

基于 MSP430 的一维光纤滑觉传感器

MSP430 Based 1-D Optical Fiber Sliding Sensor

北京理工大学 魏国华

摘要: 本文介绍一种采用全自动补偿型光纤探头, 基于 MSP430 实现的一维光纤滑觉传感器。该传感器使用强度型单面反射调制方式, 通过探测光强的变化并进行补偿, 从而实现对物体滑动的检测。
关键词: 光纤传感器; 滑觉传感器; MSP430

引言

近几十年来, 机器人技术得到迅猛发展。在机器人感觉系统中, 触觉占有非常重要的地位。特别在现场难以进行光照时, 可依赖触觉完成对物体特征的识别功能, 如识别柔软性、粗糙度等。当机器人的手举起或抓起一个物体并且加速运动的时候, 物体会因为阻力过小而产生滑动。因此, 滑动传感对于机器人手准确安全的运行十分重要。滑觉传感器就是这样一种安装在机械手或智能化机械钳设备上的变换器, 其可检测滑动的大小和被握物体的滑动方向。

光纤传感技术是最近几十年迅猛发展起来的新型传感技术。光纤传感器具有灵敏度高, 耐高压, 耐腐蚀, 动态范围大, 电绝缘性好, 不受电磁干扰, 可塑性好, 体积小, 重量轻和价格低廉等诸多优点。由光纤传感器组成的光纤传感系统便于与中心计算机相连接, 实现多功能、智能化要求。

滑觉传感器的结构

光纤滑觉传感器的工作原理如图1所示。此滑觉传感器用一个滑动滚轴作为滑动变换装置。在滑动滚轴的中间, 有一个平面镜粘在上面。当物体在滑觉传感器表面滑

动时带动滚轴转动一定的角度, 从而引起平面镜两侧光纤探头光强的变化。通过光电转换及放大电路, 经过一定

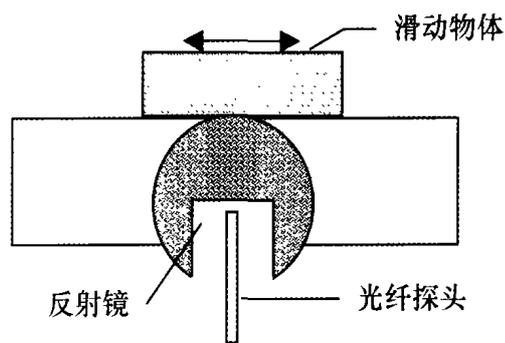


图1 光纤滑觉传感器的工作原理

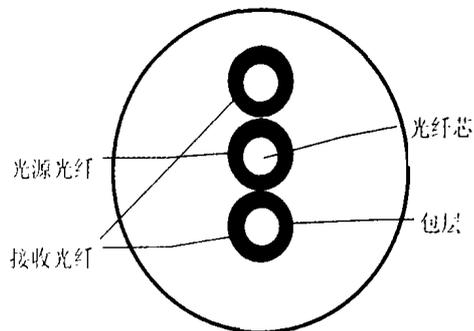


图2 全自动补偿型光纤探头的结构

本文于2003年5月6日收到。魏国华, 硕士生, 研究方向为信号处理。

电源电路

为了尽可能减轻系统重量,我们采用单电池和DC-DC变换器TPS60312向系统供电。电源电路如图7所示。TPS60312是3.3V高效率双输出DC-DC转换器。不需要电感元件,只需要五个小的 $1\mu\text{F}$ 陶瓷电容就可用TPS60312构成DC-DC转换器,其优点是占用PCB空间少,转化效率高(可达90%),电磁辐射低。该芯片还具有“power-good”功能,可监控输出的电压幅度,保证系统上电和关机时具有正确的时序。

系统长时间使用后,可能会由于电池电量不足而导致电压下降,我们使用MSP430F147片上的比较器监控供电电压是否满足要求。如果电压下降超过一定幅度,比较器将产生中断,中断程序将用LED和蜂鸣器向用户提示。

其他硬件电路

为了与主机通信,我们采用MSP430F147片上USART接口进行发送和接收数据。通信方式为半双工,用单片机的P1.0口控制数据发送和接收。RS-232接口芯片选用TI的3V-5V兼容的MAX3221。

系统采用LED来指示传感器工作的状态,如滑动的方向,电池状态等。单片机的I/O口可直接控制LED。利用MSP430F147片上计时器Timer_A或Timer_B的PWM功能,我们还可使蜂鸣器产生不同声音来向用户提示系统信息。

软件设计

软件设计采用模块化的设计方法。软件系统结构如图8所示。系统在完成初始化后等待主机通过USART接口发送的命令,命令主要有三种类型:系统设置、系统自检和滑觉探测。系统设置主要是设置一些系统参数,例如滑觉检测的阈值,采样模式等。系统自检则对各硬件工作模块进行检测,保证系统工作在正常状态。滑觉探测主要包含两个部分:数据采集以及数据处理。由于MSP430F144上的ADC模块功能十分完善,这使得采样控制软件十分简单,可方便地完成数据采集任务。数据处理的主要流程如下:首先对两接收光纤三次采样结果分别求平均,然后根据式(1)计算并与事先设定的阈值相比较,判断是否有滑动。如果有滑动,则进一步给出滑动的方向和大小。在处理完命令后,通讯程序利用USART接口向主机发送处理结果,并且状态显示和声音提示程序会通过LED和蜂鸣器向用户进行提示。

注意到式(1)中的计算中包含有对数运算,传统的处理方法是直接使用对数运算放大器构成模拟电路进行处理。我们这里通过软件来实现这一功能,一方面避免使用昂贵的对数运算放大器,降低了成本;另一方面减少了芯片数量,使系统资源得到充分利用。另外,由于MSP430的汇编语言中不含除法,对小数的处理比较困难,因此对于公式中的除法,采用除数的倒数倍乘2的6次幂后取整,在抛弃乘积低位寄存器(相当于除以216)的方法来实现。

为了降低系统功耗,软件设计中采用了很多中断服务程序,例如用于监测电源电压的比较器通过中断向系统进行报警,串口通信中也采用中断方式接收主机命令等。

结语

本文介绍的光纤滑觉传感器使用了全自动补偿型光纤探头,避免使用额外的温度补偿等措施,提高了滑觉探测的灵敏度和准确性。硬件设计中采用MSP430F147单片机,充分利用了其丰富的片上外围功能模块,使得外围电路大大简化,从而降低了成本,减小了传感器的重量和体积,提高了运行可靠性。■

参考文献:

1. TEXAS INSTRUMENTS, MSP430x13x, MSP430x14x Mixed Signal Microcontroller, 2003.3.
2. TEXAS INSTRUMENTS, TPS60310, TPS60311, TPS60312, TPS60313 Single-cell to 3-V/3.3-V, 20-mA Dual Output High-efficiency Charge Pump with Snooze Mode, 2001.8.
3. TEXAS INSTRUMENTS, Single-supply, microPower CMOS Operational Amplifiers microAmplifier™ Series, 2000.9.

