实时多任务操作系统环境下单片机实时系统的开发与实现

张树军 裘正定

北方交通大学信息所(100044)

【摘要】本文将iRMX51实时多任务操作系统中的核心程序iDCX51移置到8031单片机上，并且在iDCX51的基础上，增加了键盘管理程序和多机通信程序，省去了在设计实时单片机系统时对实时性的过多考虑。

关键字 单片机 实时多任务操作系统 iDX51核心程序

一、引 言

在实时多任务操作系统环境下开发和实现实时系统，可以减轻设计人员对于实时性方面的过多考虑，增强系统的可靠性和稳定性，并且可以大大提高开发速度，更能充分利用单片机的有限资源。

MCS-51系列单片机是近年应用比较广泛的单片机，它在应用上也向着实时多任务处理，多机系统，高级语言固件应用方面发展。本文将INTEL公司应用于8044单片机上的iRMX51实时多任务操作系统中的核心程序iDCX51移置到8031单片机上[1]，并且在iDCX51的基础上，增加了键盘管理程序和多机通信程序，经过配置的iDCX51核心程序（本文简称为iROS31操作系统），可以在基本8031硬件配置下运行。

iDCX51是BITBUS分布式系统中的核心软件。它运行于高性能的8位MCS-51系列单片机环境中，能够提供所有实时多任务控制所需要的管理功能，其中包括多级控制功能。从某种意义上讲，iDCX51核心程序是一个分布式实时多任务操作系统，它实现了各单片机高度自主能力和对外部事件的实时响应能力，使其更具有智能性。由于有iDCX51这样的实时内核负责处理中断、任务间通信和调用实用程序，用户可以集中精力设计自己的应用软件，从而避免了在处理复杂实时多任务系统设计时遇到的实时要求问题和过于庞大的系统软件设计问题。因此利用iDCX51设计实时多任务系统具有快速、模块化的特点，缩短了用户开发应用软件的周期。

二、硬件环境和iROS31总体结构

硬件环境包括：8031单片机，8K ROM，8K RAM，6个数码管显示器，16个键盘（10个数字键，6个功能键）。

iROS31操作系统由三部分组成：iDCX51核心程序，键盘管理程序，通信程序。

iDCX51核心程序是系统管理程序，它的特点是能够实时地对外部发生的事件进行处理，允许多个任务在单处理器上运行（最

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

多为7个任务）。基本功能有对任务调度及任务间通信的管理、对8031存储器的管理以及辅助完成大量与系统有关操作的系统调用等。

键盘管理程序在iDCX51管理下采用中断方式随时可以进行人机对话。除了设置实时时钟的键不能由用户设置外，用户在iROS31初始化程序中对其余的键设定键值。iROS31根据不同的键值转移到用户程序中。这样用户可以灵活地根据自己的目标系统配置键盘。

考虑到iDCX51应用在BITBUS系统中多机通信的特点[2]，我们为其配置了通信程序，用户可以根据需要选用。如果单机工作，可以将8031串口作为普通I/O口使用，并且可以在iROS31的基础上增加一个任务。如果为多机工作方式，用户可以不必编写通信软件，只要向数据发送缓冲区填充所要发送的数据即可。

以上程序都以任务的方式与iDCX51相结合，出现在iROS31中。

主从机软件中驻留有iDCX51核心程序，负责整体软件的中断管理、任务管理和时间管理。iDCX51负责四个任务的管理和运行。这四个任务是：通信管理任务，信息分析任务，功能实现任务和中断管理任务。其中前三个任务为信息事件激活任务，后一个为中断事件激活任务。这四个任务都通过系统调用RQ$WAIT实现同步，等待事件激活。任务之间传递的信息采用DCX51信息格式，信息的传递通过系统调用RQ$SEND$MESSAGE实现。

