

文章编号: 1001-0645(2002)02-0205-04

# VxWorks 系统上基于 M 总线控制系统的设计与实现

徐 健, 梁允荣, 刘艳梅

(北京理工大学 计算机科学与工程系, 北京 100081)

**摘 要:** 研究基于 VxWorks 嵌入式实时系统下 M 总线控制系统的软件设计思想和实现方法。该系统需要设置两个各自独立运行的实时任务, 以达到对外部设备进行控制的功能。第 1 个任务负责收集命令和通过传感器采集到的数据, 并设定命令优先级; 第 2 个任务负责解释执行, 并发送命令执行后的响应, 两个任务之间通过命令缓存链表进行通信。此设计思想简单、高效, 可以被广泛应用在与 M 总线相关的其他控制系统中。

**关键词:** M 总线; 现场总线; VxWorks; 传感器

**中图分类号:** TP 391.8 **文献标识码:** A

## Design and Implementation of M Bus Control System Based on the VxWorks System

XU Jian, LIANG Yun-rong, LIU Yan-mei

(Dept. of Computer Science and Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Proposes a new software designing idea and method of implementation for M bus control system based on VxWorks embedded real-time systems. In order to realize the function of controlling the device, two real-time tasks are set. The one gathers the command and the data collected by sensor, and set the priority; the other runs the command and feeds back the result to the device that needs the result. They communicate by a command buffer link between them. The method used in this paper is simple and highly efficient and can be used in other kinds of control systems related with the M bus system.

**Key words:** M bus; field bus; VxWorks; sensor

随着控制、计算机、通信、网络等技术及智能传感技术的发展, 信息交换沟通的领域正在迅速覆盖从工厂的现场设备到控制、管理的各个层次。信息技术的飞速发展, 引起了自动化系统结构的变革, 逐步形成以网络集成自动化系统为基础的企业信息系统。现场总线(field bus)就是顺应这一形势发展起来的新技术。现场总线是应用在生产现场, 在微机化测量控制设备之间实现双向串行多节点数字通信的

系统, 也被称为开放式、数字化、多点通信的底层控制网络<sup>[1]</sup>。这在制造业、流程工业、交通、楼宇等方面的自动化系统中具有广泛的应用前景。

自 20 世纪 80 年代末以来, 有几种现场总线技术已逐渐形成并在一些特定的应用领域显示了自己的优势。这些现场总线包括: 基金会现场总线(foundation field bus)、LonWorks 现场总线、PROFIBUS 现场总线、CAN(control area network)

收稿日期: 2001-08-29

基金项目: 国防预研项目。

作者简介: 徐 健(1976-), 男, 硕士生; 梁允荣(1939-), 女, 教授。

总线以及 HART (highway addressable remote transducer) 总线。作者介绍一种应用于车辆设备控制的现场总线技术 M 总线, 重点研究 M 总线系统控制部分的软件实现。

## 1 M 总线简介

M 总线是一种具有高度集成化、容错性的现场总线技术, 能够为多个使用普通单通道传输媒质的远程模块提供两种串行数据接口。这两路数据接口可以同时进行传输和监控, 可以实现命令/响应串行通信、直接输入/输出控制等功能。内置的自我检测、关键逻辑冗余和协议鲁棒等特性使 M 总线非常适用于那些需要可靠载人的应用。每一个处于中心位置的 M 总线控制器可以控制 64 个远程模块, 而每一个远程模块又可以控制 32 个外部设备<sup>[2]</sup>。数据传输率最大可以达到 2.0 Mbit/s。另外, M 总线还具有对于恶劣环境的抵御能力, 芯片可以在  $-40 \sim 85^{\circ}\text{C}$  之间正常工作。M 总线共有 4 种工作模式: PIM (processor interface mode) 模式、RSM (remote switch mode) 模式、DIM (data input mode) 模式、DOM (data output mode) 模式。

PIM 模式是 M 总线作为总线控制器 (bus

controller) 的工作模式。在这种模式下, M 总线可以通过数据、地址和控制线直接连接到 16/32 位微处理器、微控制器或状态机。它能够向处理器写入或从处理器读出 16 位或 32 位字长的数据。在 PIM 模式下, M 总线控制着所有远程模块的初始化以及它们之间的通信。

被设置为 RSM 模式的 M 总线通常被用于控制数字输出设备, 每个 RSM 模块最多可以控制 32 个外部设备, 这些输出设备包括电源切换装置、数字控制装置、电机等。芯片内的 5 位输出地址可寻址 32 个外部 2 位数据字, 这些数据可以作为对总线控制器命令的响应从远程模块传回总线控制器。

DIM 模式与 RSM 模式有些类似, 但它的 5 位地址总线可寻址的 32 个数据字是 16 位的。这种模式可以直接从远程模拟/数字传感器、远程存储器或处理器中获取数据。另外, 当远程模块被设为 DOM 模式时, DIM 模式的功能会被自动加入。

