

差分编码实现通用 I/O 口串行异步通信的方法

王 严,周西峰,郭前岗

(南京邮电大学 自动化学院,江苏 南京 210046)

摘 要:针对微处理器片上串行异步通信接口灵活性欠佳的不足,给出了一种将微处理器通用 I/O 口扩展成串行异步通信口的方法。利用微处理器自身的定时器,结合有限状态机设计思想,采用差分编码原理在通用 I/O 口实现了串行异步通信,该方法可以灵活地设定通信帧格式与码元长度。通过示波器检测发送端口的波形,验证了此方法的可行性,在解决通信可靠性和稳定性的同时,为微处理器串行接口的扩展和非标准协议串行通信提供了一种方案,简化了传统串行通信端口的扩展方法。

关键词:通用 I/O 口;状态机;差分编码;串行异步通信

中图分类号:TP368.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)03-0176-03

A Method of Realizing Asynchronous Serial Communication of Universal I/O Port by Differential Coding

WANG Yan,ZHOU Xi-feng,GUO Qian-gang

(College of Automation,Nanjing University of Posts and Telecommunications,Nanjing 210046,China)

Abstract:As for the inflexibility of the asynchronous communication serial port in microprocessor,provide a method which extends the universal I/O port into asynchronous communication serial port. Combining with the design philosophy of finite state machine,implemented reliable asynchronous serial communication with universal I/O port by using differential encoding and the timers in the microprocessor. And this means can set the format of communication frame and the length of code element conveniently. The waveform gets from oscilloscope indicates that the means come up with is reliable and practical. Thus this means provide a solution for non-standard serial communication and the extension of the microprocessor serial interface. It also simplifies the traditional method of serial communication port extension.

Key words:universal I/O interface;state machine;differential encoding;serial asynchronous communication

0 引 言

串行异步通信是指将数据字节分成一位一位的形式在一条传输线上逐个地传送,并且发送和接收设备使用各自的时钟控制数据的发送和接收的过程^[1],其具有成本低,占用接口少,布线简单,易于实现等一系列的优点,是目前计算机领域数据通信普遍采用的方法之一。

特别是在数据量不太大、传输速率不太高的应用场合,串行异步通信^[2]已成为事实上的必选方案。大多数智能化测控装置(或仪表)均配备串行异步通信接口,做为现场数据链路的重要环节。因此绝大多数单片机(如 51 系列,PIC 系列),均内置 1 到 2 个串行异步通信接口^[3,4]。随着开发技术的不断深入以及系

统复杂程度的不断提高,由多个处理器构成的复杂通信系统取得了广泛的应用。这种应用中处理器承担着复杂的通信任务,当处理器自带的异步串行通信接口不能满足通信需要的情况下,就必须对异步串行接口进行扩展。

将通用 I/O 口扩展成异步串行通信口有很多方法。一种方法是外接转换电路,这既增加了开发成本,又扩大了 PCB 板的面积。而一般的软件模拟方法,是使用 1 个 I/O 接口、1 个 INT 外部中断和定时器,该方法扩展的串口由于使用了 INT 外部中断,故扩展出的串口数量受外部 INT 中断口数量的限制^[5],并且发送和接收数据的效率比较低,占用了处理器的大量时间,不能与其他任务同时进行,所以使用范围有限。文中以双机通信为例提出了一种利用处理器的通用 I/O 口和定时器中断实现串行异步通信的方法,不受 INT 中断口的限制,无需附加外围电路,可以扩展出多个串口。在这种通信方式下,用户可以自由的定义自己的通信协议。而不是拘泥于处理器原有的 RS-232,SPI,

收稿日期:2011-08-15;修回日期:2011-11-21

作者简介:王 严(1987-),男,河北徐水人,硕士研究生,研究方向为计算机控制与系统集成;周西峰,副教授,研究方向为计算机智能监测控制技术。

IIC 等标准协议^[6,7]。

1 基本原理

编码与解码原理:

