

基于 VxBus 架构的温度监控模块实现

Realization on Temperature Monitoring Module Based on VxBus

戴余龙 刘申豫 (中航工业雷华电子技术研究所, 江苏 无锡 214063)

摘要: 嵌入式 PowerPC 处理器高性能的代价是随之而来的高功耗以及对散热系统更严苛的要求。一旦散热系统出现失效问题, 往往会导致处理器工作异常, 甚至引起硬件损坏。因此对 PowerPC 处理器内部温度及工作环境温度的监控是必要的。介绍了一种基于 ADT7461 芯片以及 VxWorks 操作系统 VxBus 架构的温度监控模块实现方法, 首先介绍了硬件平台, 然后分析了 VxBus 驱动程序框架, 最后着重说明了温度监控模块接口驱动及设备驱动的设计流程。该方法对于 VxWorks 操作系统环境下其他温度监控模块的实现具有一定的参考意义。

关键词: VxWorks, VxBus, ADT7461, 温度监控

Abstract: This paper introduces a design method of the temperature monitoring system based on ADT7461 chip and VxBus. Firstly, the hardware platform is introduced, and then the VxBus driver framework is analyzed. Finally, the design flow of temperature monitoring module interface and device driver is emphasized in this paper. The method has some reference significance for the design of other temperature monitoring modules.

Keywords: VxWorks, VxBus, ADT7461, temperature monitoring

随着处理器工作频率的升高, 驱动电流与功耗随之增高, 处理器成为板上最主要热源之一。针对处理器的散热问题越来越成为嵌入式领域难以解决的问题。对处理器或其他模块的散热一般通过散热片或者散热风扇解决, 但这种散热方式经常出现异常导致散热失效, 若不及时处理, 会引起系统崩溃甚至器件损毁。本文介绍了一种基于 ADT7461 芯片以及 VxWorks 操作系统 VxBus 架构的温度监控模块实现方法, 使用该模块可有效精确地监控处理器的热工作状态, 及时处理散热失效问题。

1 硬件组成

本文采用 PowerPC 数据处理板作为硬件平台进行温度监控模块设计与开发。PowerPC 数据处理板的核心单元采用 Freescale 公司的高性能四核处理器 P2041, 温度监控芯片采用的是亚德诺半导体公司的一款双通道温度监控芯片 ADT7461。ADT7461 芯片具有高低温双重报警功能, ADT7461 芯片除了具有片上传感器用于监测本地温度外, 还提供远程温度采集通道。ADT7461 芯片的远程温度采集通道需要配合传感器使用, 一般用于监测处理器内部温度。

ADT7461 芯片具有三个特点: 远程传感器通道自动抵消高达 3kΩ 的串行电阻; 可灵活配置告警触发温度; 温度监控范围可选 (0°C~+127°C 或者 -55°C~+150°C)。图 1 为 ADT7461 芯片引脚图, 表 1 为 ADT7461 芯片的引脚定义描述表。

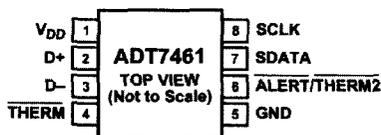


图 1 ADT7461 芯片引脚图

表中 VDD 与 GND 分别为 ADT7461 芯片的供电管脚与接地管脚。SDATA 与 SCLK 分别为 I²C 总线的数据线与时钟线。D+ 与 D- 为温度远程采集通道, 需要外

表 1 芯片管脚描述

引脚号	管脚名称	描述
1	VDD	电源, 3V 到 5.5V
2	D+	温度传感器信号正极
3	D-	温度传感器信号负极
4	THERM*	报警信号
5	GND	接地
6	ALERT*/THERM2*	报警信号 2
7	SDATA	I ² C 串行数据线
8	SCLK	I ² C 串行时钟线

接一个温度传感器。ALERT 为告警管脚, 当本地温度或者远程通道温度超出设定的温度阈值时, ALERT 管脚拉低输出告警信号。THERM 管脚可以用于控制风扇开关。

图 2 为 ADT7461 芯片与 P2041 处理器的连接关系示意图。P2041 数据处理板上 ADT7461 芯片被布置在高发热区对本地温度进行温度采集, 同时将 P2041 处理器的 ANODE 与 CATHODE 管脚分别与 ADT7461 芯片上的 D+ 和 D- 引脚连接, 使能 ADT7461 芯片采集 P2041 处理器的内部温度, 实时监控本地温度与处理器内部温度信息。另外, 将告警信号 ALERT 连接至 P2041 处理器中断管脚, 一旦高低温超出设置阈值, 立即触发中断, 告知 P2041 处理器及时处理温度异常问题。