这四个任务各自响应不同事件的到来，实现不同的功能。但它们互有联系，都在iDCX51协调管理下实现系统对外部事件的响应和各种功能的实现。

通信管理任务负责主机和从机间的通信管理，是主从机间联系的桥梁。在通信管理任务中，使用系统调用RQ$WAIT等待信息事件激活，这一事件可能来自于串口中断，TI中断，或系统的其它任务。

中断管理任务负责串口中断和T1中断的响应和处理。串口中断在通信软件一节中加以介绍，下面介绍定时器中断服务程序。

定时器中断服务程序一方面以10ms一次中断为单位对系统时钟进行修改，负责键盘的扫描，并且负责对事件排队表的处理。另一方面，对通信管理任务中的接收信息或发送信息进行时间监视，负责超时处理。工作过程是这样的：当T1计数器10ms中断被中断管理任务收到后，转而进行中断处理，进入T1中断服务程序。这时对系统时钟进行修改，同时扫描一次键盘，判断是否有键按下，并且对时间监视单元进行累加，一旦超时便使通信管理任务进入运行状态，进行超时处理。

信息分析任务一是负责对主机发来的控制信息进行分析，然后交给功能实现任务进行处理；二是对本地发生的事件进行分析（比如对功能键进行分析），转而激活功能实现任务进行相应处理。

功能实现任务负责主从机各种功能的实现。在铁路调度电话巡测系统中实现定时巡测，随机巡测和系统定时等，并驱动输出设备对结果显示，输出打印。图1示出了四种任务间的关系以及控制走向。

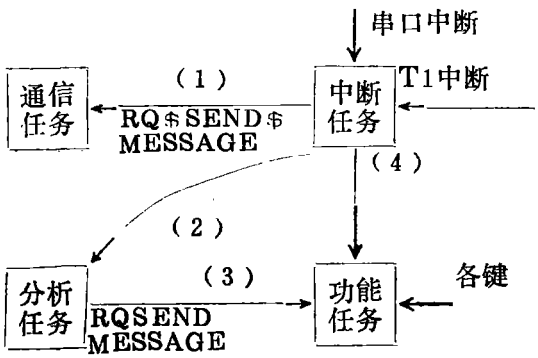

图1　主从机各任务间的转换以及走向

说明：

（1）当中断管理任务检测到串口中

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

断后，或T1中断积累的时间超过了通信管理任务中设置的接收或发送的时限时，激活通信管理任务；

（2）当串口接收到的数据信息（事件特征）正确后，激活分析任务，对收到的信息进行分析；

（3）经过分析的数据产生出特定的、与输入事件相符的控制信息，并通过功能任务实现之。或是键盘信息来激活功能任务；

（4）系统每10ms一次对键盘和事件排队表进行查询，当在T1中断服务程序中积累的时间为10ms时，激活功能实现任务，扫描键盘有无键按下，同时修改系统时钟。

三、通信软件的设计

主从机之间每进行一次完整的通信（即传送一个信息包）都要满足一定的通信规程。我们参考HDLC/SDLC通信规程和BITBUS通信规程，利用8031多机通信的特点，提出了适用于多单片机通信的通信规程，并在iDCX51软件环境下予以实现。实现的方法就是将多机间的通信作为iDCX51下的一个任务，对通信进行管理，起到后台管理的作用，通信的前台具体实现是利用8031的串口通信功能。

此通信规程适用于主从机串行通信，其通信格式采用帧格式。由于8031每一次串口中断只进行一个字节的信息交换，因此有必要设计出性能完善、效率高的串口中断服务程序。为防止信息误传和死机现象的发生，本通信规程设计出错误效验的方法，即首先判断一次信息包传递的信息长度是否与发送的信息长度一致。其次用累加和来判断，即发端数据信息的累加和应等于收端数据信息的累加和。如果不相等，则要求对方重发。第三，为完善本通信规程，在DCX51下建立了一个时间管理任务，即在通信期间，随时都对接收或发送的时间进行超时检查，一旦接收或发送超时，则时间管理任务发出一信息事件，激活通信管理任务，进行超时处理，使通信又从原始状态重新开始。利用这种方法防止死机现象的发生，避免了整机复位给系统带来的信息丢失、失控等不良后果。