在传统方法中,将通用 I/O 口扩展为串行通信口,是把一个数据位周期内的高低电平,直接表示码元^[5]的 1 和 0。在有信道噪声的环境中,这种通信方式的可靠性将受到影响。为了提高通信的可靠性,文中介绍了一种采用差分编码的串行异步通信方法,是将一个数据位周期内的占空比信号作为数据码元,以一个数据位周期内的占空比差异来编码数据。在这种编码方式下,解码过程中不但要判断信号的高低电平,同时还要检测高低电平的跳变位置,以确定占空比。此法改善了传统的串行异步通信单纯判断电平信号的不足,使串行异步通信方式在有一定信道噪声的环境中仍能实现可靠通信。

在实现这种通信的过程中,先用处理器的定时中断产生一个固定时间间隔的中断,I/O 口以此为时间标志产生占空比信号作为要发送数据的编码。发送接口默认输出低电平,为了区分开数据位和起始位,用 0.2ms 的高电平作为起始位。如图 1 所示,数据位每一个码元^[8]以 1.2ms 为周期。在每个数据位周期内,后 1/3 周期为高电平表示码元是 1,后 2/3 周期为高电平表示码元是 0。结束位是以要发送的数据个数为标志的,在编码中没有对其进行特殊的编码。

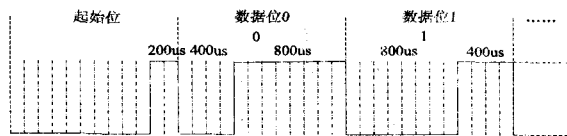


图 1 编码图例

为了保证通信可靠,实际中采用了一种回执码校验方法。回执码校验即在解码的过程中,每解出一个数据位,就让发送接口输出与解出的数据相同的电平。这样,在发送端发码的同时进行解码,并将解出的码与发出的数据比较,确认接收端解出码的准确性。

整个程序的执行时间小于 $10\mu\text{s}$,每位数据的码元周期为 $120\mu\text{s}$ 。远远小于数据位周期,对位数据的发码和解码不会产生影响。

(1) 编码。

根据状态机^[9,10]的思想,将编码状态机按不同作用的码元分为,起始位编码、数据位编码和编码结束三种状态。整个过程按照起始码编码到编码结束的顺序依次执行。

如图 2 所示的起始位编码中,Tx_Pin 表示数据输出 I/O 口^[11];H_Cnt 是起始位高电平保持时间的计数变量^[12,13];S_Cnt 和 L_Cnt 分别是电平保持时间长短的计数变量;Com_Cnt 表示数据公用计数变量,每次操作只对 Com_Cnt 进行,H_Cnt、S_Cnt 和 L_Cnt 只完成传递作用;Tx_Data 表示要发送的数据;图 2 所示数据位编码,起的主要作用是对图 1 所示的编码方式中,数据位的高电平时间进行编码;如图 2 所示的结束位判断,Bit_Cnt 表示数据位计数变量,n 表示要发送的数据位数;当 Bit_Cnt 达到 n 时,表示一帧数据发送完毕。为收发数据设定的定时中断每到一次上述过程执行一次。

