

嵌入式系统中 CPU 之间通信方式的比较

翁奇财 王 维

(第七一五研究所, 杭州, 310012)

摘要 介绍了一种基于 TI 公司低功耗 DSP TMS320VC5509A 和 TI 低功耗 MSP430 单片机 MSP430F1611 的嵌入式系统, 给出了 TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 之间四种可用的通信方式, 并进行了比较, 最后对实际应用中的注意事项作了说明。

关键词 TMS320VC5509A; MSP430F1611; 双向通信; 嵌入式系统

1 基于 TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 的嵌入式系统

很多的嵌入式系统, 都是基于 DSP+MPU 框架的, DSP 负责处理系统的信号处理, MPU (主设备) 负责整个系统的任务管理和各个功能模块间的协调配合。在这样的系统中, DSP 和 MPU 专注于各自的特长, 各自的优势得以充分发挥。在低功耗嵌入式系统中, 大部分时间里系统是处于待机 (空闲) 状态的。如果让 MPU 和小部分必需的电路组成一个值班电路, 其他电路则根据需要或者激活或者休眠, 这样就可以极大程度降低系统的功耗。所以 DSP+MPU 的框架在低功耗的嵌入式系统应用中更被推崇。

TMS320VC5509A 是 TI 公司的一款低功耗 16 位定点 DSP, 有较强的处理能力和丰富的片内外设接口以及优秀的功耗控制, 非常适合于小型的嵌入式系统信号处理。MSP430F1611 是 TI 公司生产的低功耗单片机 (MPU)。它有五种休眠模式, 丰富的片内外设, 充足的 I/O 资源, 非常适合做低功耗控制器。显然, TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 搭配在低功耗应用中会有杰出的表现。

然而, 为了实现系统功能, TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 之间经常需要交换信息。也就是说, 很多时候, 主设备 (MSP430F1611) 需要告诉从设备

(TMS320VC5509A) 该做什么操作, 而从设备也需要反馈回一些状态信息给主设备。如何简单有效实现主从设备之间的通信往往对整个系统功能的实现, 以及系统稳定可靠的工作有着重要的意义。所以探讨主从设备的通信方式也是很有意义的。下面就 TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 之间的可用的通信方式作简单的介绍。虽然是以 TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 为例, 但下面分析对大部分 C55XX 的 DSP 和 MSP430 系列单片机都是适用的。

2 TMS320VC5509A 和 MSP430F1611 四种通信方式

2.1 通过双口 RAM (或者双向 FIFO) “桥接”

硬件连接如图 1 所示。A 口、B 口可同时访问的双口 RAM (或双向 FIFO) 将 DSP 和 MPU 桥接在一起, 是公共的可访问的单元, 通信双方可以通过读写双口 RAM (或双向 FIFO) 来交换数据。优点: 适合大的数据量 (可扩展到 16 位甚至更多位) 通信; 编程简单 (仅仅是读写外部总线), 不需要专门的硬件接口, 适合绝大多数的 DSP 和 MPU 之间数据交换。缺点: 需要增加一个额外的芯片, 占用 MPU 的 I/O 资源, 当 DSP 和 MPU 交换数据时需要额外的信号来通知对方什么时候需要交换, 即需要增加额外的握手信号。



图 1 通过双口 RAM (双向 FIFO) 通信

2.2 通过主机接口 (HPI) 实现通信

硬件连接如图 2 所示。TMS320VC5509A 本身具备专门的 HPI 接口, MSP430F1611 作为主机可以

通过该接口对其内部主机地址空间进行访问。优点: 接口简单, MPU 可以通过 /HINT 信号中断 DSP, 随时对主机地址空间进行访问, 并且可达到较高的传

输速度。缺点：占用MSP430较多的I/O资源，MSP430软件需要模拟HPI接口的时序，DSP的数据总线是和其他外设分时共享的。当使用HPI时，就不能访问其他外存，访问其他外存时也不能使用HPI通信。

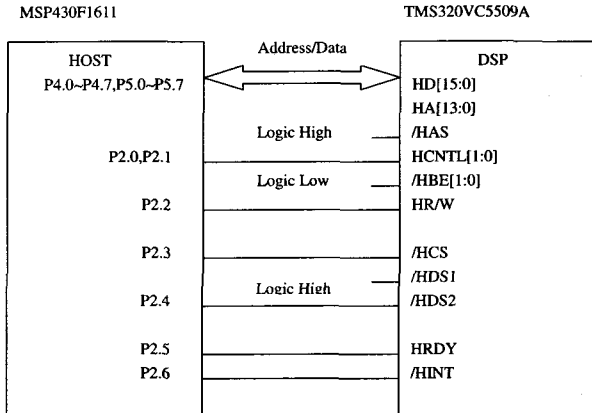


图2 通过主机接口(HPI)通信

2.3 通过双方的GPIO和中断资源进行通信

硬件连接如图3所示。DSP的GPIO[4:7]和P2.0:P2.3组成双向的数据通道，DSP可通过GPIO3中断MPU，而MPU则通过P2.5可中断DSP。这样，通过中断，读取数据通道的值就可以实现通信双方的数据交换。优点：通信双方能相互中断，能有效地实现数据的实时交换，硬件接口简单，软件编程也很方便，非常适合小数据量的传输。缺点：接口是由普通的I/O资源组成，必须由软件完成握手和数据纠错。只有四位的宽度，不适合大数据量通信。

