

ARM9 CPU 与 C6000 DSP 的接口设计

谭树人, 陈建民, 徐伟

(国防科技大学五院, 湖南长沙 410073)

摘要: 以 SAMSUNG 公司的 ARM9 芯片 S3C2410 和 TI 公司的 TMS320DM642 DSP 为例, 讲述了 ARM9 CPU 与 C6000 DSP 的数据接口技术, 并给出了硬件连接框图和软件实现代码。

关键词: ARM9 S3C2410; 数字信号处理器 (DSP); TMS320DM642; 主机接口 (HPI)

中图分类号: TP335 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-9492 (2006) 04-0049-03

1 引言

嵌入式处理器适合于处理控制代码, 如用户界面、操作系统和高级应用。数字信号处理器 (DSP) 适合于语音和视频应用所需要的实时信号处理功能。在控制和计算兼重的嵌入式系统设计中, 由嵌入式处理器实现整个系统的控制, 由 DSP 来执行计算密集型操作, 然后通过一定的方法实现嵌入式处理器与 DSP 之间的通信和数据交换是一种流行的方法。在这样的系统中, 如何高效地设计嵌入式处理器与 DSP 之间的接口以满足嵌入式系统的实时性要求是非常重要的。

2 ARM9 CPU S3C2410 简介

S3C2410 是 SAMSUNG (三星) 公司一款基于 ARM920T 的 SOC 芯片。它一方面在高性能和低功耗特性方面提供最佳的性能; 同时又具有非常丰富的片上资源, 非常适合嵌入式产品的开发, 主要应用于无线设备、仪器仪表、安全系统、机顶盒、高端打印机、数字照相机和数字摄像机等。其特点如下:

- 5 级整数流水线, 指令执行效率更高。
- 提供 1.1MIPS/MHz 的哈佛结构。
- 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- 全性能的 MMU, 支持 Windows CE、Linux、Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。
- 支持数据 Cache 和指令 Cache, 具有更高的指令和数据处理能力^[1]。

3 C6000 DSP 及其 HPI 接口

(1) C6000 DSP 概述

TMS320C6000 系列 DSP 是 TMS320 DSP 家族的重要系

列。该系列 DSP 均使用 VelocTI 结构, 该结构是一种高性能的、先进的 VLWJ (非常长的指令字) 结构, 使 C6000 系列 DSP 成为多通道和多功能应用的最佳选择。TMS320C6000 系列 DSP 适合于语音处理、图像处理、医疗仪器和通信技术等领域^[2]。

TMS320DM642 是 TMS320C6000 系列 DSP 中最高性能的定点 DSP, 其计算能力在 720MHz 时钟下可达到 5760MIPS。它具有 3 个可配置的支持多种分辨率和视频标准的视频口、1 个多通道缓冲音频串口和 2 个多通道缓冲串口, 可以做实时的多路音视频采集回放, 实现复杂的音频视频压缩解压缩算法。主要应用于网络视频监控, 音频视频的压缩算法, 可开发网络视频会议系统和其他基于复杂图像处理的高速 DSP 应用^[3]。

(2) TMS320DM642 的主机接口 (HPI)

TMS320DM642 的 HPI 是一个并行端口, 通过它, 一个外部主机可以直接访问除中断选择寄存器和仿真逻辑外的整个 DSP 存储空间。主机对接口具有控制权, 主机和 DSP 可以通过内部或外部存储器交换信息, 主机还可以直接访问存储器映射的外设。HPI 与 DSP 存储空间的互连是通过 DMA 控制器实现的。

TMS320DM642 的 HPI 接口信号线包括与外部主机连接的单独的 32 根数据总线 HD [31:0]、2 根访问控制选择信号线 HCNTL [1:0]、1 根半字识别选择信号线 HHWIL、1 根地址选通输入信号线 HAS、1 根读写选择信号线 HR/W、3 选通信号线 HCS, HDS1, HDS2、1 根准备好信号线 HRDY 以及 1 根向主机发送中断的信号线 HINT^[4]。

TMS320DM642 的 HPI 支持 16 位或 32 位的外部引脚接口。当用于 16 位宽的主机接口时, HPI 称为 HPI16; 当

用于 32 位宽的主机接口时, HPI 称为 HPI32。DM642 通过复位时的器件配置引脚选择 HPI16 还是 HPI32。由于 TMS320DM642 最小的存储单位是字 (32bit), HPI16 只具有 16 位数据总线, 因此对于 HPI16, 每个传递必须要有 2 个传递周期才能完成。HPI16 将两个连续的 16 位传输组成一个 32 位的数据传送到 CPU。HHWIL 信号用于区分传递的字节是当前字的第一字节还是第二字节。通过设置 HPIC 寄存器的 HWOB 位, 可以决定第一字节是这个字的高字节还是低字节。HPI32 具有 32 位数据总线, 使用该增加的总线宽度, 所有传输均为一个 32 位的字传输, 而不是两个连续的 16 位半字, 因此 HPI32 模式的 HPI 操作吞吐量增加了^[2]。

