

# 基于 eCos 的嵌入式精密注塑机监控系统研究

慕 慧,冯 涛,曾郑华,倪少强

(北京工业大学 电子信息与控制工程学院,北京 100022)

**摘 要:** 基于计算机视觉技术,以 eCos 嵌入式操作系统为核心,设计实现了高精度的实时精密注塑机监控系统。

**关键词:** eCos 操作系统 监控 精密注塑机

随着高精度塑制产品需求的不断扩大,与之相关的精密注塑机也被日益广泛地应用于实际生产中。但是在精密注塑机的传统生产中缺乏对整个生产过程的有效监控,容易造成生产设备的意外损坏。因此研发新型的高性能精密注塑机监控系统已成为生产厂家、专家学者关注的焦点问题。精密注塑机包括精密模具及取器两部分。如图 1 所示,向精密模具内灌注塑料液体,使其按照模具形状成形;取器将成形产品取出,利用取器上的顶针,将取出的产品顶到相应的产品篓中。

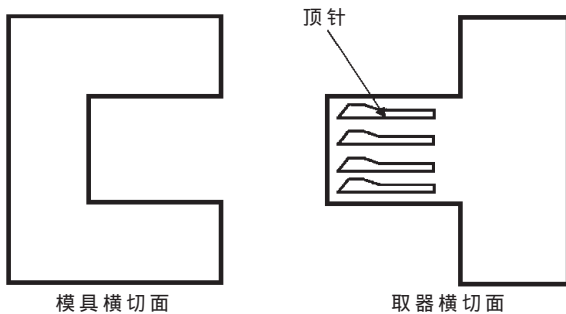


图 1 精密注塑机的基本结构

在实际生产中,由于机械碰撞等原因,会使产品取出后在模具中残留一些塑料颗粒,若此时没有及时清除,将会在下一次注塑生产中损坏模具。为此需要对精密注塑机的整个生产过程实施有效监控。目前国内注塑机监控系统多采用工业计算机在线监控方案,这不仅导致系统功耗较大,而且监控的实时性受限。嵌入式技术广泛应用于低功耗、高实时性、小型化、网络化监控系统的研发已成为必然趋势。

本文以 SH7750R 微处理器及实时嵌入式操作系统 eCos 为核心,对网络化的精密注塑机监控系统的硬、软件设计思路、实现方案、调试结果进行论述。

## 1 系统组成

系统包括本地监控器、远程监控单元和继电器三部分,如图 2 所示。其中本地监控器上加装摄像头,用以记录生产中的每个阶段,控制精密注塑机的执行动作;远

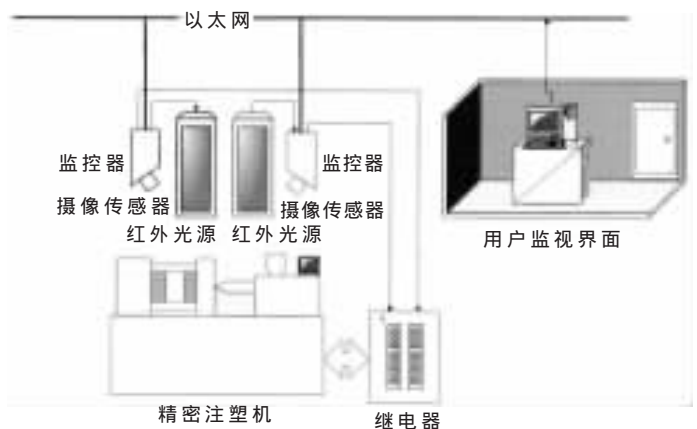


图 2 精密注塑机嵌入式监控系统的组成

程监控单元通过工业以太网与本地监控器通信,实施控制;此外,继电器单元用于匹配监控器和精密注塑机之间的电压信号,完成电平转换。

监控系统的工作流程包括产品监控和模具监控两个阶段。在产品监控阶段,首先利用摄像头进行产品摄像,再将此图像与产品的基准图像进行比较。根据比较结果判定产品是否合格,同时将相关信息上传远程监控单元,便于进一步操作。在模具监控阶段,监控器首先检查取器上的产品是否顶出;然后,控制摄像头进行模具摄像,并将此图像与模具的基准图像进行比较。根据比较结果判定模具状态,同时将相关信息上传远程监控单元,进一步控制精密注塑机工作状态。

## 2 本地监控器的设计

本地监控器是监控系统的核心。它不仅通过继电器控制精密注塑机的工作运转,而且作为服务器完成与远程监控单元的以太网通信。下面分别从硬件、软件设计上对监控器的设计实现加以叙述。

