

基于单片机串口实现 1-Wire 总线通信的方法

李多, 陈军

(东南大学 自动化学院, 江苏 南京 211189)

摘要: 主要介绍了一种借助单片机串口实现 1-Wire 总线通信的方法, 并以集成数字温度传感器 DS18B20 为例, 基于有限状态机采用该方法完成了通信程序的设计。

关键词: 1-Wire 总线; 串口; 有限状态机; DS18B20

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)11-0022-03

A method of 1-Wire bus communication based on serial interface of microcontroller

Li Duo, Chen Jun

(School of Automation, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: A method of 1-Wire bus communication using serial interface of microcontroller is introduced. Taking digital thermometer DS18B20 as an example, this paper completes the programming of the communication based on finite state machine by using the proposed method.

Key words: 1-Wire bus; serial interface; finite state machine; DS18B20

1-Wire 总线是 Dallas 半导体公司推出的一种半双工串行总线, 它采用单根信号线实现微控制器(主机)与接口器件(从机)之间的双向通信, 每个从机具有唯一的工厂光刻 ID 作为地址。

1-Wire 总线的优势在于结构简单、便于总线扩展, 可以通过总线为器件供电。1-Wire 器件种类丰富, 典型器件包括温度传感器、存储器、实时时钟、电池管理等。在低功耗仪表、工业控制及家庭监控网络等领域, 1-Wire 总线获得了广泛应用。

1-Wire 总线协议通常采用软件延时实现, 对于实时性高且无操作系统的单片机, 该方式难以提高单片机效率, 同时极大地降低了系统实时性。本文提出了一种基于单片机串口的 1-Wire 总线协议的软硬件设计, 该设计实现了 1-Wire 总线通信和单片机效率、实时性的兼顾。

1 1-Wire 总线协议简析

1-Wire 总线的单根信号线兼有地址总线、数据总线和控制总线的功能, 因此, 访问 1-Wire 器件要严格遵循总线协议以保证数据完整性。

1-Wire 总线协议定义了初始化脉冲、写脉冲和读脉冲 3 类总线信号, 其主要区别在于, 总线上高低电平时

间不同, 下面分别对它们进行简析。

1.1 初始化脉冲

1-Wire 总线协议规定任何与 1-Wire 器件的通信需要以初始化脉冲作为同步。初始化脉冲包括复位信号和应答信号, 主机输出低电平并维持 $480\ \mu\text{s}$, 然后释放总线, 完成复位。等待 $15\ \mu\text{s}\sim 60\ \mu\text{s}$, 如果存在 1-Wire 器件, 则总线上出现维持 $60\ \mu\text{s}\sim 240\ \mu\text{s}$ 低电平应答信号。初始化脉冲信号波形如图 1 所示。

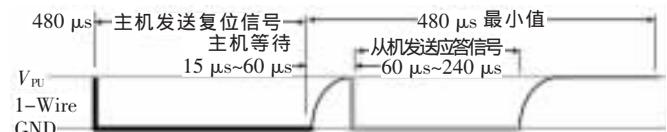


图 1 初始化脉冲信号波形

1.2 写脉冲

每个写脉冲主机可向从机传送 1 bit 数据, 通常为从机控制命令。1-Wire 总线协议规定其典型长度为 $60\ \mu\text{s}$, 以保证从机接收数据的完整性。主机输出低电平并维持 $60\ \mu\text{s}$ 后释放总线, 为写 0 时序; 主机输出低电平并维持 $15\ \mu\text{s}$ 内释放总线, 为写 1 时序。写脉冲信号波形如图 2 所示。

《微型机与应用》2012 年第 31 卷第 11 期

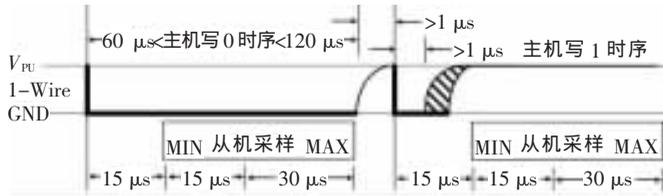


图2 写脉冲信号波形

1.3 读脉冲

每个读脉冲从机可向主机传送1 bit数据,通常为从机数据信息。只有主机发出读脉冲时序,1-Wire器件才在总线上发送数据。1-Wire总线协议规定主机必须在15 μs内采样总线,才能正确读取从机数据。读脉冲信号波形如图3所示。

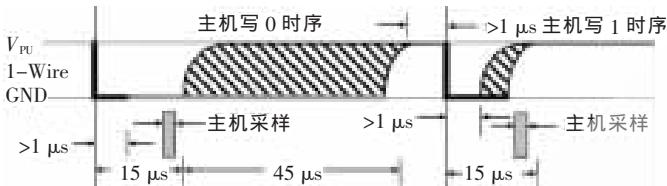


图3 读脉冲信号波形

2 1-Wire总线与单片机串口接口设计

2.1 硬件接口

1-Wire总线协议规定主机和从机必须通过集电极开路或漏极开路结构才能连接到总线,以允许器件在空闲时释放总线,并且总线需要外接上拉电阻才能正常通信。

1-Wire器件一般具有漏极开路结构,可直接连接至总线。但单片机的串口引脚一般具有内部上拉电阻,采用单片机串口实现1-Wire通信时,不能直接连接至总线。

鉴于上述原因,本文设计了一种基于分立元件的单片机串口与1-Wire器件(以DS18B20^[2]为例)的硬件接口电路,如图4所示。该接口电路简单,并且经实验测试证明其性能可靠,实现了单片机串口与1-Wire总线的电气连接。