主机通过 HPI 口访问 DSP 的资源时, 除了对主机发中断 (通过置 HPIC 寄存器的 HINT 位, 可以使 HINT 线有效) 或清除主机发来的中断 (通过清 HPIC 寄存器的 DSPINT 标志) 需要 DSP 干涉外, TMS320DM642 几乎不用进行其他操作, 片内的 DMA 通道会自动辅助完成存储器与 HPI 数据寄存器的数据传输。主机由 HCNTL [1:0] 两根信号线来选择 HPI 的某个控制寄存器, 如表 1 所列。通过对这 4 个寄存器的访问, 就可以在所设安全机制的允许范围内读写 DSP 的所有或部分存储器。

表 1 HCNTL [1:0] 的选择功能描述

HCNTL1	HCNTL0	说明
0	0	主机读/写 HPI 控制寄存器 (HPIC)
0	1	主机读/写 HPI 地址寄存器 (HPIA)
1	0	主机以地址自动增的模式读/写 HPI 数据寄存器 (HPID), HPI 地址寄存器 HPIA 自动增加一个字 (4 字节地址)。
1	1	主机以固定地址模式读/写 HPI 数据寄存器 (HPID), HPI 地址寄存器 HPIA 不变。

(3) HPI 寄存器

HPI 控制寄存器 (HPIC) 通常是第一个访问的寄存器, 以便设置配置位并初始化接口。TMS320DM642 的 HPIC 是一个 32 位寄存器, 但是只有 16 位有用。仅仅主机向低位半字写操作影响 HPIC 的值和 HPI 操作。

HPI 地址寄存器 (HPIA) 包含了 HPI 所访问的存储器地址。该地址是一个 32 位的字, 所有 32 位是可读可写的。无论从 HPIA 的位置读取的值是多少, 最低两位总是为 0。

HPI 数据寄存器 (HPID) 在当前访问是读时包含有 HPI 从存储器读取的数据, 如果当前访问是写, 则 HPID 包含的是将要写入存储器的数据。

4 S3C2410 与 TMS320DM642 的接口设计

(1) 硬件连线

从 TMS320DM642 的 HPI 寄存器的编址方式可以看出, 主机需两根地址线寻址到 HPI 接口的控制寄存器、地址寄存器和数据寄存器, 由于 TMS320DM642 最小的存储单位是 32bit 字, 因此选择 S3C2410 的 A3、A2 连接 DM642 的 HCNTL1、HCNTL0。HPI 的选通由 HCS、HDS1、HDS2 三根信号线共同作用, 最后的 HPI 使能信号为 HDS1 异或 HDS2 后再与 HCS 进行与非运算的结果。若将 HPI 接口安排在 S3C2410 的 BANK5 (即地址范围 0x28000000 ~ 0x2FFFFFFF), 则直接将 S3C2410 的片选信号 nGCS5 接到 HCS, 而将读写信号 nOE、nWE 分别接到 HDS1、HDS2。对于 HR/W 信号, 由于 S3C2410 没有此信号, 可以使用地址线 A4 来代替。当 A4=1 时, 代表读操作, 反之为写操作。若使用 HPI16, 可以使用 S3C2410 的地址线 A1 接 HHWIL 来完成高低字节的识别; 当 A1=0 时, 表示为第一字节; A1=1 时表示第二字节。

由于 S3C2410 的 WAIT 信号和 DM642 HPI 接口的 HRDY 信号逻辑刚好相反, 因此要将 HRDY 信号经过反相后再接 WAIT 信号。DM642 的 HINT 信号可以直接连接到 S3C2410 的一个 IRQ 引脚上实现 DSP 对主机的中断信号连接。HPI 接口信号线中的 HAS 线不用接 VCC。

TMS320DM642 与 S3C2410 基于 HPI 连接的接口电路如图 1 所示。

(2) 软件设计

主机按照如下的任务顺序开始 HPI 访问:

- ① 初始化 HPI 控制寄存器 (HPIC);
- ② 初始化 HPI 地址寄存器 (HPIA);
- ③ 写数据到 HPI 数据寄存器 (HPID) 或从 HPID 读取数据^[2]。

