

高可用 CompactPCI 平台在串口通信上的应用

师于杰^{1,2}

(1. 船舶系统工程部, 北京 100036; 2. 西安电子科技大学 软件学院, 陕西 西安 710071)

摘要: 为了获得高可靠和高带宽的通讯平台, 设计了 CompactPCI 高可靠平台。该平台可以对包括主系统板的所有插件提供冗余备份, 实现故障自动隔离, 备件自动连接, 可在不停机的情况下拔插系统板及其它插件。具有 99.999% 的高可靠性, 在现代通讯、航天、军事等领域具有广阔的应用前景。文中介绍了基于 VxWorks 实时操作系统下应用 CPCI 双机热备系统实现串口的高可用性的串口通信。

关键词: CompactPCI 总线; 高可用性; VxWorks; 串口通信

中图分类号: TN919

文献标识码: A

文章编号: 1005-3751(2006)04-0203-03

Application of a Redundant System Slot CompactPCI HA Platform on Serial Port Communication

SHI Yu-jie^{1,2}

(1. Systems Engineering Research Institute, Beijing 100036, China;

2. Software School, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: In order to get high availability (HA) and high bandwidth communication platform, design a redundant system slot CompactPCI HA platform. This platform supports redundancy and hotswap for all boards including the main CPU board. Failed board can be isolated and the standby one can be connected automatically, boards can be inserted and extracted without shutdown of the system. The peak up to 99.999 % availability can be achieved. It can be widely used in modern communication, aerospace, and military applications. This test introduced the serial port in the dual module hot spare computer under the real time operating system VxWorks.

Key words: CompactPCI; high availability; VxWorks; serial port communication

0 引言

随着信息经济时代对现代化通信的依赖越来越强, 人们迫切希望能有一个高带宽、高可靠性的通信平台。显然, 通信平台的停机会造成巨大的经济损失。在当前各种背板的发展过程中, 具有高总线带宽、独立于处理器、支持热插拔、坚固欧式机箱等特点的 CompactPCI 无源背板总线一支独秀地在嵌入式系统的应用中发展最快。虽然 CompactPCI 总线的诞生要比传统工业总线 VME 晚, 但从当今及其今后的发展来看, 背板总线的传统老大 VME 将会逐渐让位于 CompactPCI 总线^[1,2]。

在众多的数据通信平台中, 冗余系统槽 CompactPCI HA(High Availability)高可用平台可以提供较高的总线带宽, 高可用性可达 99.999% (相当于每年停机 5 分钟), 具有较高的性价比。该平台在现代数据通讯、各种对高可靠性、高可用性要求很高的军事、航天、工业控制等领域具有非常广阔的应用前景^[3]。

1 系统结构

文中应用的冗余系统槽 CompactPCI 高可用双机系统共有 8 个槽位, 其中有 2 个为系统板槽位, 其余 6 个 I/O 槽分为两段相对独立的 4 槽 CompactPCI I/O 域, 每个域都有自己的系统板, 每个域分属不同的 CompactPCI 总线。该系统可以提供冗余备份的系统板, 也可以提供备份的 I/O 板, 对 I/O 模板可以提供 2N 或 N+1 的冗余备份。

系统的机箱具有 2 个系统控制器槽位, 即第 4、5 插槽位, 可同时插 2 块系统单板, 构成具有高可用功能的双机系统。当 2 块系统单板同时工作时, 二者采用主备用关系 (Active/Standby)。主用系统单板 (Active) 用于控制整个系统工作, 备用系统单板 (Standby) 的作用是监控主用系统单板的工作, 当主用系统板出现故障时, 备用系统板升为主用以接替原主用系统板的功能, 从而保证整个系统继续可用。

除系统单板外, 整个系统内的资源可分为 2 部分:

* 一部分为双机共用资源, 主要是背板上的 485 电平外部串口;

