

TMS320C54XX 系列 DSP 异步串行数据传输的研究与实现

薛志宏 刘建业 南京航空航天大学自动化学院导航研究中心(210016)

Abstract

MAX3111 asynchronous serial transceiver of MAXIM Company, which interface directly to DSP by way of SPI, can realize the conversion of synchronous to asynchronous serial data transmission. The hardware interface and software application are simple. The experimental result demonstrates that data be transferred is correct and reliable. This method has already got very good application in the project practice. This paper has deal with the software and hardware realization in detail.

Keywords: DSP, McBSP, SPI, UART, universal asynchronous receiver and transmitter

摘要

美国 TI 公司 TMS320C54XX 系列 DSP 芯片, 其片上未提供通用异步串行收发器(UART), 而只有 2~3 个多通道缓冲同步串行接口(McBSP), 对于与微机及其它设备进行异步数据传输的应用, 必须在 DSP 上扩展异步串口。采用 MAXIM 公司的 MAX3111 异步串行收发器, 以 SPI 方式与 DSP 直接接口, 在硬件连接简单, 软件编程方便的情况下, 实现了同步到异步 RS-232 数据传输的转换, 其数据通信正确、可靠, 已经在工程实践中得到了很好的应用。本文详细论述了这种方法的软硬件实现。

关键词: DSP, McBSP, SPI, UART, 异步串行收发器, 多通道缓冲同步串行接口

在 DSP 应用系统设计中必不可少的是各种数据传输接口的设计。与并行接口相比, 串行接口的最大特点便是减少器件引脚数目, 降低了接口设计复杂性。多数 DSP 芯片提供的是同步串口, 在实际的应用中, 也需要 DSP 能够与外设进行异步串行数据传输, 本文即针对这种应用, 研究并实现了一种简单、可靠的异步串口扩展方法。

1 扩展方案提出

综合在 DSP 应用系统中扩展异步串行接口的方案, 其基本方法和优缺点分析如下:

1) 利用 DSP 的 McBSP 和 DMA 来实现, 在不扩展其他硬件的情况下, 用软件实现异步数据传输格式。这种方法的优点在于硬件简单, 但软件复杂, 加大 CPU 的负担, 所以不适合通信数据量大的场合。

2) 在 DSP 的并行总线上扩展 UART 芯片(比如 TI 公司的 TL16C552), 用硬件来实现异步数据传输, 其优点是软件实现简单, 缺点是在总线上还要扩展其他设备的情况下, 使目标系统复杂化。

3) 利用 DSP 的 McBSP 同步串行接口, 在扩展适当硬件的情况下, 将同步数据变换为 UART 异步数据格式进行传输, 这样就充分利用了 DSP 的片上资源, 使硬件系统尽量简单化。

综合考虑硬件连接和软件编程的方便性, 本文采用第三种方案, 应用美国 MAXIM 公司的 MAX3111 串行异步收发器, 与 54XX DSP 的 McBSP 口直接连接, 硬件上无需任何其它外围器件, 同时由于异步数据

的发送和接收由 MAX3111 以硬件方式实现, 所以就软件编程而言, 需要考虑的也只是 54XX 与 MAX3111 之间的同步数据通信。这样, 即可以最简单的硬件连接和软件编程实现同步到异步的串行数据格式转换。

2 TMS320VC54XX 的多通道缓冲串行接口

2.1 McBSP 的功能与特点

54XX 系列 DSP 芯片都具有 2~3 个高速、全双工、多通道缓冲串行接口(McBSP), 其方便的数据流控制可使其与大多数同步串行外围设备接口, McBSP 是在标准串行接口的基础上对功能进行扩展, 除具有标准串口的功能特点外, 其灵活性体现在如下几个方面:

1) 双缓冲区发送, 三缓冲区接收, 允许连续数据流传输;

2) 可与 SPI、IOM-2、AC97 等兼容设备直接接口;

3) 拥有相互独立的数据发送和接收帧同步脉冲和时钟信号;

4) 多通道发送和接收, 最多可达 128 个通道, 速度可为 100Mbit/s;

5) 可编程帧同步、数据时钟极性, 支持外部移位时钟或内部频率可编程移位时钟。

2.2 SPI 接口协议

串行外围设备接口(SPI)是 MOTOROLA 公司提出的一个同步串行外设接口, 容许 CPU 与各种外围接口器件以串行方式进行通信、交换信息。它使用 4 条线: 串行时钟线(SCK)、主机输入/从机输出线(MISO)、主机输出/从机输入线(MOSI)、低电平有效的使

置 MCBSP 的时钟停止模式。在本应用中采用 MCBSP 的时钟停止模式 2 (CLKSTP=11b,CLKXP=0),这样即可与 MAX3111 的时序相配合。

5 TMS320VC54XX 的异步数据传输软件设计

考虑到应用系统软件的可移植性和可读性,数据传输软件采用 C 语言进行编写,这样的另一个优点是可以利用 DSP 开发软件 CCS2.0 所提供的 DSP/BIOS 中的芯片支持库函数 (CSL),CSL 提供 C 语言可调用的 DSP 外围接口库函数,其中包括 DMA 模块、MCBSP 模块、TIMER 模块等,应用这些库函数可大大提高程序可读性,缩短软件开发周期。在本文所提到的应用中,主要调用 MCBSP 模块。数据传输软件主要包括:

