

基于层次式并行处理机制的分布式实时测控系统

张颖 杨乔林 (中国科学院计算技术所 100080)

方安祥 (北京科技大学计算机系 100083)

摘要:本文介绍了为均衡系统中由单片机组成的那些节点在通信控制、系统管理及用户应用程序等三个方面的时空开销而采取的一种层次式并行处理机制。

关键词:单片机 并行处理 分布式系统

一、引言

单片机在测控系统、智能仪表、机电一体化产品等各方面应用日趋普及,其应用形态有单机应用系统、多机应用系统等等。做为多机应用系统,采用单片机构成分布式测控系统受到了普遍重视和越来越多的应用。分布式测控系统是由各个处理机通过标准通信介质互连而成的松散耦合的系统,各处理机驻留的分布实时进程采用信件传递模型交换信息,共同协作完成系统的测控任务。

考虑到实时性的要求和单片机的负荷情况,本系统采用了层次式并行处理机制,为用户应用程序在时间、空间上都留有尽量大的余地,以提高应用系统的性能。

二、系统基本构成

本系统采用令牌总线型的介质访问控制方式。以MCS-51系列单片机做为节点,构成测控计算机网。系统中有如下两类节点:一种是单片机构成的监测控制机节点;另一种是单片机构成的微机接口节点,用以连接微型计算机,增强系统的处理能力。

系统构成示于图1。

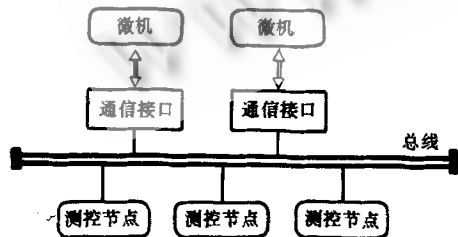


图1 系统基本构成

如果通信、实时多任务操作系统和应用程序只在唯一的CPU上以各种方式顺序执行,特别是通信软件,优先级高、在采用令牌总线方式时通信软件复杂、有较大时空开销,会使应用程序CPU的占有时间极为有限,甚至很难占用CPU,从而不能满足实时测控的要求。因此,我们提出了一种层次式并行处理机制来解决这个问题。

三、层次式并行处理机制

在本系统中,每个测控机节点都必须支持通信、实时多任务操作系统及应用程序的安装与运行,并必须满足一定的实时性要求。这对一个单片机的处理能力而言是完全超载的,势必影响系统性能。

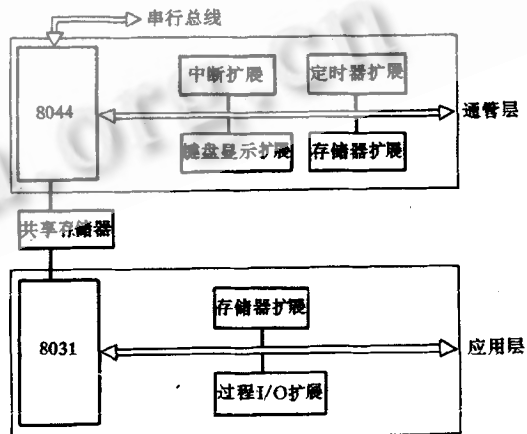


图2 测控节点的层次式并行处理结构

因而,在此提出层次式并行处理机制用以减轻单片机负荷,给用户留有尽量大的时空余量,以提高实时处理能力。这种机制的原理是将一个单片机所要实现的通信、实时多任务操作系统和应用程序执行三部分功能分

别由三个并行的控制处理部件分担,从而缓解过多处理对单个单片机造成超负荷的压力。

图2给出了系统测控节点的并行处理结构。图中的8044与8031是Intel公司的MCS-51系列产品,通信层与应用程序层通过共享存储器结合在一起,形成两个单片机的紧密耦合系统。