* 另一部分为双机分别控制的资源, 主要是每个系统单板分别控制的 3 个 CPCI 槽位。

收稿日期: 2005-07-17

作者简介: 师于杰 (1981-), 男, 北京人, 硕士研究生, 研究方向为软件工程; 导师: 张帆, 硕士, 高工。

对于双机共用资源,通过软、硬件的设计,保证了系统工作在双机状态时只有主用系统板才能够获得这些设备的访问权,备用系统板无法访问这些设备;对于双机分别控制的资源,不受系统板主备用状态的限制,2个系统板无论处于主备用状态都可以访问自己控制的设备。

下面将对系统单板做简要介绍。

本系统板是符合 PICMG CompactPCI 总线规范、采用 PowerPC 8245 RISC 处理器的 3U 规格的系统处理卡。在标准的 160×100 的 PCB 板上它集成了包括处理器、闪存、动态内存、网络以及串行通讯口等功能模块,与此同时,由于具备高可用性支持的特殊设计,使得由以该单板为核心的本系统可以实现对双机切换的支持。而且该系统板具有低功耗、高性能、高可靠、高可用等设计特点,可以满足各类恶劣环境下实时应用系统的需求。系统单板的功能模块示意图如图 1 所示。

2 工作原理

为支持系统双机工作,在每个系统单板上必须实现特定的状态检测和状态迁移功能。包括主备状态判断和主用系统单板对双机共用资源的抢占,主备之间相互通知对方自身工作正常的消息传递,还有主备系统单板对方工作状态异常的判断和处理等。图 2 和图 3 详细描述了主备用系统板处理器初始化、诊断以及切换的工作流程。