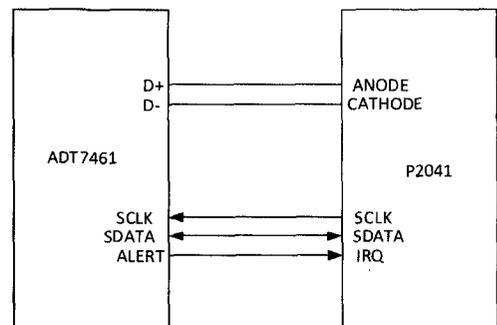


图 2 ADT7461 与 P2041 连接示意图

2 VxBus 架构

温度监控模块的驱动是基于 VxWorks 6.9 操作系统 VxBus 架构开发的。VxWorks 操作系统基于传统驱动架构的驱动程序一般保存在 BSP 包中, 随着设备驱动的增多, BSP 复杂度急剧增加, 造成 BSP 臃肿且缺乏通用性, 不利于 BSP 包的移植。为解决传统驱动架构的弊端, 风河公司从 VxWorks 6.2 系统开始提出 VxBus 的概念。VxBus 架构可有效地组织管理各个设备驱动, 方便用户使用; VxBus 架构实现了应用层与底层驱动隔离, 使底层对上层用户更加透明; VxBus 架构下增加新的设备对 BSP 的维护开销很小。基于 VxBus 架构的接口与设备驱动均可封装成相互独立的组件, 通过开发环境 Workbench 安装、配置、

删除,使用方便。随着 VxBus 驱动架构的不断成熟,目前常用的一些通用接口与设备驱动均已转为基于 VxBus 架构的驱动。目前风和公司官方提供的基于 VxBus 架构的驱动,包括串行设备驱动、网络相关驱动、存储相关驱动、总线驱动(PCI、RIO、I2C 等)、中断驱动、DMA 驱动等。添加 VxBus 架构驱动需要在 config.h 或者工程 Kernel Configuration 配置栏中定义对应组件;同时需要在 BSP 包中的 hwconf.c 文件内进行相关配置。hwconf.c 文件中有两个关键的数据结构:hcfResource 和 hcfDevice。每一个设备都需要定义一个 hcfResource 类型的变量来描述它的基本信息,这些信息包括 regBase、irq 等等。hcfDevice 是 PLB 上的设备列表,包含设备名、设备号、总线类型、hcfResource 等信息。

3 基于 VxBus 架构的驱动实现

3.1 接口驱动

本文 P2041 处理器通过 I²C 总线实现对从设备 ADT7461 芯片的访问与配置。I²C 总线从设备一般具有 7 位的设备地址,ADT7461 的设备地址默认为 0x4c。VxWorks 6.9 操作系统集成有 Freescale 公司基于 VxBus 架构的通用 I²C 总线驱动,调用方法主要分为两个步骤:在 VxWorks Image Project 类型工程的 Kernel Configuration 配置界面下添加 INCLUDE_I2C_BUS 组件、DRV_I2C_GENERIC_DEV 组件以及 DRV_I2CBUS_FSL 组件;然后对硬件资源配置文件进行修改。硬件资源配置文件位于 BSP 包,名称为 hwconf.c,对其添加以下代码:

```
struct i2cDevInputs i2c0DevTbl[] = {
    { "monitor_adt7461", 0x4c, 0 },
};

const struct hcfResource i2c0Resources[] = {
    { "regBase", HCF_RES_ADDR, { (void*)(I2C_BUS1_BASE) } },
    { "clkFreq", HCF_RES_ADDR, { (void*)sysPlbClkFreqGet } },
    { "busSpeed", HCF_RES_INT, { (void *)400000 } },
    { "polling", HCF_RES_INT, { (void *)0 } },
    { "i2cDev", HCF_RES_ADDR, { (void *)&i2c0DevTbl } },
    { "i2cDevNum", HCF_RES_INT, {(void*)NELEMENTS(i2c0DevTbl)} },
};

#define i2c0Num NELEMENTS(i2c0Resources)
```

