

多 CPU 单片机系统设计在社区安防系统中的应用

文章作者：华东地质学院 周建勇 海南省公安厅 何为民

文章出处：单片机与嵌入式系统应用

摘要：本文较为详细地介绍基于多 CPU 的单片机系统设计思想，并给出它在社区安全防范系统中的应用。

关键词：多 CPU 安全防范 系统设计

概述

随着人们生活水平的提高和科学技术的发展，安全防范的问题引起了越来越多的关注。人们在承受现代文明所带来的高效率、快节奏压力的同时，都希望能拥有一个安全、舒适的家庭环境。因此，越来越多的安防产品应运而生，尤其是蓬勃发展的现代化社区物业管理，通过监控网络把家庭和社区值班室紧密地联系起来，给人们的生活带来了极大的方便。但是，有些社区监控网络并不能完全履行其职责，存在一定的安全隐患。主要原因是目前大多数的监控节点都是采用 1 个 CPU 完成所有的功能，包括扫描各传输器模块状态、信息处理、数据显示、报警、与上位机通信等等。这无疑给此 CPU 带来了很大的压力：一旦出现故障，使得此单片机不能正常工作，则该监控节点将完全瘫痪，报警信息将得不到有效的处理。另外，在一些实时性要求较高的多任务系统中，单 CPU 结构也将显得力不从心。那么，能否找到一种既简单又经济的解决办法，把目前服务器中较为流行的多 CPU 并行处理的设计思想融入到社区监控网络中来呢？答案是肯定的。随着单片机技术的发展，单片机的价格在不断下降，其价格甚至比一些常用的接口芯片还要低，这就使多 CPU 的单片机系统的成本大大降低。此外，由于采用多 CPU 的设计思想，将使系统在并行处理和实时采集数据方面具有明显的优势，能极大地提高系统的稳定性和可靠性。尤其是对一些功能稍微复杂一点的系统，多 CPU 系统设计方法将更能显示出它的优越性。那么，如何实现多 CPU 的单片机系统设计呢？本文将在这方面进行一些有益的探索。

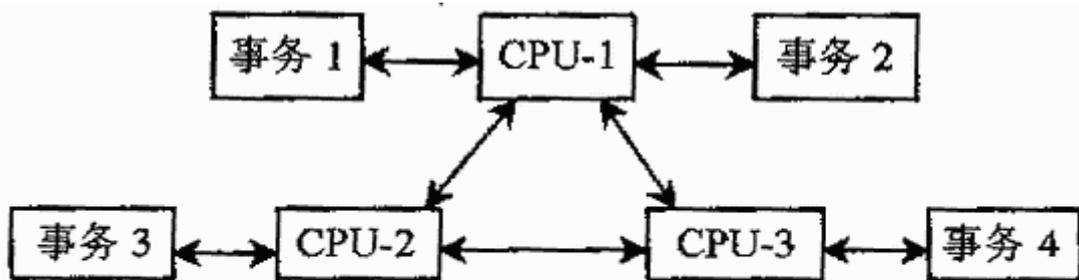


图 1 多 CPU 系统结构

一、多 CPU 系统的设计原理

顾名思义，多 CPU 系统就是在 1 个系统中含有多个 CPU。每个 CPU 独立地处理 1 个或少量的事务，然后通信某种方法，控制数据的合理流动，以完成设计要求的系统。其典型结构如图 1 所示。

从图 1 中可以看到，多 CPU 系统中一个非常重要的问题，是如何解决好各 CPU 之间数据的合理流动问题，以下是几种常用的方法。

1. 利用双口 RAM 实现 CPU 之间的通信

双口 RAM 是一种高速的并行传输芯片,是实现 CPU 之间通信的一种简便有效的方法。常用的 CMOS 双口 RAM 有 IDT7132、IDT7142 等型号。IDT7132 和 6116 类似,都是 CMOS 静态 RAM,存储容量均为 2KB。不同点在于 IDT7132 有两套 I/O 口,并有一套竞争裁决电路。因此, IDT7132 内部的 2KB 存储器可以通过左右两边的任一组 I/O 口进行全异步的存储器读写操作,能方便地实现 CPU 之间的数据交换。采用双口 RAM 实现多 CPU 系统的示意图如图 2 所示。