### 2.1 硬件设计

本地监控器的硬件组成如图 3 所示。CPU 为日立 32 位 RISC——SH7750R,并通过数据、地址和控制信号访问及控制各个外设芯片。其中 CPU Flash 用于在掉电状

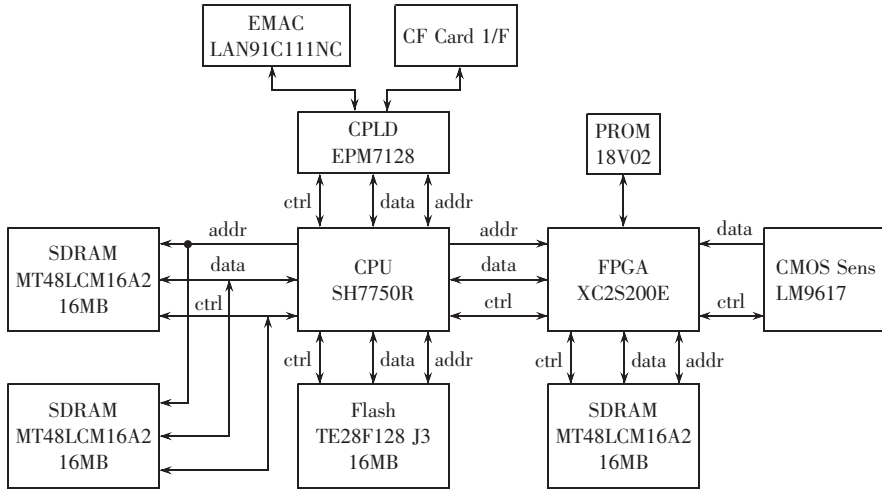


图3 精密注塑机嵌入式监控器的组成

态下存储 eCos 代码。CF 卡接口用于连接 CF 卡, 该卡存储运行于 eCos 上的应用程序。系统上电后, 引导程序将 Flash 中的操作系统引导到 SDRAM 中, 然后将 CF 卡中的应用程序也引导到 SDRAM 中运行。

在 CPU 的控制下, EMAC 芯片实现网络传输协议, 并将监控图像实时传送给远程监控单元。CPLD 用于对片外 EMAC 和 CF 卡接口的译码控制, 扩展 CPU 的片外资源。

FPGA 芯片用于实现控制图像传感器及加速读取图像的功能。在 CPU 控制下, 通过 FPGA 对 CMOS 图像传感器的寄存器读/写; 将得到的 640×480 的黑白图像存储在 FPGA 控制的 SDRAM 中, 从而大大减小了系统处理时间, 提高了系统响应的速度。

## 2.2 软件实现

系统嵌入式监控程序由三部分组成, 即根据本系统配置与裁剪的嵌入式实时操作系统 eCos、设备驱动程序和嵌入式监控应用程序。在此主要介绍嵌入式监控应用程序的设计。它主要包括初始化模块、时序模块、摄像模块和通信模块。

初始化模块完成系统的软硬件初始化。包括摄像头初始化, 挂载摄像传感器的驱动程序; 系统参数、监控参数、网络参数的初始化; 系统多线程同步信号初始化; 系统动态内存分配等。最后将创建五个工作线程: 控制时序线程、传送图像数据线程、远程通信线程、多监控器间通信线程以及联接监控器线程。

时序模块根据系统当前的状态和接收到的命令输出控制时序, 控制监控器动作。它包含监控系统在各种状态下的时序控制: 系统对产品监控阶段正常、警告、出错情况下的时序控制; 系统对模具监控阶段正常、出错情况下的时序控制; 系统在测试情况下的时序控制; 系统在调整摄像头时的时序控制等。

通信模块包括监控器与远程监控单元之间、多个监控器之间的通信。在此, 将把监控器作为服务器, 远程 PC 机作为客户机。各种通信都采用套接字(socket)方式

实现。本地监控器接收到远程监控命令后, 需要对其进行解析, 在此通过状态机实现。解析命令的状态机转移如图 4 所示。在此所有命令都和其所带的参数同时传送给监控器。命令的前三个字节都是以 0xFF007 开头。在状态机中, 开始解析命令的状态为 StateRdy, 然后监控器验证接收到的第一个字节是否为 0xFF。若是, 则状态转移到 StateH0 状态; 否则回到开始解析命令的状态。同样在从 StateH0 状态转移到 StateH1 状态以及从 StateH1 状态转移到 StateRcv 状态时也都需要检验各自接收到的字节。当状态机顺利转移到 StateRcv 状态后, 表明此命令已