0x4c 为 ADT7461 芯片位于 I²C 总线的设备地址,“monitor_adt7461”为设备名,regBase 为 I²C 控制器 1 的寄存器基地址,clkFreq 为 CPU 内部平台时钟频率,busSpeed 为 I²C 总线频率,polling 为 0 表示本驱动使用中断模式工作,polling 为 1 表示采用轮询模式。上述代码添加完成后,还需在资源配置文件的设备资源列表 hcfDeviceList[] 中添加 I²C 控制器设备资源信息。

```
#ifdef DRV_I2CBUS_FSL
{"fslI2c",0, VXB_BUSID_PLB, 0,i2c0Num, i2c0Resources },
#endif /* DRV_I2CBUS_FSL */
```

hwconf.c 文件修改完成后,更新 VxWorks 操作系统,重新加载驱动后通过调用 void vxBusShow(int verboseLevel)函数打印信息判断 I²C 总线驱动是否正确调用。另外,可调用 void vxbl2cBusShow(VXB_DEVICE_ID busCtrlID)函数实现对 I2C 总线地址 1 到地址 0x7f 所有设备的枚举,快速判断硬件链路是否正常。

3.2 设备驱动

I²C 总线驱动库为用户访问外部 I²C 设备提供了 vxbl2cDevWrite 与 vxbl2cDevRead 两个函数。

```
STATUS vxbl2cDevWrite(
    VXB_DEVICE_ID pDev, /* 设备信息 */
    UUINT32 startAddr, /* 设备起始地址 */
    UUINT8 * pDataBuf, /* 待写数据存放地址 */
```

```
UUINT32 length /* 数据长度 */
);
STATUS vxbl2cDevRead(
    VXB_DEVICE_ID pDev, /* 设备信息 */
    UUINT32 startAddr, /* 设备起始地址 */
    UUINT8 * pDataBuf, /* 待读数据存放地址 */
    UUINT32 length /* 数据长度 */
);
```

设备驱动中首先调用 vxblInstByNameFind(char *instName, int unit)函数获取 ADT7461 设备 ID 指针。

```
“vxblInstByNameFind(“monitor_adt7461”,0)”
```

函数返回值即为 ADT7461 芯片设备 ID 指针,将其作为参数调用 vxbl2cDevWrite 与 vxbl2cDevRead 两个函数,完成对设备驱动 API 的封装。调用设备驱动 API 即可对 ADT7461 芯片进行配置与控制。

1)void adt7461Chiplnit ()。该函数为芯片初始化函数,ADT7461 芯片为用户提供多种模式选择,在采集温度之前应首先确定 ADT7461 芯片的工作模式,例如总线速率、转换速率、温度量程等。ADT7461 芯片在上电复位后环境测量温度量程与远程通道测量温度量程初始值均为 0°C 到+127°C,但通过设置配置寄存器可以将 ADT7461 芯片切换到扩展模式下,此时温度量程为-55°C 到+150°C。切换温度量程后,有效测量结果在下一个测量周期输出。

2)char adt7461GetManulD(void)。该函数为读取芯片厂商 ID 函数,返回值即为读取到的 ADT7461 芯片厂商 ID;该函数一般用于验证总线通道能否正常通信。

3)int adt7461GetStatus()。该函数为读取芯片状态信息的函数,返回值即为读取到的 ADT7461 芯片状态信息。

4)STATUS adt7461ReadLoaclTemp(char * temp)。该函数为读取本地温度的函数。

5)STATUS adt7461ReadRemoteTemp(char * temp)。该函数为读取远程通道温度的函数。

6)int adt7461ChiploCtl(int cmdType,int cmdValue)。该函数可用于配置芯片各项参数。初始化函数确定芯片工作模式之后,后期需要可通过该函数实现模式的在线修改,如更改转换速率、电源模式、温度量程,设定高低温阈值等。

本文采用自行开发的 P2041 数据处理板对 ADT7461 温度监控驱动进行验证。上电后升温较快,当运行一段时间后,温度趋于稳定;为验证温度监控是否有效,取走 P2041 处理器的散热风扇,重新上电。此时采集的温度值迅速上升,当超出温度阈值时,正确送出告警信号,中断服务程序响应并输出警告信息。

4 结束语

本文对于 VxWorks 操作系统环境下其他温度监控模块的实现具有一定的参考意义。

参考文献

- [1]Philips Corporation.I²C Bus Specification Version 2.1[S].2000
- [2]何立民.I²C 总线应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1995
- [3]付月生,王丽.基于 VxBus 的驱动程序架构分析[J].计算技术与自动化,2012,31(2):98-102
- [4]袁迹,王建生,韩强.基于 I²C 总线的 CPU 温度监控系统[J].航空计算技术,2012,42(4):120-123
- [5]谭亮,李一平,任申真.基于 VxBus 模式的多串口卡驱动程序的设计[J].测控技术,2011,30(7):73-75

[收稿日期:2017.3.27]