1. 硬件构成

系统的硬件构成详见图2。

(1) 通信层。通信层(即通信和管理层)主要承担通信和实时多任务操作系统的大部分功能,由一片8044实现。8044是在8051的基础上发展起来的增强型单片机,它具有双控制器的硬件结构,即8051的内核与串行接口部件SIU,二者的信息交换是通过共享双端口RAM来实现的(见图3)。



图3 8044的双控制器结构

图3中的SIU是一个智能化的串行接口部件,在不需8051的内核干预的情况下,它也可完成时钟恢复NRZI的处理、零位插入和删除,以及进行帧的装拆、地址识别、CRC的产生与校验以及顺序计数的产生与校验等等。在本系统中以此实现分布式系统中各节点间的通信,用8051内核来实现部分协议及实时多任务操作系统,从而实现了通信和实时多任务操作系统的一定程度的并行执行。

在这一层的硬件设计上,除了扩展通信软件与实时多任务操作系统所需的程序存储器与数据存储器外,还要扩展供用户使用的中断及定时器、作为简单人机界面的键盘与显示器、以及通信驱动、中继、总线侦听等等。

(2) 应用层。应用层的处理机是8031,它基本用于用户应用程序的运行,因而在硬件设计上,需考虑的是用户应用程序所需的程序存储器、数据储存器的扩展以及过程I/O的扩展等等。

采取了上述的硬件结构就可以支持通信、实时多任务操作系统和应用程序三者在一程度上的并行执行。

2. 软件构成

通信层与应用层的信息交换是由通信层的节点内通信任务与应用层的节点内通信中断处理程序共同完成的

(见图4)。

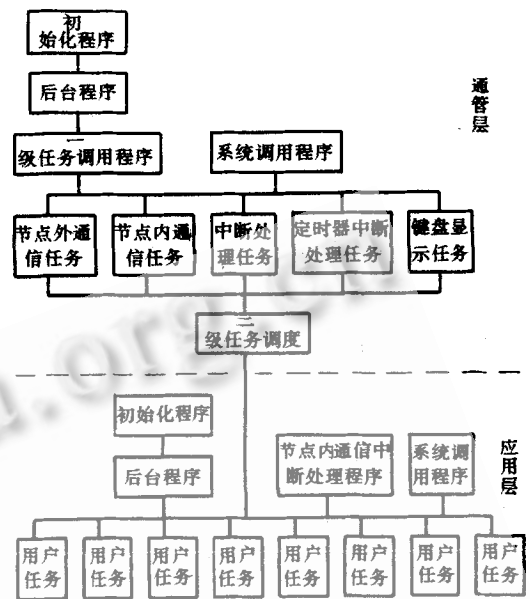


图4 软件设计方案

(1) 通信层。通信层承担系统通信控制及实时多任务操作系统的执行。

因而在这一层中,我们设计了两级任务调度。第一级调度用于管理通信管理层中的五个系统任务:节点外通信任务、节点内通信任务、中断处理任务、定时器中断处理任务及键盘显示任务,采用优先数调度策略;第二级调度用以管理应用层的8个用户任务,采用优先数F1F0及事前调度相结合的策略。这两级调度均支持抢占式算法。

节点外通信任务作为第一级调度中优先数最高的任务,实现本节点与外节点间的资源共享,实现802.4协议的一个子集(利用SDLC帧格式中的信息段构造,并摒弃其控制段信息),实现逻辑环的建立,正常运行与维护。各任务间的通信(包括应用层中8个用户任务)采用邮政信箱加P.V信号量的方式实现。

中断的处理是实时多任务操作系统中的重要部分,它直接影响到实时多任务操作系统的性能,中断处理任务与定时器中断处理任务用作系统的中断管理机构。将它置于通信和管理层,一方面是因它与任务调度直接相关;另一方面可与应用层的应用程序并行处理。