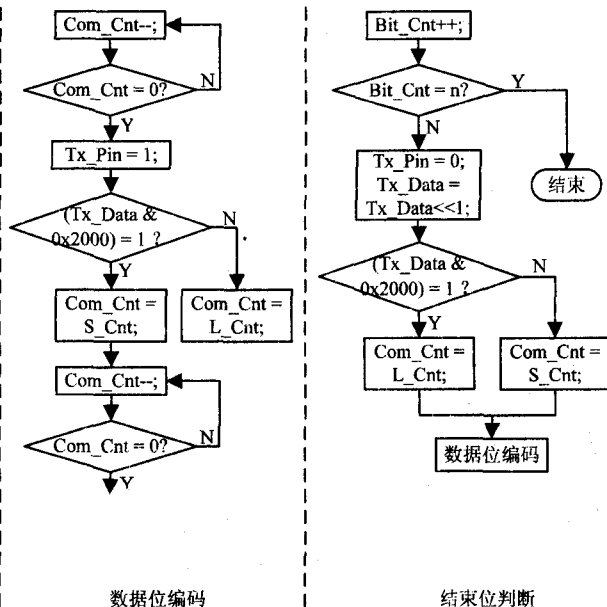


图 2 编码程序流程图

(2) 解码。

采用与编码同样的思想,根据通信协议,将解码状态机分为起始位检验、数据位解码和结束位判断三个状态。

针对编码采用的差分编码形式,解码过程中直接对每个数据位中的高低电平时间分别记录。如图 1 所示的编码方式,当高电平时间大于低电平时间时解码到的数据就是 0,当低电平时间大于高电平时间时解码到的数据则是 1。

如图 3 所示解码程序流程图中的起始位判断,Rx_Pin 表示数据接收接口,He_Cnt 是起始位高电平保持时间计数变量,L_Cnt 和 H_Cnt 分别是数据位低电平和

码, Rcv 表示解码数据存贮变量, 将解码的每一位数据依次保存在 Rcv 中, Tx_Pin 为数据发送接口这里用于发送回执码, Bit_Cnt 是数据位数计数变量, 每解码一位数据自加一次; 如图3所示的结束位判断, n 表示要解码的总数据长度, 当 Bit_Cnt 达到 n 时, 表示一帧数据解码完成, 将 Rcv 的数据存到最终数据变量 Rcv_Da 中。

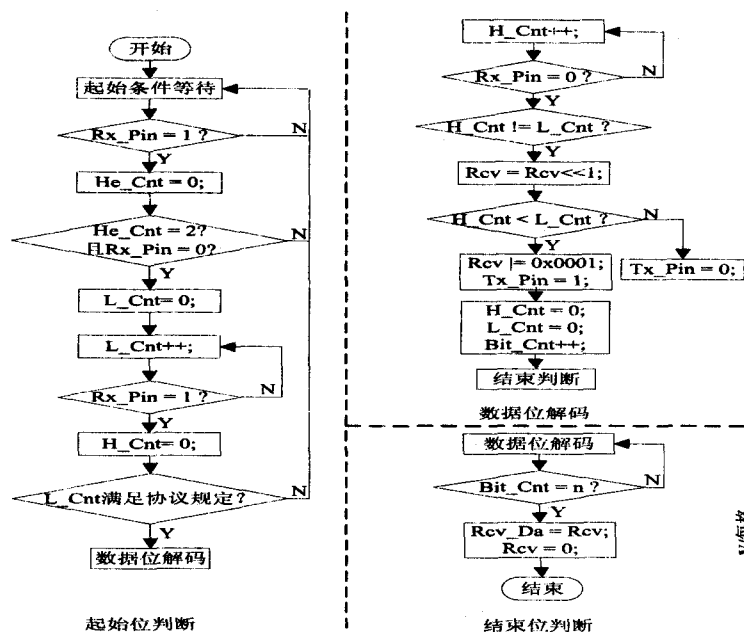


图3 解码程序流程图

2 实现过程

2.1 硬件连接图

文中提出的这种方法对硬件方面的要求, 仅仅是处理器要具有通用 I/O 口和定时中断资源。在实际中采用了 NEC 一款电机控制专用单片机和一款不具有串行异步通信接口的单片机实现了这种方式的通信, 这里在图4所示的原理图中分别用处理器1和处理器2来代替。处理器1的 GPIO1.0 作为发送接口, GPIO1.1 作为接收接口。相应的, 处理器2的 GPIO2.0 作为发送接口, GPIO2.1 作为接收接口。在两个处理器共地的前提下, 只要连接上扩展成的通信口即可实现通信。