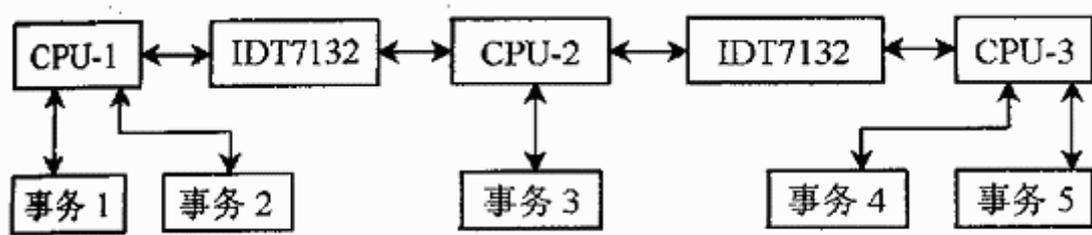


图 2 利用双口 RAM 实现 CPU 的通信

利用这种方法可以实现数据的高速传输。CPU 对 IDT7132 的读写时间小于 120ns,通常为几十 ns。当工作电源为 +5V 时,其读写的最大功耗为 325mW,而在维持工作时最大功耗仅为 5mW。另外,由于双口 RAM 是一种通用芯片,因此,它在选择与 CPU 接口时具有较大的灵活性。不过这种方法也会增加电路设计的难度和成本。

2. 利用共享内存的方法实现 CPU 之间的通信

这种方法与前面的方法类似。所不同的是,前一种方法是利用双口 RAM 的一套竞争裁决电路实现对 RAM 的访问,而这里是利用不同的时序实现共享内存的。LON 网络中的 Neuron 节点芯片设计都是采用这种方法的,其典型结构如图 3 所示。

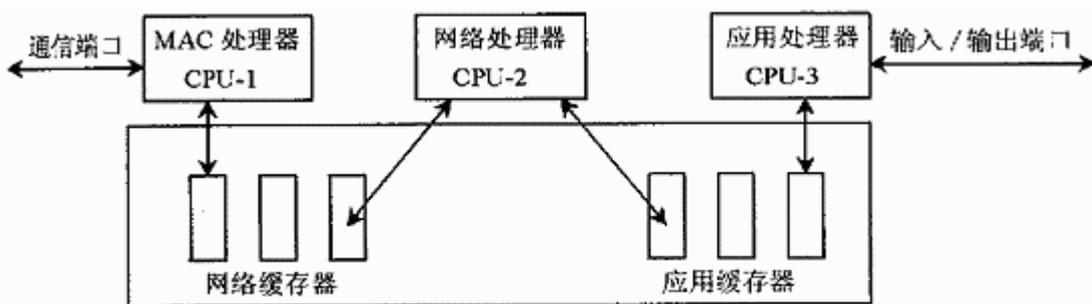


图 3 Neuron 芯片的 CPU 结构

在 Neuron 芯片中,每个 CPU 最小周期等于 3 个系统周期;每个系统时钟周期等于 2 个输入钟周期;3 个 CPU 的最小周期分别间隔 1 个系统钟周期。这样,每个 CPU 在 1 个指令周期内部能访问存储区和 ALU 一次。系统对 3 个 CPU 采用了管道技术,在不影响性能的情况下降低硬件的需求。3 个 CPU 可并行工作,不会造成耗时中断和上下文切换。

利用这种方法也能够实现 CPU 之间数据的高速传输,但是,它必须制成专用芯片,把 CPU 和 RAM 等元件封装在一起。因此,这种方法比较适合于特定的工业场合。

3. 利用总线的方法实现 CPU 之间的通信

随着总线技术的发展,使得多主多从的单片机系统设计变得越来越简单。设计者只须通过接口芯片就可以将 CPU 挂到总线上,实现 CPU 之间的通信,其典型的结构如图 4 所示。