(2) 应用层。应用层承担用户应用程序的执行。

总管层产生的调度信息与数据传送等经共享存储器到达应用层。应用层与通信和管理层中实时多任务操作系统的接口是应用层中为用户提供的一系列调用。

用户任务的通信机制共有两类,一类是与本节点内的各用户任务间的通信;另一类是与其他节点的任务通信。前者与后者分别通过调用应用层系统调用的节点内消息传送与节点外消息传送来实现。如果是节点外消息传送,则将消息送至共享存储器,到达通信和管理层,再由节点外通信任务发送出去。

四、系统软硬件功能分担

系统的总体结构方案可抽象为如下简图,图中存在六个界面,表明了该系统软、硬件的功能分担情况。

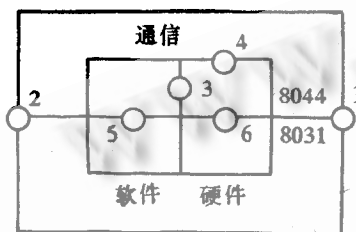


图5 系统总体结构方案抽象简图

1. 界面① — 用户硬件与系统硬件之间的界面

该界面主要解决系统为用户生产过程控制提供的硬件支持。包括 A/D、D/A 转换、定时器/计数器、中断源、开关量的输入输出、串行口、键盘显示器、存储器等。

2. 界面② — 应用软件与系统内核之间的界面

该界面支持系统提供对用户应用程序的支持,系统将支持各测控节点上的用户任务并划分各任务的子任务、为用户提供十一个系统调用以及为用户提供过程控制之用的实用子程序库,总之,这个界面实现了整个系统的软件体系。

3. 界面③ — 测控节点内软硬件之间的界面

软硬件界面主要涉及测控节点软硬件功能分担及其实现,原则是硬件结构结合软件方案一齐考虑。在保证整个系统实时性要求的条件下,软件能实现的功能尽量由软件来实现,以简化硬件结构,并增强系统灵活性,提高系统可靠性,降低系统成本。

4. 界面④ — 通信界面

这个界面应是对用户透明的界面。其功能是由 8044 的 SIU 及 8044 上的系统时间任务 Task0 完成的,与 8031 无关。由于系统采用令牌总线介质访问控制方式,实时多任务操作系统的通信任务 Task0 要支持下列功能:逻辑环网的建立和维护;异常故障的处理及其任务间的通信。

5. 界面⑤ — 8031 与 8044 CPU 间的软件界面

该界面体现 8031 与 8044 之间的信息交换。这些要交换的信息有:8044 对 8031 用户任务的调度信息;本节点用户任务与其他节点用户任务要交换的数据在 8031 与 8044 间的往返;远程访问控制任务 RAC 从 8044 调入 8031 运行;从 8031 传到 8044 的显示信息。该界面是由 8044 的节点内通信任务及 8031 上两个中断处理程序及系统调用实现的。

6. 界面⑥ — 8031 与 8044 间的硬件界面

在 8031 与 8044 间的硬件界面中,包含二个中断,8031 和 8044 分别有一个;一个 2K 的共享 RAM,它与 8031 的 64K 数据存储单元统一编址,也与 8044 的 16K 的数据存储器统一编址及其一套读写仲裁机构。

五、结束语

本系统目标在于使用廉价的单片机构成支持分布式实时测控系统的具有较好的性能、价格比的控制网络系统。采用三层并行结构增强了系统的实时能力。充分利用 8044 的功能构成通信和管理层,以共享存储器方式与应用层单片机共同构成一个节点。根据实际系统也可以采用其他系列单片机构成应用层,而无需对总管层结构进行重大修改,因此系统具有较大灵活性。

参考文献

- [1] MCS-51、96 系列单片机原理及应用,孙涵芳,徐爱卿,北京航空航天大学出版社
- [2] A. K. SOOD, S. AKHTAR and K. Y. SRINIVASAN, An Extended Token Bus Protocol for Embedded Networks, Computer & Electrical engineering, Vol.14, No. 314, 1993
- [3] Draft IEEE Standard 802.4 Token - Passing Access Method and Physical Layer Specifications, Draft E July 1983

(来稿时间:1997年1月)