DOM 模式用作从总线控制器向远程模块发布命令, 可以接收命令的外部设备包括各种数/模转换器、电源控制器、远程存储器或处理器。

图 1 表示了 M 总线控制器与远程模块的接口示例。

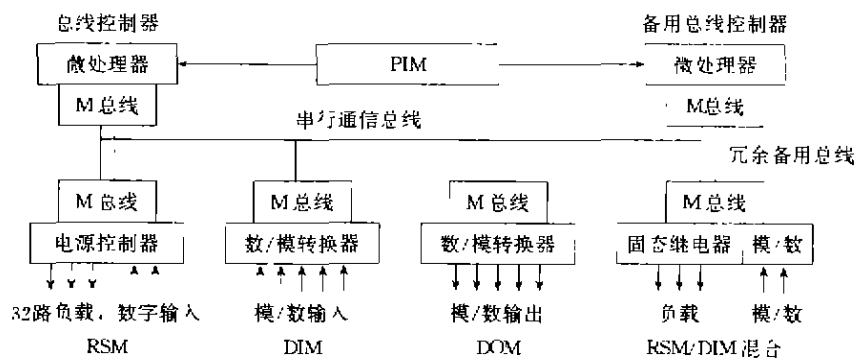


图1 M 总线远程模块接口示例

Fig. 1 MIC bus remote module interface — example

## 2 VxWorks 系统及其开发环境

VxWorks 是美国 WindRiver 公司于 1983 年设计开发的一种嵌入式实时操作系统 (RTOS), 是目前世界上用户数量最大的实时操作系统<sup>[3]</sup>。它以其良好的持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境, 在嵌入式实时操作系统领域占据了一席之地。VxWorks 为程序员提供了高效的实时任务

调度、中断管理, 实时的系统资源以及实时的任务间通信。应用程序员可以将尽可能多的精力放在应用程序本身, 而不必再去关心系统资源的管理, 它已被广泛应用在航空、航天、医疗等关键领域。

作为一种功能强大而且比较复杂的操作系统, 仅仅依靠人工编程调试很难发挥它的功能, 必须要有与之相适应的开发工具。Tornado 就是为开发 VxWorks 应用系统提供的集成开发环境。在开发过程中, 可以通过 Tornado 中包含的工程管理软件,

将自己的代码与 VxWorks 的核心有效地组合起来。图 2 表明了 Tornado 开发环境的基本模型<sup>[4]</sup>。

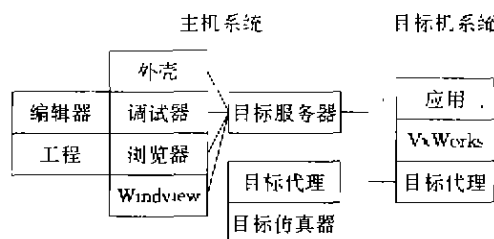


图2 Tornado 集成开发环境

Fig. 2 Tornado integrated development environment

主机与目标机之间的通信是通过运行各自处理器上的代理进程来完成的,使主机上的开发工具和目标机的操作系统可以完全脱离相互连接的方式。另外,Tornado 还提供了友好的可视化开发界面、交叉编译环境、源码级调试工具、目标机命令解释器和目标机状态监视器等多种应用工具,为应用软件开发提供了一个高效而可靠的平台。

### 3 M 总线控制系统的软件设计与实现

在控制系统中,传感器的作用相当于人的五官,自动化的程度愈高,系统对传感器的依赖性越大。传感器对系统的功能起决定性作用。作为一种现场总线,M 总线的一个重要任务就是使各种传感器定期采集某些外部设备的数据,并将这些采集到的数据经过模/数转换输入到系统内部,供系统使用和处理。本系统中所要涉及的传感器包括:油量传感器、发动机水温传感器、火警传感器、发动机油温传感器、发动机油压力传感器、空气滤负压报警传感器。作者以发动机油温传感器为例,阐述 M 总线控制软件的设计思想。

与通常软件设计方法相同,M 总线控制系统也需要一个主程序,它的主程序如下所示:

```
M_BusMain()
{
    ModuleInit();
    taskSpawn ("RecCommand", 200, 0,
        2000, (FUNCPTR)RecCommand, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0);
    taskSpawn ("ExeCommand", 100, 0,
        2000, (FUNCPTR)ExeCommand, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0);
}
```

可以看到,主程序所要做的工作简单明了,除了对 M 总线各个模块进行初始化之外,就是要利用系统所提供的 taskSpawn 函数产生两个任务<sup>[5]</sup>。一个是接收命令,另一个是执行命令。在 VxWorks 系统中,任务(task)处于十分重要的地位。VxWorks 系统中的任务,类似于其他系统中的进程(process),这些任务拥有自己的文本段,并且可以共享系统中的许多资源。VxWorks 的实时内核为开发者提供了最基本的多任务环境,为应用程序控制和响应离散的事件创造了条件。这两个任务各自所从事的工作如图 3 所示。