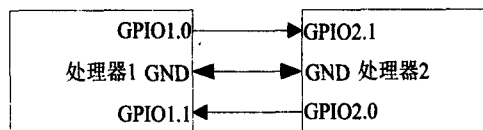


图4 连接原理图

2.2 软件实现

由上文可知, 这种差分编码的串行通信方法采用的是状态机的思想进行的编码和解码。编码和解码程序以一个 100 μ s 的定时中断产生的时间标志作为起始

执行条件, 编码和解码程序在执行过程中不断的查询这个标志。采用这种思想, 减少了冗余代码在每次数据收发过程中的执行时间, 从结构上提高了程序的执行效率。

2.3 实验结果

在通信过程中, 每次发送 14 位数据。其中第 1 位作为起始位。以下是两张示波器的抓图, 用两组数据的发送码和回执码比较来说明此种通信方式的可行性。

如图5所示, 通道一为发送接口发出数据, 通道二为接收端回执数据。由图可得发送端第一位数据为 1, 接收端在第一位数据被解码完成后回执相应的电平, 以此类推, 每当解码一位数据完成, 回执相应的电平。

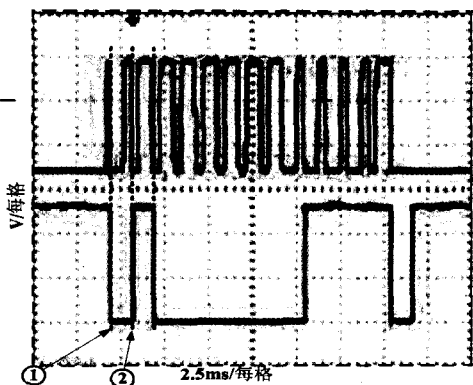


图5 解码1示波器抓图

①检测到起始位回执0。

②检测到数据位回执相同电平(在图6中表示同样的含义)。

图6是改变发送数据, 检验回执电平是否发生相应变化。由图可见实验结果完全满足预期要求。

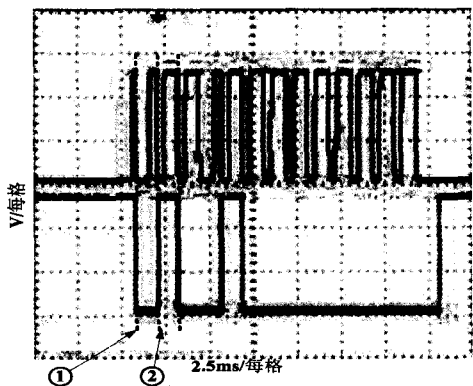


图6 解码2示波器抓图

3 结束语

这种采用差分编码将普通 I/O 接口扩展成串行异

(下转第182页)

以查看虚拟组织中所有资源和服务的属性,通过在 VO 级的索引服务上部署 Web MDS,虚拟组织中的用户可以通过网页的形式查看索引服务中的资源属性。另外,在航空港校区,部署了一个 VO 级触发服务,当虚拟组织中某些重要的信息满足一定条件的时候,就会及时通知管理员。

只要遵循 WSRF^[12] 的服务都可以作为聚合资源,向聚合服务提供数据。在这个虚拟组织中还部署了一些其他的服 务,在三个校区的信息中心部署了可靠文件传输服务(Reliable Transfer Service, RTF),可靠文件传输服务用来实现第三方的 GridFTP 传输,控制 GridFTP 各种各样的传输参数,控制 GridFTP 之间快速、可靠地传输文件。可靠文件传输服务将 GridFTP 传输的信息,提交给索引服务,这样管理员就可以监控数据的传输。在人民南路校区,还部署了一个副本定位服务,副本定位服务用于注册和查找副本信息。

4 结束语

由于网格资源的异构性,更加突出了网格信息服务在网格系统中的重要性,基于 Web Service 的监控发现服务具有较好的扩展性,可以编写自己的信息提供者,对网格资源中感兴趣的资源属性进行监控。将基于 Web Service 的监控发现服务应用到校园网格中,验证了基于它的工作原理,并提高了管理员的工作效率。

(上接第 178 页)

