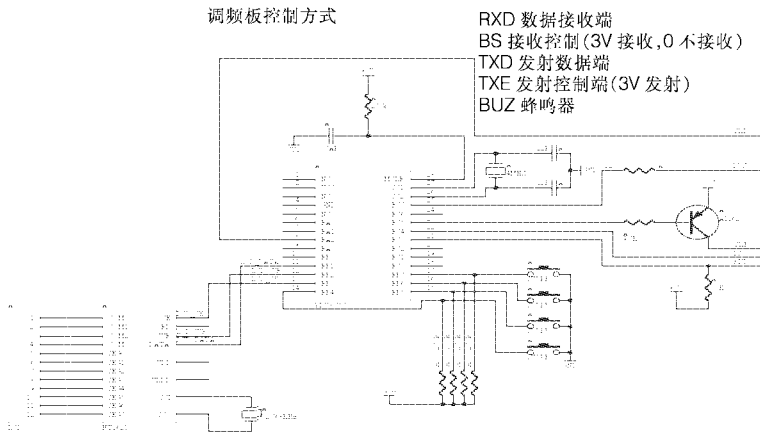


图2 呼号器原理图

### 3 软件设计

软件设计主要包括上位机程序、无线MODEM程序、呼号器程序和显示屏程序。上位机程序是整个软件设计甚至是整个系统的灵魂,主要完成排队管理和系统设置。无线MODEM程序主要完成通讯功能,和上位机的串口通讯及和呼号器、显示屏的无线通讯。呼号器程序也是另一个关键。它的按键响应直接反映营业窗口的工作状态,这个工作状态又是上位机排队管理的基本依据。显示屏程序主要是通讯和显示。

在上位机系统排队管理中,客户有两种流程:取号→等待→办理→离开;取号→等待→离开,我们把客户作为一个对象,属性有客户号、时间、窗口号、所办理的业务类型和优先级。对客户属性的选定也考虑到了实现一些基本的统计功能。客户号和时间是一个客户的唯一标识,在同一客户优先级中,系统对客户办理业务的分配满足“先来先办”原则。在“先来先办”原则中,客户号和所办理业务类型是系统为客户分配办理业务类型的窗口的唯一依据。窗口号是系统为客户分配办理业务的窗口,未分配时其值为-1。之所以为客户分配优先级,主要是方便一些VIP客户、特殊业务客户及实现预约和插队功能。优先级的分配不能由用户自主选择,必须由系统管理人员在系统设置中分配。我们选择窗口作为另一个对象,属性有是否开、窗口号、客户号、状态、服务主业务类型和服务从业务类型。客户号是系统为窗口分配办理业务的客户,未分配时其值为-1。客户号的分配由系统自动完成,窗口号是固定的,是否开和服务主、从业务类型可以由管理人员设定,状态是由窗口业务员通过呼号器反映的。我们选择

VC++编写程序,因此客户和窗口这两个对象在程序中都是基类。

排队管理的实质就是队列管理,为了更好的构造程序,我们提出了一种新的数据结构:动态更新的交叉循环队列。所谓动态更新是指对一个窗口的业务量及每个业务处理时间无法准确预测,分配机制又决定了对处于同一业务类型的窗口按空闲分配,所以对一个窗口的未来状态也就无法预测,在这种情况下,构造静态数据结构是不可能的,只能采用动态更新。我们允许管理员在系统正常运行的任意时刻改变窗口配置,为了保证正确分号,采用动态更新也是必要的。交叉循环队列是指在成员函数中对指由同一基类生成的不同子类构造的循环队列进行修改。在本系统中,我们在客户基类基础上生成三个子类:普通客户类、插队客户类和超级客户类,分别以每个子类构造相应的循环队列。在窗口基类基础上生成三个子类并以其构造相应的循环队列:窗口配置队列、窗口状态队列和窗口队列。对相应队列的改变都由其子类中的成员函数实现,每一个队列的增减后都做相应的存储,这种方法能够实现一旦掉电,可以保护数据的完整性。对于语音播报我们采用辅助线程,串口程序通过定时器来读数据缓存区并能根据客户队列的长度采用动态缓冲区。整个VC程序都采用Windows API编写,这是为了提高程序的可移植性和灵活性。