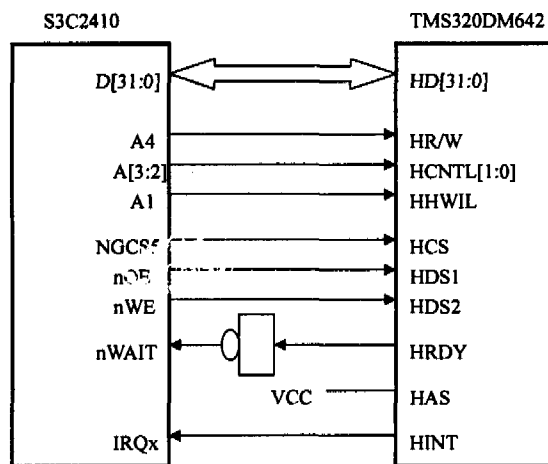


图 1 TMS320DM642 与 S3C2410 基于 HPI 连接的接口框图

一旦 HPI 被初始化, 主机就可以以固定地址模式或自动增量模式执行对 DSP 地址的读写访问。在 S3C2410 上实现与 TMS320DM642 基于 HPI32 的数据通信的 C 语言程序如下所示。程序分为两个部分: 一部分是地址及数据的定义; 一部分是实现代码。

① 地址及数据的定义:

```
#define gbl_const_HPI32_MEMORY_BASE
                                (0x28000000)
#define gbl_const_HPI32_HPIC_WRITE_OFFSET (0x00)
#define gbl_const_HPI32_HPIC_READ_OFFSET (0x10)
#define gbl_const_HPI32_HPIA_WRITE_OFFSET (0x04)
#define gbl_const_HPI32_HPIA_READ_OFFSET (0x14)
#define gbl_const_HPI32_HPID_AUTO_INC_ADDR_WRITE_OFFSET
                                (0x08)
#define gbl_const_HPI32_HPID_AUTO_INC_ADDR_READ_OFFSET
                                (0x18)
#define gbl_const_HPI32_HPID_FIX_ADDR_WRITE_OFFSET
                                (0x0c)
#define gbl_const_HPI32_HPID_FIX_ADDR_READ_OFFSET
                                (0x1c)
```

② 固定地址模式和自动增量模式读写实现代码:

```
//HPIC 写
#define gbl_fun_HPI32_WRITE_HPIC(MEMORY_BASE, DATA)
* ((unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
HPI32_HPIC_WRITE_OFFSET))
= (unsigned int) (DATA)
//HPIC 读
#define gbl_fun_HPI32_READ_HPIC (MEMORY_BASE)
*(( unsigned int*)((MEMORY_BASE)+gbl_const_HPI32_
_HPIC_READ_OFFSET))
//HPIA 写
#define gbl_fun_HPI32_WRITE_HPIA (MEMORY_
BASE, DATA)
* ((unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
HPI32_HPIA_WRITE_OFFSET) )
= (unsigned int) (DATA)
//HPIA 读
#define gbl_fun_HPI32_READ_HPIA (MEMORY_BASE)
* ((unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
HPI32_HPIA_READ_OFFSET))
//HPID 自动增量模式写
#define gbl_fun_HPI32_AUTO_INC_ADDR_WRITE_HPID
(MEMORY_BASE, DATA)
* ((unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
```

```
HPI32_HPID_AUTO_INC_ADDR_WRITE_OFFSET))
= (unsigned int) (DATA)
//HPID 自动增量模式读
#define gbl_fun_HPI32_AUTO_INC_ADDR_READ_HPID
(MEMORY_BASE)
* ((unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
_HPI32_HPID_AUTO_INC_ADDR_READ_OFFSET))
//HPID 固定地址模式写
#define gbl_fun_HPI32_FIX_ADDR_WRITE_HPID
(MEMORY_BASE, DATA)
* ( (unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
_HPI32_HPID_FIX_ADDR_WRITE_OFFSET))
= (unsigned int) (DATA)
//HPID 固定地址模式读
#define gbl_fun_HPI32_FIX_ADDR_READ_HPID
(MEMORY_BASE)
* ( (unsigned int*) ((MEMORY_BASE) +gbl_const_
HPI32_HPID_FIX_ADDR_READ_OFFSET) )
```

5 结束语

我们在嵌入式视频客户端系统设计中, 用 S3C2410 作为主控制器, 用 TMS320DM642 进行多路视频解码运算, 双核系统通过 HPI 接口进行通信和交换数据。事实证明, 该设计满足嵌入式系统的实时性要求。

参考文献:

- [1] Samsung, S3C2410A USER'S MANUAL [Z]. Korea, Samsung Electronics, 2004: 1-4.
- [2] 江思敏, 刘畅. TMS320C6000 DSP 应用开发教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] TEXAS INSTRUMENTS, TMS320DM642 DATA MANUAL [Z]. America, TEXAS INSTRUMENTS, 2004: 18-19.
- [4] TEXAS INSTRUMENTS, TMS320C6000 DSP Host Port Interface (HPI) Reference Guide [Z]. America, TEXAS INSTRUMENTS, 2004:16-21.

第一作者简介: 谭树人, 男, 1972 年生, 湖南新邵人, 硕士, 讲师。研究领域: 信息系统工程。

(编辑: 梁 玉)

更正

本刊 2006 年第 3 期导读中, 标题为“生产中值得参照的管理方式”内容第一行的“多种缺陷”, 应为“多种缺陷”。

特此更正。