本通信规程采用的帧格式与HDLC相似，即由：地址段、控制段、信息段、校验段组成。地址段为从机的地址。控制段为主从机进行“握手”的控制信号。信息段为主从机间传递的信息。校验段为校验和信息。

由此可见，主从机间串口通信包括数据信息和控制信息的通信。主从机通过对信息来源和控制信息的判断，对不同的命令进行不同的处理。下面对本文设计的控制信息的格式及意义作一介绍。主机向从机发送的信息由控制信息和从机地址组成。当控制信息为0001 B时，（格式为[0001|从机地址]）表示主机查询从机是否有信息要向主机发送。0010表示主机请求向从机发送信息。1010表示主机接收从机的信息有错或超时，向从机发重发信息。1110表示主机准备好接收从机发来的信息；从机接收到主机发送来的信息后，要向主机发送应答信息。本通信规程规定，当主机接收到的信息其低四位为F时，表示从机对主机的应答。应答内容与主机发来的控制信息相对应（格式为[应答信息| 1111]）。当应答信息为0010时，表示从机对主机请求发送的正常应答。1010表示从机接收信息有错，请主机重发。1110表示从机准备接收主机发送的信息。

针对8031单片机多机通信的功能和DCX51的特点，我们设计出实现该通信规程的方法和手段。第一，串口中断服务程序的设计。它是实现帧传送的前沿执行机构，采用了8031多机通信的编程技术。当主机查询到某一个从机有串口中断产生，即进行主从机间的信息交换；当主机要与某一个从机通信时，发出从机地址即可。第二、主从机

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

通信管理模块的设计。由于8031不象8044那样有串行接口部件(SIU)负责异部串行通信，因此需要设计出满足通信规程的管理软件，以便使通信协调、高速地进行。下面我们对这两部分分别加以介绍。

如前所述，iDCX51是以任务的方式来管理系统的。在本系统中，为了实现主机和从机间的多机通信，除了对串口中断进行响应服务外，还必需对主从机间的通信进行管理，因此本系统中无论主机还是从机都有通信管理任务，而且此任务的优先级是最高的。

在通信管理任务中，使用RQWAIT系统调用来等待信息事件激活此任务。这一事件可能来自于串口中断，T1中断管理任务(接收或发送超时)，也可能来自于系统中的其它任务(主从机间有信息要传送)。一旦激活通信管理任务，此任务就根据串口通信所处的状态，驱动串口发送命令或信息。实质上，通信管理任务负责对输入事件进行响应(通过系统调用RQWAIT)，然后根据通信所处的状态，输出响应信息，控制串行通信命令信息的内容。主从机通信管理任务的实现基本上是一致的。但它们有主次之分。主机通信管理任务负责主机和从机串口通信管理，通过对从机和超时事件管理任务传递来的信息，判断其性质，并相应地发出控制串口通信的信息，指挥主从机间的串口通信操作。图2示出了主从机通信中所涉及到的任务和控制走向。