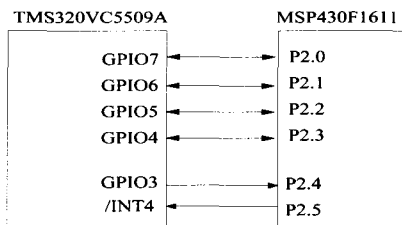


图3 通过GPIO和中断资源通信

2.4 通过IIC接口实现通信

硬件连接如图4所示。由于TMS320VC5509A和MSP430F1611均含有IIC模块，所以通过IIC总线来实现两者的通信是非常方便的。由IIC规范可知，TMS320VC5509A和MSP430F1611均可作为Master和Slave，也均可配置为Transmitter和Receiver。所以，用IIC总线实现DSP和MSP通信是非常灵活的。优点：硬件连接最为简单，通信速率最高可达400 kbps，双方的IIC模块都有相应的中断和DMA事件，编程简单方便。缺点：串行传送，发送接收寄存器都是针对字节模式的。

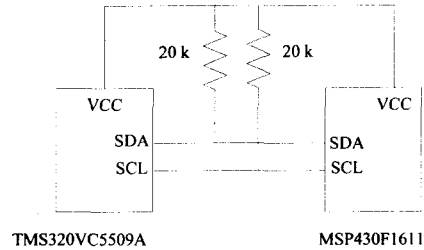


图4 通过IIC接口通信

3 应用中的注意事项

实验验证了以上的四种通信方式都是可用的。但用户须根据具体情况（包括通信的数据量、通信频率、工作方式、硬件复杂程度、编程复杂程度等）选择最合适的方式。以下是四种方式的特点和在应用中需要特别注意的地方。

(1) 四种方式中，方式四硬件连接最为简单，方式三的软件编程最为简单，方式一方式二适合大数据量的传输。

(2) 在使用方式四时，上拉电阻是必不可缺的。MSP430F1611的IIC模块是和UART0模块复用的，在使用中功能切换是需要特别注意的，对寄存器位的设置先后要严格按照文档说明进行，不然会产生不可预知的操作，甚至损坏器件。TMS320VC5509A的IIC模块有CSL库操作函数支持，但笔者在应用中发现，使用CSL库函数配置IIC口，根本不能正常工作，所以，建议在使用时不使用库函数，直接对寄存器进行配置，但需要注意的是，IIC的寄存器是映射在I/O空间的。

(3) 在方式三中，数据线的方向是需要软件去设置的，通信双方必须是互补的，即一方是输出，另一方应该是输入，引进中断的目的是增加通信的实时性和高效率，而不必一直查询数据线的状态。每收到一次中断，才进行读或者写数据线。这里的数据线每一位都是独立的，图中只给出四位的数据线宽度，可根据实际情况进行扩展。

(4) 在方式一中，当使用双口RAM“桥接”时，为保证数据的正确性，要避免对同一个地址同时读写。将双口RAM分为上下两部分，写上半部分读下半部分，写下半部分读上半部分，采取这种类似“乒乓操作”的方法可以有效地避免对同一个地址既读又写。方式一中，如果采用的是FIFO，要防止数据溢出(overflow)和读空(underflow)，可以把可编程满标志和可编程空标志连接到DSP和单片机的外部中断输入脚。当写FIFO写到出现可编程满标志时就停止写，读FIFO读到可编程空时就停止读，这样就能保证数据不会溢出和读空。

(下转第48页)

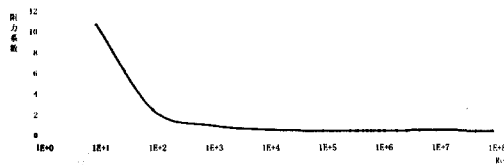


图8 稳定器在各个雷诺数下的阻力系数

从图 6、图 7 可知两者在试验区间的数值相差

(上接第 39 页)

(5) 方式二使用的是专门的硬件优先中断接口, 相对比较简单。但 430 用 HPI 接口提供的专门中断输入信号去中断 DSP 的效率是比较低的, 进出中断的时间是比较长的, 直接采用外部中断或许更简单有效。

(上接第 45 页)

(3) 系统功能齐全, 升级维护便利。系统的维护和升级只需通过对服务器端进行升级维护就能完成, 实现了系统维护的便捷和高效。

(4) 系统具有良好的开放性与可移植性。如无组件上传、文件搜索等均可方便地移植到别的数据库系统中。也可通过增加新的数据表以及页面选项, 方便地完善系统功能, 使得系统可包含多种数

不大, 可以确定所选的流场参数、一些假定及建模是准确的。测量值略大于计算值, 这是因为试验中由于有拖缆的阻力及稳定器表面的不平整影响的。

参考文献:

[1]王福军. 计算流体力学分析-CFD 软件原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

参考文献:

[1]秦龙. MSP430 单片机: 应用系统开发典型实例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
 [2]TI 公司. 技术文档 IIC 模块 SPRU146
 [3]TI 公司. 技术文档 HPI 模块 SPRU619
 [4]TI 公司. 技术文档用户手册 SPRS205

据信息, 如学术论文等内容。

参考文献:

[1] 邹天思, 孙明丽. ASP 数据库系统开发完全手册[M].北京: 人民邮电出版社, 2006
 [2] 田振. ASP 网页制作实战步步通[M]. 北京:人民邮电出版社, 2001

征订启事

本刊 2009 年征订工作已经开始, 如还有未收到订单的单位与读者, 请通过本刊封底的联系方式直接与编辑联系或通过全国非邮发联合征订服务部征订 (天津)。

另外, 本刊现已加入以下数据库系统: 中国期刊网 (清华同方); 中国核心期刊遴选数据库; 中文科技期刊数据库。向本刊投稿并录用的稿件, 将一律由编辑部统一纳入上述数据库系统, 进入因特网提供信息服务。本刊所付稿酬已包含文章上网服务报酬, 不再另付。作者对此如有异议, 请来稿时特别声明, 便于编辑部另作处理。本刊全文内容按照统一格式制作上网, 读者可登录上述网站查询浏览全文。