(1) MCBSP 串口初始化

如上所述,在本应用中应将 54XX DSP 的 MCBSP 串行口配置于 SPI 模式,以 DSP 作为主设备,表 1 给出了应设置的寄存器或寄存器位的值,未涉及的寄存器保持其默认值即可。

表 1 McBSP 设置为 SPI 模式时相关寄存器值

位名称	位值	描述	所在寄存器
CLKSTP	11b	使能 MCBSP 的时钟停止模式,并使其在 SCLK 变高之前半个周期开始传输数据	SPCR1
CLKXP	0	设置 BCLKX 信号的极性	PCR
CLKXM	1	设置 BCLKX 引脚信号为输出 (SPI 主设备)	PCR
RWDLEN1	000~101b	设置接收数据包的长度 (必须与 XWDLEN1 的值相等)	RCR1
XWDLEN1	000~101b	设计发送数据包的长度 (必须与 RWDLEN1 的值相等)	XCR1
CLKSM	1	采样率发生器时钟源为 CPU 时钟	SRGR2
CLKGDV	1~255	设置采样率发生器的将频因子	SRGR1
FSXM	1	设置 BFSX 引脚信号为输出	PCR
FSGM	0	在每个数据包传输期间,BFSX 信号都有效	SRGR2
FSXP	1	设置 BFSX 信号为低电平有效	PCR
XDATDLY	01b	提供正确的 BFSX 信号启动时间	XCR2
RDATDLY	01b	提供正确的 BFSX 信号启动时间	RCR2

根据上表,调用 CSL 的 MCBSP 配置库函数即可完成 MCBSP 的初始化:

```
MCBSP_Handle hport0; /* 声明指向 MCBSP 的句柄 */
MCBSP_Config PortConfig= { /* 定义寄存器设置结构 */
0x1800, /* 设置串口控制寄存器 1 的值 */
0x0000, /* 设置串口控制寄存器 2 的值 */
0x0040, /* 设置接收控制寄存器的值 */
...
};
hport0 = MCBSP_open( 0 , MCBSP_OPEN_RESET); /* 打开第一个 MCBSP 串口 */
MCBSP_config (hport0, &PortConfig); /* 按结构设置 MCBSP 的各寄存器 */
```

(2) MAX3111 工作模式及波特率设置

在进行通信之前,DSP 必须首先根据命令序列格式向 MAX3111 写入配置命令字,之后才能进行正确的数据传输,如进行 8 位数据位、一位停止位、无奇偶校验位、波特率为 115200、使能接收和发送中断的异

步数据传输,配置的简要过程为:

```
...
MCBSP_start(hport0, /* MCBSP 开始数据传输 */
            MCBSP_SRGR_START | MCBSP_SRGR_FRAMESYNC
            IMCBSP_RCV_STARTIMCBSP_XMIT_START,
            0x200
            );
while(!MCBSP_xrdy(hport0)); /* 等待发送寄存器为空 */
MCBSP_write16(hport0,0x6E0B); /* 向 MA3111 写入配置命令字 */
...
```

(3) 中断服务程序

MAX3111 有四个中断源,分别为 Pr(接收帧校验位=1 中断)、R(接收数据有效中断)、RA/PE(帧格式错误中断)、T(发送缓冲器空中断),这些中断都可软件屏蔽或使能,当中断产生时,DSP 进行一次读操作,通过判断数据中 R 和 T 等标志位进行中断识别,之后进行相应的操作。

应注意的是,在进行中断方式数据传输时,虽然 54XX 的 McBSP 有自身的发送和接收中断,但由于 McBSP 与 MAX3111 同步串行数据传输速率高于 MAX3111 将数据以一定波特率(最高 230kbps)异步发送速率,如果应用 McBSP 的发送中断,将造成发送数据的丢失。同时,在 SPI 协议中,数据的传输是由 SPI 主设备发起的,所以在 SPI 方式下的 McBSP 并不能产生接收中断。因此,本方案应用的关键之一是将 MAX3111 的 IRQ 中断信号连接至 DSP 的一外部中断,以实现中断方式下可靠、正确的数据传输。

6 结束语

本文的方法在工程实践中已经得到应用,实践证明,在各种波特率下(最高可为 230.4kbps)其查询和中断方式数据传输正确、可靠,各元件工作正常,并且在此硬件连接的基础上,实验利用 DSP 的 DMA 功能进行串行数据接收及发送收到良好效果,进一步提升了应用系统的性能。

参考文献

- 胡又农,赵锦红.具有 IrDA 模式的 UART 芯片 MAX3100 及其应用.国外电子元器件,1999,8(3)
- 马云峰,马海峰.新型通用异步收发器芯片 MAX3100 及其应用.现代通信,2001,6(2)
- 何立民.MCS51 系列单片机应用系统设计、系统配置与接口技术,北京:北京航空航天大学出版社,1990
- MAXIM 2001 New Releases Data Book Volume VII, 2001
- TMS320C54' DSP CPU And Peripherals Reference Set.Texas Instruments,Vol 1, April,2001
- TMS320C54' DSP Applications Guide Reference Set. Texas Instruments,Vol 4, October,2001

[收稿日期:2002.10.21]