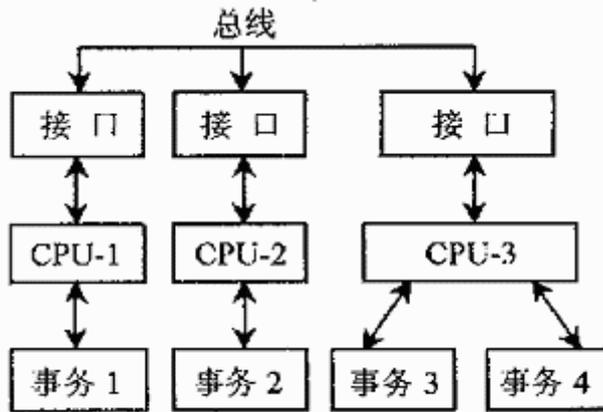


图 4 总线方式下的多 CPU 结构

这种方法具有结构简单、设计灵活、经济实惠的特点。在系统数据量不大，速度要求不是很高的情况下，应该是一种很好的选择方法。值得一提的是，在这种方法中，I2C 总线以其结构简单、设计灵活、易于扩展和开发周期短的特点，越来越受到设计者的青睐。尤其目前很多单片机都带有 I2C 接口，不用接口芯片就中以把 CPU 直接挂到总线上，使得电路设计更加简单、经济。本文的多 CPU 系统也是基于 I2C 总线的一种安防系统。

二、基于多 CPU 下的社区安防系统的设计方法

1. 系统的拓扑结构

系统的拓扑图如图 5 所示。该系统实际上是一个 3 级分布式测控系统。第 1 级由 1 台安装在社会值班室的 PC 机组成，是整个系统的核心部分。它主要负责向各家庭数据终端 (HDT) 发出各种命令，接收返回信息，并进行数据库管理和报表统计等工作。第 2 级由安装在各家庭的 HDT 组成，相当于 1 个监控节点。它主要负责接收 PC 机发来的命令和向 PC 机发送各检测模块的检测信息，并进行显示、报警、存储等信息的处理。第 3 级由安装在家庭各房间的各种模块组成，包括烟感、红外等报警模块，水表、电表等数字模块和家电控制的控制模块。它主要负责检测和控制各控制对象的状态。