接收完毕, 后面的数据是命令参数。

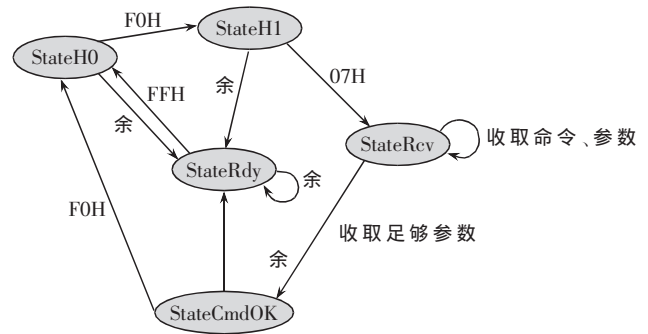


图4 解析命令的状态机转移

摄像传感器模块包含与摄像传感器的相关操作: 初始化摄像传感器、控制摄像传感器摄像、取得摄像传感器拍摄的图像数据等。

## 3 远程监控单元设计

远程监控单元通过工业以太网实现对精密注塑机工作过程中各阶段状态的实时监控。它主要包括系统主控界面和若干子控制界面的设计实现。

主界面主要包括三部分: (1) 系统的统计信息显示, 包括监控器的工作时间、生产产品的总数、优良产品的个数、产品监控阶段的异常次数、模具监控阶段的异常次数; (2) 实时监测图像显示, 并突出显示图像异常区域; (3) 实际图像与基准图的差异点数统计结果显示。

子界面包括网络参数设置子界面、系统参数设置子界面、监视参数设置子界面、调整摄像头子界面。主要功能包括: 设置监控器的 IP 地址、子网掩码和默认网关; 设置或修改系统参数; 设置或修改监视参数; 调整摄像镜头的焦距、亮度。

## 4 系统调试

系统软、硬件的设计中, 首先进行监控系统参数初始化, 包括设置监控器的网络参数和名字、选定监控精密注塑机、设置系统参数、调整摄像头、设置监控参数;

## 嵌入式技术

然后开始监控,并根据监控情况控制注塑生产进程。

在产品监控阶段,将实测图像与基准图像比较。根据比较结果确定产品是否合格,并确定是否进入模具监控阶段。在模具监控阶段,将测得的模具图像与其基准图像比较。如果比较结果是模具图像与其基准图像不同的点数超出用户设定的停止点数,则认为模具内有残留。此时监控器会控制顶针再次顶射,试图将残留顶出;然后再次测取模具图像,与其基准图像比较。如果比较结果是模具图像与其基准图像不同的点数少于用户设定的停止点数,则认为模具内没有残留;否则,将控制顶针再次顶射,并比较图像,重复以上步骤,直到达到用户设定的顶射次数。若此时依然不能满足要求,则监控器会发出警告,并控制精密注塑机停止生产,直到用户人工排除故障后再恢复生产。相关的监控信息在主界面上实时显示。

针对精密注塑机生产过程对监控系统的实时性、精度及准确性等方面的较高要求,本文基于 SH7750R 微处理器构建了实时监控系统的硬件平台;以实时操作系统 eCos 为核心,设计实现了嵌入式控制软件;基于服务端/客户端以太网通信模式,实现了精密注塑机生产的远程

监控。系统实验调试与现场运行结果表明,所设计系统完全满足精密注塑机生产过程的监控要求,有效地保护了生产设备。上述方案的有效性和可行性得到验证,证明本方案具有较强的应用和推广价值。

### 参考文献

- 1 Szymanski J W.Embedded Internet Technology in Process Control Devices.Porto Portugal, WFCS-2000
- 2 William A.Gatliff.Embedded with GNU:The GNU Compiler and Linker.Embedded Systems Conference,San Francisco, 2000
- 3 蒋向平.嵌入式可配置实时操作系统 eCos 开发与应用.北京:机械工业出版社,2004
- 4 W Richard Stevens.TCP/IP 详解卷 1.北京:机械工业出版社,2000
- 5 李廷军,周正欧.嵌入式网络设备的 MAC 及 IP 地址设置.单片机及嵌入式系统应用,2004;(4):16~19
- 6 陈武,雷航.基于精简 TCP/IP 协议栈的信息家电网络服务器.单片机及嵌入式系统应用,2004;(6):64~68

(收稿日期:2006-06-18)