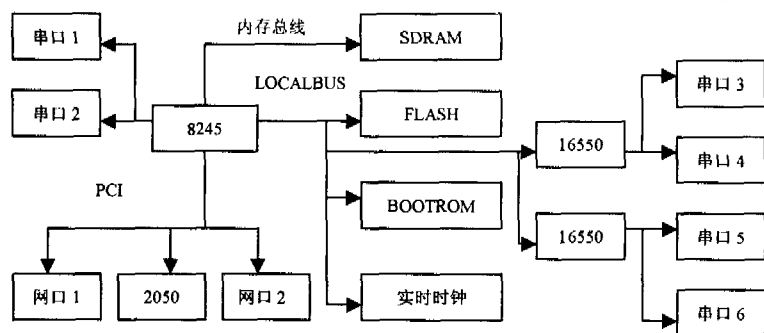


图 1 系统单板功能模块示意图

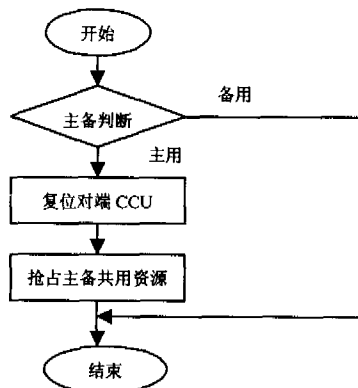


图 2 单板启动时的主备检测流程图

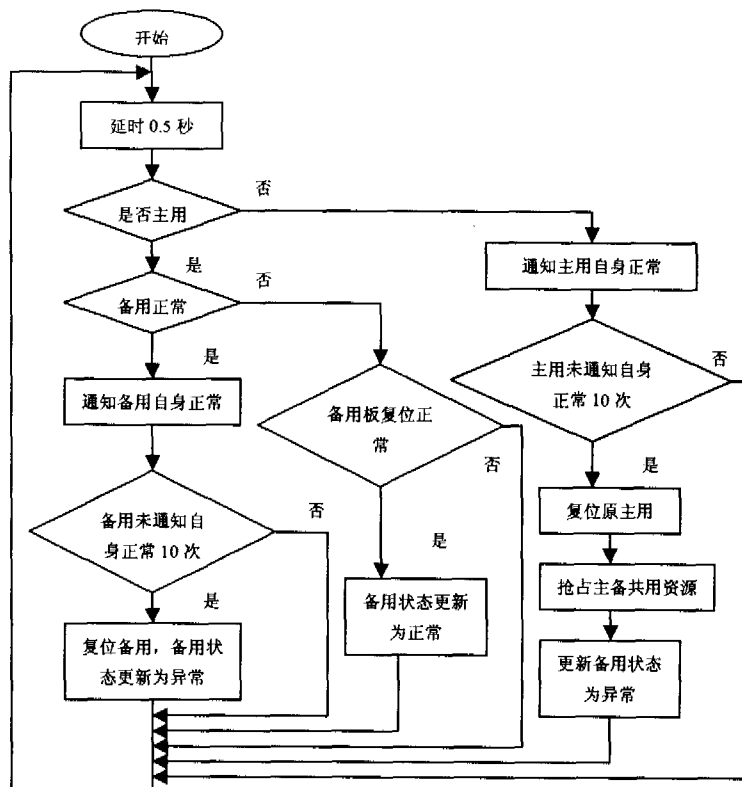


图 3 单板运行时的主备检测流程图

为实现该双机系统的双机诊断、切换支持等功能,硬件厂商还提供了一个提供完整的功能调用接口——高可用调用软件包 FTHAS。它以采用 elf 格式的目标文件 ha.o 提供给用户使用。在以下的应用中,便要将该文件链接到自身的应用程序目标文件中,在代码中通过外部声明的方式使用双机功能函数。主要用到的函数有:

```
void sysHaInit(void) ~ HA 初始化函数;
void sysResetAnotherSysSlot(void) ~ 复位对端系统单板函数;
UINT32 sysMasterCheck(void) ~ 获取本板主备用状态函数(返回 1 为主用,0 为备用);
UINT32 sysSlaveGoodCheck(void) ~ 获取备用板运行状态函数(返回 1 为运行正常,0 为未正常运行);
UNIT32 sysGetHaSlot(void) ~ 获取本板所插入的插槽号。
```

3 串口通讯应用试验

本次应用所使用的操作系统是风河公司(WindRiver)的 VxWorks,这是一个高效的多任务实时操作系统,系统在提供高效实时多任务的同时提供良好的伸缩性,即系统的主要部件都可以按照应用的要求进行添加或删减^[4]。

对该双机系统做了一些串口通讯方面的应用试验,以考查该系统的性能。在此应用中,测试方案是让系统单板做自我状态、对端单板状态的检测,再将检测结果以字符串的形式从系统背板上的一个主备共用的扩展串口输出,再在另一台计算机上显示出来。过程是首先修改了其系

统配置文件 usrConfig.c 中的相关内容,然后再修改系统串口初始化程序 sysSerial.c 中的相关内容^[5]。具体是应用系统提供的高可用调用软件包 FTHAS 中的用户函数,编制测试程序,判断、输出结果:

```
/* sysSerial.c - MPC 8245/8241 Duart device initialization */
```

```
.....
```

```
ULONG g_ulSysHaDemo = 0;
```

```
void sysHaDemoStart(void)
```

```
{
```

```
char acData[128]; /* 待发送的字符串数组 */
```

```
g_ulSysHaDemo = 1;
```

```
while (g_ulSysHaDemo != 0)
```

```
{
```

```
taskDelay(50);
```

```
if (sysMasterCheck() == 1) /* 检
```

查本板是否为主板,若本板为主板,再根据备板的情况将相应的字符串写入待发送的字符串数组中去 */

```
{
```

```
if (sysSlaveGoodCheck() == 1)
```

```
sprintf(acData, "\r\nI'm mas-
```

```
ter, and My slot number is %u\r\n\r\n
```

```
The slave is good. \n", sysGetHaSlot
```

```
(());
```

```
else
```

```
sprintf(acData, "\r\nI'm mas-
```

```
ter, and My slot number is %u\r\n\r\n
```

```
The slave is not good. \n", sysGetHaSlot(());
```

```
extcompollout(6, acData); /* 在扩展串口中输出字符串 */
```

```
}
```

```
}
```

```
void sysHaDemoStop(void)
```

```
{
```

```
g_ulSysHaDemo = 0;
```

```
}
```