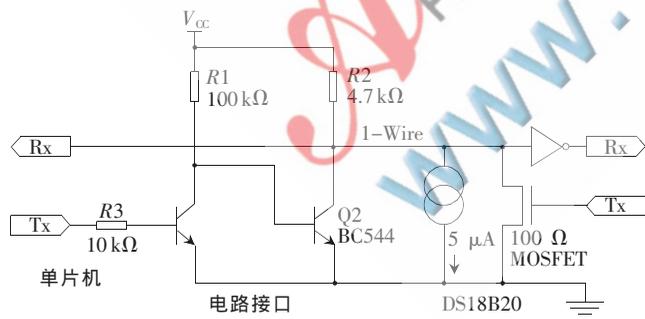


图4 1-Wire总线硬件接口原理图

2.2 通信协议接口

单片机串口采用1 bit起始位、8 bit数据位、1 bit停止位的工作方式,发送时由LSB至MSB逐位发送。

(1) 初始化脉冲

设置波特率为9 600 b/s,即每1 bit的宽度为104.2 μs,发送数据0xf0,则起始位和低4 bit构成复位信号,高

4 bit为1,即释放总线。如总线上无应答信号,则串口接收的数据等于0xf0,否则说明总线上有应答信号。

(2) 读写脉冲

设置波特率为115 200 b/s,即每1 bit的宽度为8.7 μs,完整的发送过程持续87 μs,满足读写脉冲至少60 μs的协议要求。起始位、停止位分别用来启动、终止读写脉冲。写脉冲中,根据串口发送不同数据区分别实现写0时序和写1时序;读脉冲中,串口发送数据0xff,起始位实现读脉冲时序的启动,LSB为1,此时,主机释放并采样总线,起始位与LSB共维持17.4 μs,满足协议对读时序的要求。根据串口接收的数据最低位即可区分从机发送至总线的的数据。

采用串口实现1-Wire总线通信的本质在于将3类总线信号与不同波特率下不同数据的串口收发过程建立联系,初始化脉冲对应2次串口收发的过程,读写脉冲则对应1次串口收发的过程^[4]。具体对应关系如表1所示。

表1 通信协议接口映射表

信号类型	波特率/(b/s)	串口发送	串口接收
写1	115 200	0xff	不需考虑
写0	115 200	0x00	0xff:从机发送1
读脉冲	115 200	0xff	其他:从机发送0 0xf0:无应答
初始化脉冲	9 600	0xf0	其他:有应答

3 1-Wire总线应用——DS18B20

DS18B20是1-Wire总线的集成数字温度传感器,其精度高、体积小,在智能仪器仪表、工业控制等领域中广泛应用。

传统应用方式是采用一根I/O引脚配合软件延时的方式实现相关协议,1-Wire总线协议需要微秒级时间分辨率,在通信过程中必须关闭系统所有中断,否则极容易因为中断服务程序的执行而造成通信数据错误。但是关闭中断降低了系统实时性,使得系统不能及时响应外部请求。对于任务少、实时性要求不高的系统,这种做法是可行的,但是对于任务多且无操作系统的单片机,以初始化脉冲为例,在至少960 μs的时间内,单片机都会被1-Wire总线占用,效率大为降低,实时性难以保证。

基于单片机串口中断实现1-Wire协议,并配合状态机实现与DS18B20通信,为上述问题提出了解决方案。由于串口的收发都是通过硬件完成,因此数据收发过程中单片机可以处理其他任务,在实现1-Wire通信的同时,兼顾了实时性和效率。

通信程序包括中断服务程序和通信状态机。中断服务程序为物理层,完成数据缓冲区中的数据收发,并通过全局变量标识总线的状态;通信状态机为DS18B20协议层,将对DS18B20的访问划分为子状态,根据表1将

对 DS18B20 的不同操作转化为相应数据并存入数据缓冲区,在总线处于空闲状态时,依次完成状态转移。通信状态转换图如图 5 所示^[4]。

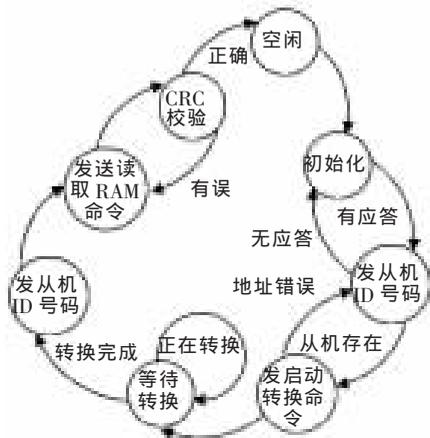


图 5 通信状态转换图

本文提出了一种基于单片机串口的 1-Wire 总线通信方式,结合 1-Wire 器件 DS18B20 详细介绍了其软硬

件设计。相比于传统 1-Wire 通信方式,本文提出的方式提高了单片机效率,兼顾了 1-Wire 通信和系统的实时性,为多任务且无操作系统的单片机应用 1-Wire 器件提供了新的解决方案。

参考文献

- [1] 马潮. AVR 单片机嵌入式系统原理与应用实践 (第二版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [2] Maxim. DS18B20 datasheet[Z]. 2008.
- [3] Maxim. Application note 214: using a UART to implement a 1-Wire bus master[Z]. 2002.
- [4] ATMEL. AVR318: Dallas 1-Wire master [Z]. 2004.

(收稿日期:2012-02-12)

作者简介:

李多,男,1990 年生,本科,主要研究方向:自动化控制工作。

陈军,女,1974 年生,本科,高级工程师,主要研究方向:计算机网络管理。