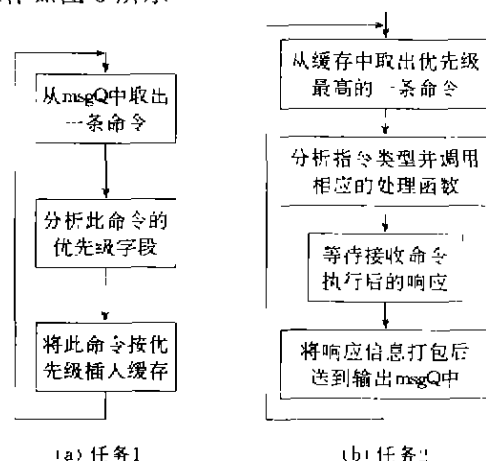


图3 两个核心任务的流程

Fig. 3 Flow chart for the two key tasks

第1个任务首先要从一个消息队列中取出外部传入的命令或传感器采集到的外部设备的数据。这个消息队列是 M 总线内部与外部的接口,所有的外部命令都要通过这个消息队列才能传入 M 总线的处理器内部。对当前油温信息数据的采集命令是由系统定期自动执行的,被采集到的数据会被 M 总线封装成固定的命令字格式。任务1取出命令后,先要根据一定的数据格式对这条命令的优先级进行分析,并将命令按照分析后得到的优先级存放到一个内部的命令缓存链表中,等待被第2个任务提取、执行。任务1完成以上任务后将返回任务的开始部分,提取下一条待执行的命令,只要消息队列不为空,或者系统分配给它的时间片没有用完,这个任务就会不停地工作。

第2个任务首先要从内部的命令缓存链表中取出当前优先级最高的一条命令,然后根据命令格式调用一个分析函数,以提取命令类型,随后调用相应

的处理函数对命令进行处理,并将处理后得到的指令响应打包发往输出队列。对于传感器采集型的数据信息,输出队列中的结果会被发送到显控装置。如果油温传感器采集到的油温过高,显控装置上的油温报警灯就会不停的闪烁,提醒操作员采取相应措施;对于其他类型的指令,输出队列中的结果会被发送到相应的接收设备,并被使用。同第 1 个任务一样,只要缓存链表不为空,或者分配给它的时间片没有用完,它就会不停地工作。

命令缓存链表在整个系统中的地位非常重要,从操作系统的观点看,命令缓存列表属于临界资源,因此在对其进行插入或提取操作时,需要使用信号量这样的互斥同步机制,以保证对链表的正确操作。另外,由于通过消息队列传入的命令优先级各不相同,有些命令需要立即执行,而有些则可以在经过一段时间后再被执行。例如,与传感器数据字命令的优先级相比,系统会为继电器掉电、报警器失灵等故障处理提供更高的优先级。如果没有这个命令缓存链表,执行命令只要从输入的消息队列获得一条命令,就会立即将它投入运行,在等待命令响应的过程中,具有更高优先级的命令只能在消息队列中等待。而通过这个命令缓存链表,接收任务可以先将接受到的命令按照优先级放入链表,执行任务时,每次从链表中取出的都是当前优先级最高的任务。

另外需要指出的是,这里将执行任务的优先级设置得比接收任务的要高,taskSpawn()函数的第 2 个参数负责为所构造的任务分配优先级,这个数字越小,任务的优先级越大。这样设置是考虑到让执行任务尽可能多地执行所传入的命令,否则,有可能出现接收任务不停地接收命令,但是执行任务由于优先级不够高,每次只能执行少数命令后就被接收任

务所强占的现象,使命令缓冲链表中所堆积的命令越来越多,系统效率低下。

## 4 结 论

通过 M 总线实现对外部设备的控制,是车辆综合电子化的一个重要组成部分,采用以上设计思想,经过在 VxWorks 系统上的编码、调试,成功地实现了对于车辆外部模拟/数字设备的控制功能,这一技术的实现对于全面实现车辆综合电子化具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.  
Yan Xianhui. The application of field bus technology [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999. (in Chinese)
- [2] Vetrionix Research Corporation. M bus controller reference manual[M]. Santa Barbara, CA: Vetrionix Research Corporation, 1999.
- [3] 张万升,邢 涛,刘尉悦. 基于 VxWorks 的多 DSP 系统的多任务程序设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2001(6):9-11.  
Zhang Wansheng, Xing Tao, Liu Wenyue. The design of multi task program base on multi DSP system at VxWorks system[J]. Microcontrollers & Embedded Systems, 2001(6):9-11. (in Chinese)
- [4] WindRiver System Inc.. Tornado User's Guide[M]. Alameda, CA: WindRiver System Inc., 1999.
- [5] WindRiver System Inc. VxWorks programmers' Guide[M]. Alameda, CA: WindRiver System Inc., 1999.