试验前,先将修改后的程序保存、编译,分别下载到2块系统单板上。再分别启动每块单板的串口调试窗口和计算机接收系统发送的串口信息的窗口,开始试验。

系统上电后,2块系统单板同时启动,根据初始化设置,4号插槽上的系统单板(以下简称4号板)为主板,5号插槽上的系统单板(以下简称5号板)为备板,根据图2的单板启动时的主备检测流程图,当4号板判断自身为主板后,复位5号板。这时,4号板从自己控制下背板上的扩展串口向计算机发送系统状态信息,此时的5号板仍处于启动阶段,还未达到正常状态。

当5号板启动、初始化完毕,进入正常模式,整个系统进入正常双机冗余模式,计算机接收串口发送的状态信息。

接下来,模拟主板出现故障的情况,这里所采用的方式是直接触动系统单板上的 RST 复位键,使本板复位。这时,备板监听到主板异常的情况(通过监听主板的心跳报文来实现),立即将自己升为主用板,并复位4号板。计算机接收到的串口发送状态信息显示如图4所示。按现在的系统设计,这个切换时间(从4号板复位到5号板升为主板)大约需要5秒钟左右时间。

当4号板初始化完毕后,整个系统又进入正常双机冗余模式,此时计算机接收串口发送的状态信息。此时主板是5号板,备板是4号板。

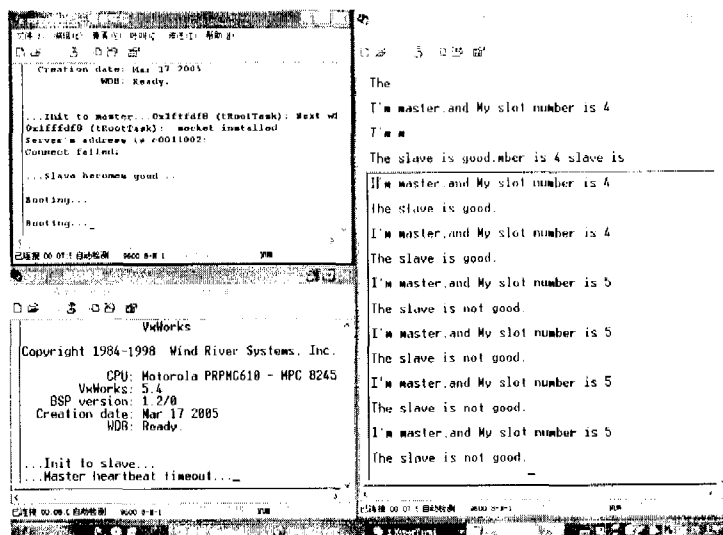


图4 串口发送状态信息显示

4 总 结

文中所使用的 CompactPCI 系统支持双主系统槽热切换,可提供比较理想的峰值带宽,满足 99.999% 的高可用性要求,在航空航天、军事、工业等有高可用系统要求的领域有着广阔的应用前景。本次着重测试了高可用下通讯的效果,试验证明,在双机冗余的情况下,一旦一块系统板卡出现故障,系统能迅速地启动备板,保证通讯的正常进行。

参考文献:

- [1] CompactPCI Specification PICMG2.0 D3.0[S]. 1999-9-24.
- [2] CompactPCI Hot Swap Specification PICMG2.1 R1.0[S]. 1998-05-14.
- [3] 宋克柱,杨小军,王砚方. 冗余系统槽 CompactPCI 高可靠平台[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(8): 1-3.
- [4] 陈智育,温彦军,陈 琪. VxWorks 程序开发实践[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.
- [5] 李方敏. VxWorks 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.