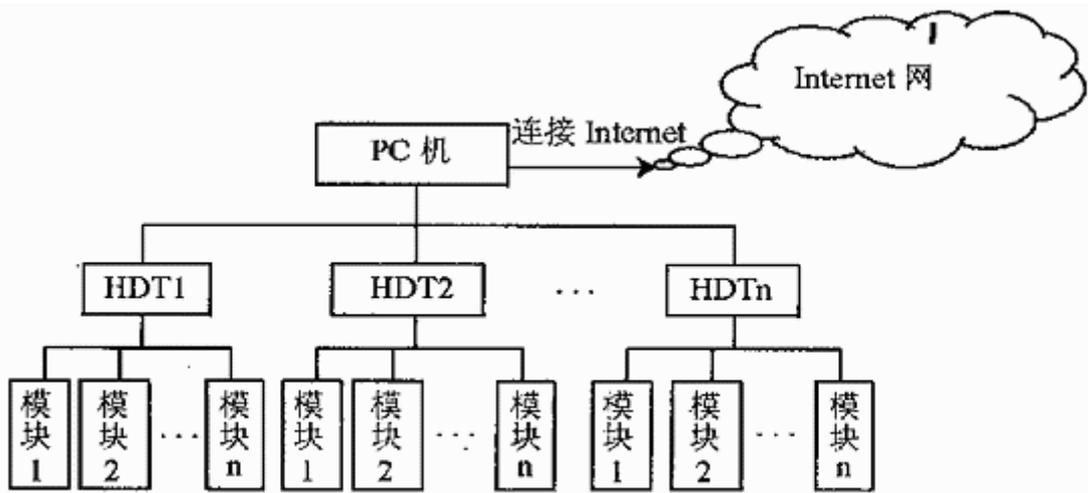


图 5 社区安防系统拓扑结构

2. 家庭数据终端 (HDT) 的功能

家庭数据终端是安装在家庭内部的 1 个监控节点，主要执行以下任务：(1) 接收 PC 机发来的命令；(2) 信息显示；



(3) 键盘扫描；(4) 声光报警；(5) 生成家庭状态字节，并向 PC 机发送各种状态信息；(6) 报警信息储存，即“黑匣子”功能；(7) 扫描各传感器模块状态。另外，HDT 还应有个可添加扩展模块的功能。这些功能当然可以用 1 个 CPU 实现，但将给 CPU 带来较大的工作量，降低了系统的安全性和可靠性。因此，我们采用多 CPU 的思想进行系统的设计。

根据 HDT 的功能特点，将任务分成 3 个部分，分别由 3 个 CPU 来完成。各 CPU 之间采用 I2C 总线进行通信，其结构如图 6 所示。CPU-1 专门用于与 PC 机的通信，包括：(1) 接收 PC 机发来的命令，并传送给其他 CPU；(2) 生成家庭状态字节，向 PC 机返回信息；(3) 进行声光报警。CPU-2 专门用于与第 3 级各模块的通信，包括：(1) 扫描各传感器模块的报警状态，并及时通知其他 CPU；(2) 接收其他 CPU 传送过来的命令，对有关控制对象进行操作；(3) 向 AT24C64 中存储报警记录，包括报警类型和报警时间，实现“黑匣子”功能。CPU-3 专门用于信息显示和键盘扫描，包括：(1) 接收 PCF8583 的数据，显示时间；(2) 接收 CPU-2 传送来的信息，显示报警类型或故障位置；(3) 扫描键盘，并向其他 CPU 发送命令，完成布防、撤防、修改密码等操作功能。在 3 个 CPU 之间，采用 I2C 总线进行连接；CPU 选用 Philips 公司生产的 P87LPC76X 芯片。P87LPC76X 芯片是一种 20 脚封装的单片机，适合于许多要求高集成、低成本、具有较高性能价格比，是 Philips 小型封装系列中的一员。它在提供很多新特征的同时，提供了 I2C 总线的通信接口。另外，它还提供了 3 个寄存器和中断控制位以实现对其 I2C 总线的操作，因此，可以很容易地利用它的 I2C 接口实现多 CPU 的设计思想。

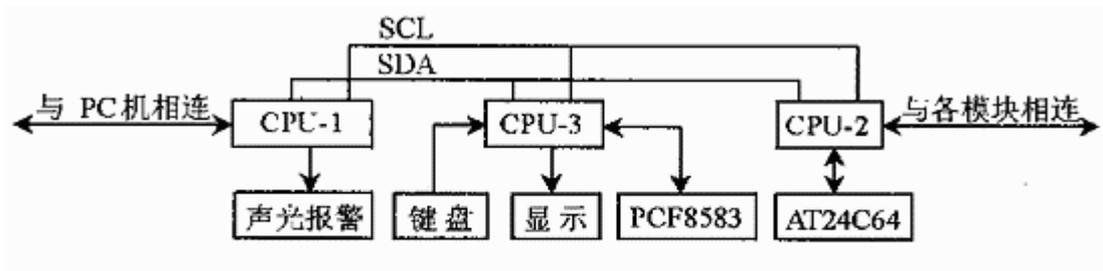


图 6 家庭数据终端结构

结束语

随着单片机技术的迅速发展，封装小、功能强、价格低的单片机越来越多地被开发出来。单片机所执行的功能也会越来越专一，越来越简单。这将为多 CPU 系统的设计提供一个坚实的基础，也必然会提高系统的安全性和可靠性。