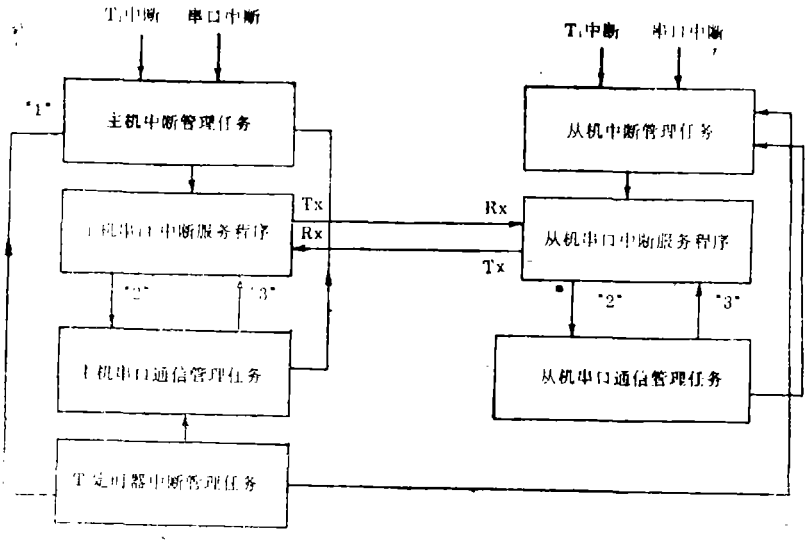

图2　DCX51下通信实现的框图

说明：

“1”：定时器管理任务对串口发送和接收进行时间监视，当接收或发送超时时，则向通信管理任务发出信息，使之退出此状态。

“2”：通信管理任务收到串口发来的信息后，驱动串口向主机发出应答信息或发送从机数据缓冲区中的数据。

“3”：根据主机控制命令或超时事件的发生，转到通信管理任务，等待处理。

四、实　　例

将iROS31用于铁路调度电话自动巡测系统(如图3所示)[3]，采集系统中关键点电平值，用以测试整个系统的工作情况。这个测试系统包括iROS31操作系统，并在其基础上增加了数据定时巡测采集任务，随机巡测采集任务，信号发生任务，报警任

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

务，打印任务等。利用了iROS31的通信功能，定义4个键盘，用于远地或本地随机测试、自检和确认。

本系统采用主从控制方式，利用8031作为主机，多片8031作为从机。主机在调度总机室，从机在分机室内，主从机分别对总机和分机进行工作状态测试，本系统中的主从机可分别工作在本地和远地两种工作方式。

从机向上接收主机通过串口发来的控制信息和数据信息，处于远地工作方式。在远地工作方式下，可实现本地工作方式下的各种功能。从机也可独立工作于本地工作方式，实现定时巡测和随机巡测等。定时巡测就是在指定的时间采集总机和分机关键点的电平值，同时由打印机输出结果。测试点的数目可根据实际情况而定。随机测试就是随时对总机或分机进行检查测试。这一功能使得操作人员可以利用调度电话的空闲时间对机器进行测试，方便、灵活，实际检验效果良好。

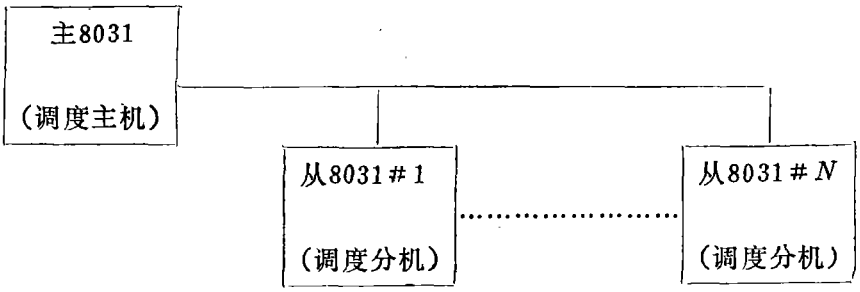

图3 铁路调度电话单片机巡测系统

参 考 文 献

1 DCX51分布式控制执行程序用户指南．电子部六所

2 分布式控制系统BITBUS．计算机世界87,4.

3 史维刚，刘铜阁.铁路专用通信．中国铁道出版社

4 MCS—51八位高档单片机及其应用．江苏启东计算机

（上接46页）

上海科技情报研究所，索取号：339427

2．上海仪器仪表研究所．词汇编码及应用．中国仪器仪表学会汉字信息处理系统研究会第五届全国学术会议，中国微型电脑应用协会汉字信息专业委员会第二届学术大会文件，1976年11月，上海科技情报研究所，索取号：339400

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net