呼号器程序分为两部分:按键操作流程和通讯流程,流程图如图3、4。

呼号器程序分为两部分:按键操作流程和通讯流程,流程图如图3、4。

呼号器程序分为两部分:按键操作流程和通讯流程,流程图如图3、4。

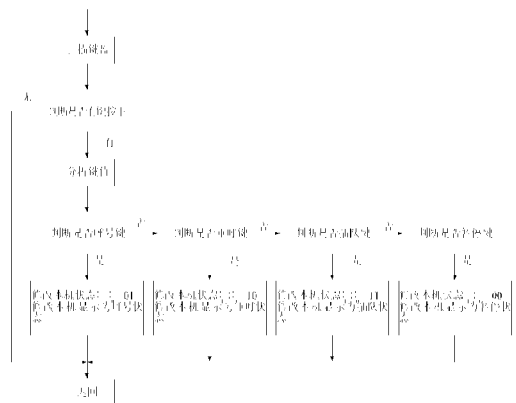


图3 呼号器按键操作流程

为了现场调试方便,还设置了一个特定的调试呼号器,功能与普通呼号器相同,但不参加排队,优先级高于其他呼号器。优先级的实现是通过发送不同的命令字。

无线MODEM程序用C51编写,它接收无线通讯信息解码后传给上位机,把上位机的分配指令编码后由无线模块发送出去。由于采用同频半双工方式进行无线通讯,MODEM的发送方式为广播,在定时中

断中进行接收。优先级的实现是通过在中断响应中是否屏蔽其他中断源。为了保证无线通讯的正确性,在发送数据时都会有适当地延时。无线组网采用的方式是令牌方式。与普通令牌方式不同的是,令牌的发放由无线 MODEM 控制,令牌的具体形式是窗口号。无线 MODEM 会逐个询问每个呼号器,而且每次询问的信息都带有要求的状态。这样呼号器在响应时,如果发现所要求状态和自己所处状态一致的话,则不回复响应信息,只是蜂鸣一下,如果发现所要求状态和自己所处状态不一致的话,则改变状态并回复状态信息。这种方法能有效减少通讯信息,提高系统稳定性。无线 MODEM 依靠中断读串口过来的分配信息,在中断响应中会屏蔽掉其他中断,以确保分配信息的正确。

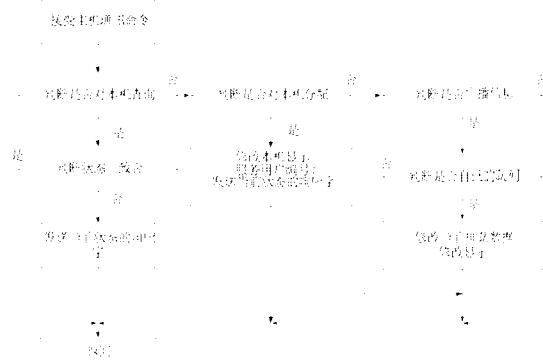


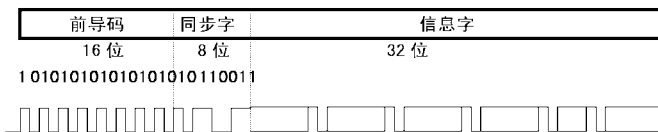
图 4 呼号器通讯流程图

### 4 通讯协议

#### 4.1 无线通讯协议

无线通讯中受到的干扰较多,因此良好的通讯协议是正确传输的前提。我们设计了一种新的通讯协议,具体内容如下:

传输速率:1200bPS;  
信号格式:



信息字:

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
D0				D1				D2				D3																			
A	A	A	A	1	0	B	B	B	B	1	0	C	C	C	C	1	0	D	D	D	D	1	0	E	E	E	E				
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3				

$F_0F_1F_2F_3$  为异或和校验

$$F_0F_1F_2F_3 = A_0A_1A_2A_3 \oplus 10B_0B_1 \oplus B_2B_310 \oplus C_0C_1C_2C_3 \oplus 10D_0D_1 \oplus D_2D_310 \oplus E_0E_110$$

连续  $1 \leq 7$  码间距 连续  $0 \leq 4$  码间距 有效信息位:  $32 - 10 - 4 = 18$  位

$$(A_0A_1A_2A_3 \ B_0B_1B_2B_3 \ C_0C_1C_2C_3 \ D_0D_1)$$

这种传输协议与传呼机的通讯协议类似,每帧数据都分为前导码、同步字和信息字。前导码是为了实现比特同步并为接受同步码做好准备,每次发送信号时都由前导码开始。同步字的作用是实现字同步。信息字共 32 位,连续的 1 小于或等于 7 位,连续的 0 小于或等于 4 位,后 4 位异或和校验位,因此有效数据位为 18 位。这 18 位在通讯协议中的使用:0 到 2 位为指令标识符表示指令类型;3 到 7 位表示窗口状态;剩下 10 位表示分配的客户号。

#### 4.2 串口通讯协议

串口波特率为 9600,下表详细地反映了上位机与无线 MODEM 通过 RS-232 串口之间的通讯协议。

表 1 上位机与无线 MODEM 的通讯协议

序号	方向	描述	响应
1	上位机 无线 MODEM	\$B,B,B,B: 窗口配置信息	无响应
2	上位机 无线 MODEM	#ST 询问当前窗口状态	无线 MODEM 依次返回所有窗口状态 @001A@002B@003C.....
3	上位机 无线 MODEM	@0010123 窗口分配指令 123 号用户分配给 001 号窗口	无响应
4	上位机 无线 MODEM	#001015 窗口排队信息 001 号窗口所能服务排队人数有 15 个	无响应
5	无线 MODEM 上位机	@001A 窗口状态发生改变信息,表示 001 号窗口进入暂停模式 A---暂停 B---呼号---C---插队 D---重呼	无响应
6	无线 MODEM 上位机	@001E@T023 转移呼叫,表示将 001 号窗口的用户转移呼叫到 23 号窗口	插队服务
7	无线 MODEM 上位机	@001E@T023 呼叫管理员(或其他窗口业务员)	
8	上位机 无线 MODEM	&00001 求助呼叫广播 001 号窗口求助管理员	
9	上位机 无线 MODEM	%END MODEM 停止排队工作模式,放弃通讯管理权	无线 MODEM 返回%END
10	上位机 无线 MODEM	*001123 注释:123 号客户排队 001 号功能	

### 5 结束语

我们对整个系统各项功能进行了 72 小时不间断测试,没有出现掉号或漏呼,因此整个系统是稳定可靠的。

#### 参考文献

- 1 Atmel 公司.器件手册,2001
- 2 Microchip 公司.器件手册,2001
- 3 何立民.单片机应用文集.北京航空航天大学出版社,1993
- 4 曹志刚,钱亚生.现代通讯原理.清华大学出版社,1992

[收稿日期:2002.12.18]

### 国家重点实验室评估办法修订工作初步完成

6月10日,科技部基础研究司召开了国家重点实验室评估办法征求意见会,教育部、国防科工委、农业部、卫生部、中国科学院、国家自然科学基金委员会等部门参加了会议。2002年9月,基础司开始组织国家重点实验室评估办法修订工作,委托上海交通大学承担。今年5月,课题组完成了“国家重点实验室评估办法”和“国家重点实验室评估指标体系”软课题研究报告。