步通信接口的方法,实现简单,传送数据速率和位数可调,有效地节约了成本,免除了扩展外围电路的烦恼,为微处理器通用 I/O 口的扩展提供了一种简单有效的方法。整个过程按串行的通信方式实现,可以实现自拟协议的串行异步通信。传输性能稳定可靠,对于具有定时中断资源的任何处理器均可使用。采用定时器中断作为时标,占用系统资源少。采用状态机的思想,代码执行效率高。此种通信方法已经成功应用于电机设备的控制系统,运行效果稳定可靠。在此基础上,可以将处理器的其它任意 I/O 口扩展为通信口。大大提高了处理器的通信能力,为低成本的多通道串行异步通信提供了可能。

参考文献:

- [1] 李全利,仲伟峰,徐 军. 单片机原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2006:111-116.
- [2] Axelson J. Serial port complete[M]. USA: Lakeview Research, 1999: 91-135.
- [3] 徐 群,塔拉甫别,刘汉刚. 通用 I/O 口实现串行异步通讯方法研究[J]. 水利水文自动化,2004,1(3):30-33.

参考文献:

- [1] Foster I, Kesselman C. The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. [s. l.]: Morgan Kaufmann, 2004.
- [2] 陈 萍,张莉花. 校园网络系统的研究与设计[J]. 电子设计工程,2010,18(5):19-21.
- [3] 李江卫. 校园计算网络监控系统研究与实现[D]. 西安:西北工业大学,2007.
- [4] 何凤英. 校园网格中信息服务的研究与实现[J]. 福州大学学报(自然科学版),2010,38(8):378-382.
- [5] 马永征,南 凯,阎保平. 基于 MDS 的数据网格信息服务体系结构[J]. 微电子学与计算机,2003(8):27-30.
- [6] 吴小竹,陈崇成,潘明辉. 基于 Globus 的网格信息归档服务[J]. 计算机工程,2009,35(8):110-115.
- [7] 田明艳,张水平,刘禄平. 基于网格的多源数据访问[J]. 计算机工程,2010,26(7):84-86.
- [8] 杨 辉,南 凯,马永征,等. 数据网格中信息服务技术的研究与实现[J]. 计算机应用研究,2007,24(7):246-248.
- [9] Schopf J M, Raic L, Miller N. Monitoring and Discovery in a Web Services Framework: Functionality and Performance of Globus Toolkit MDS4[R]. [s. l.]: [s. n.], 2006.
- [10] 易 名,金 海. 基于 WSRF 的 Web 服务资源的设计[J]. 计算机工程,2006,32(23):262-264.
- [11] Borja S. The Globus Toolkit 4 Programmer's Tutorial[EB/OL]. 2004. [http://gdp.globus.org/Globus Toolkits4-tutorial/singlehtml/progtutorial_0.1.html](http://gdp.globus.org/Globus%20Toolkits4-tutorial/singlehtml/progtutorial_0.1.html).
- [12] 宋丽华,刘方爱. 基于 WebService 的网格服务功能的研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(7):59-61.

- [4] 景 鑫. 51 单片机的串行口扩展方法[J]. 微计算机信息,2005(13):63-64.
- [5] 赵学军. 基于单片机通用引脚的软件 UART 设计[J]. 微计算机信息,2007,23(1-2):152-153.
- [6] 吴桂初,谢文彬,魏晓月. 基于单片机 I/O 口串行同步通信的实现[J]. 温州大学学报(自然科学版),2007,28(2):35-38.
- [7] 陈 曦,张 涛,付少波,等. 基于 51 系列单片机的通用软件 UART 的实现[J]. 微计算机信息,2001(5):79-80.
- [8] 曹丽娜,樊昌信. 通信原理[M]. 北京:国防工业出版社,2006:136-148.
- [9] 曹会华,贺占庄. 基于有限状态机实现全双工可编程 UART[J]. 计算机技术与发展,2007,17(2):53-55.
- [10] Pedroni V A. Circuit Design with VHDL[M]. [s. l.]: MIT Press, 2005.
- [11] 戴 佳,戴卫恒. 51 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
- [12] 徐爱钧,彭秀华. 单片机高级语言 C51 Windows 环境编程与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [13] Kochan S G. Programming in ANSIC[M]. Indianapolis, Indiana, USA: Hagden Books, 1994.