

基于 MSP430 的输液滴速监视仪设计

白凤娥, 刘振峰, 霍利锋, 常晓明

(太原理工大学 计算机与软件学院, 山西 太原 030024)

摘要: 介绍一种基于光电开关、MSP430F149 单片机、LCM12864Z5 液晶屏和键盘的输液滴速监视仪; 利用 MSP430F149 单片机外部中断将光电开关转换出的输液滴速矩形脉冲进行数据处理, 计算出输液速度和输液量, 同时预算出输液的剩余时间, 并将结果显示在液晶屏上, 使输液治疗变得更加方便和安全; 对系统的硬件组成、工作原理和软件设计进行了描述; 实验测试结果表明, 系统检测精度高, 输液速度调节响应快, 运行可靠, 且功耗少, 成本低, 操作方便。

关键词: 输液滴速; MSP430; 液晶屏; 光电开关

Design of a Infusion Speed Monitor Based on MSP430

Bai Feng, Liu Zhenfeng, Huo Lifeng, Chang Xiaoming

(School of Computer and Software, Taiyuan University of Technology, Taiyuan Shanxi 030024, China)

Abstract: Introduced a infusion speed monitor based on photoelectric switch, MSP430F149 microcontroller, LCM12864Z5 liquid crystal display and the keyboard. Through the of MSP430F149 microcontroller, it deals with the rectangular pulse which changed from the liquid drop with the photoelectric switch. The MSP430F149 microcontroller calculates out infusion speed and amount of infusion drops, at the same time, it works out the remaining time of the infusion service and shows the result on the liquid crystal display. It makes the infusion treatment more convenient and safe. It described the structure of the hardware, the principle of work and the design of the software. Experiments demonstrate that the monitor has the merits of accurate counting, responds quickly, reliable, low power dissipation, low cost, and easy to operate.

Key words: infusion speed; MSP430; liquid crystal display; photoelectric switch

0 引言

输液速度可直接影响药物作用的发挥, 如果速度不当可能会导致不良反应, 有的甚至会危及生命安全。输液速度不仅受药效的性质、病人的年龄、病情等因素的影响, 而且在输液过程中输液的速度也随患者体位的改变、肢体血液循环的情况以及药物的粘稠度等情况变化。临床实践工作中, 护理人员是凭观察和经验对滴速进行调节的, 这种效果并不理想, 常因输液速度过快致患者出现不适甚至输液反应, 或速度太慢而影响治疗效果。输液泵虽能按要求精确控制给药速度和剂量, 是解决输液速度的一种有效的方法, 但输液泵的机器成本和耗材成本太高, 只适用于急救和重症情况, 难于普及推广, 因而不能满足医护人员和患者的需要^[1]。

MSP430 具有 16 位的、精简指令集的、超低功耗的、混合型的(集成了许多模拟电路、数字电路)等特性的单片机系列, 并且具有丰富的片内外设和方便灵活的开发手段^[2]。本文基于 MSP430 单片机技术, 研究并开发带有声光报警功能的输液滴速监视仪。

1 硬件设计

系统硬件结构图如图 1 所示, 主要包括单片机、液滴检测单元、键盘单元、报警指示单元、液晶显示单元、晶体振荡器、电源单元等电路。单片机选用 MSP430F149, 具有适合各种应用的 16 位结构, 内含 64K 字节的 FLASH, 便于研制阶段反复调试和修改; 本身具有看门狗功能, 可以提高系统的可靠性; 可以通过堆栈处理, 实现中断和子程序调用层次无限^[3]。

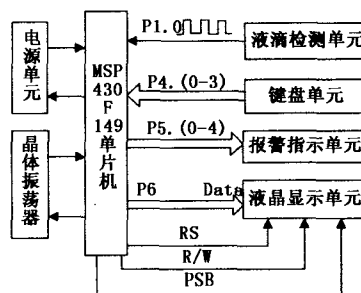


图 1 系统硬件结构图

1.1 液滴检测原理

系统采用红外检测技术, 在莫非氏滴管处对输液速度进行测量, 如图 2 所示, 红外发光二极管发出红外光, 光线透过莫非氏滴管照射到光电三极管, 光电三极管将接收到的光信号转换成电流输出。当莫非氏滴管中没有液滴通过时, 光线衰减减小, 光电三极管输出比较强的电流; 当莫非氏滴管中有液滴通过时, 由于液滴对光线具有吸收和散射作用, 照射到光电三极

收稿日期: 2007-01-05; 修回日期: 2007-02-22。

基金项目: 山西省高等学校科技研究开发项目 (20041210)

作者简介: 白凤娥 (1966-), 女, 山西临县人, 教授, 硕士, 主要从事计算机监控系统、嵌入式系统等方向的研究。

常晓明 (1954-), 男, 教授, 博导, 工学博士, 主要从事计算机监控系统、检测技术与自动化装置等方向的研究。

管的光信号比较弱, 因而输出比较弱的电流, 将电流的变化转换为电压的变化, 通过检测光电三极管输出端电压的变化, 就可以检测出有无液滴通过。

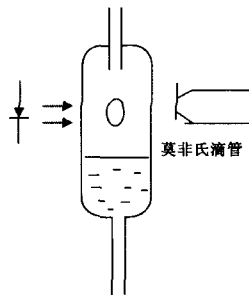


图 2 液滴检测示意图

液滴的检测采用 shinkoh elecs 公司生产集成的光电开关模块, 如图 3 所示, 对外有 3 个引脚, 其中 1 脚接 +3V, 3 脚接地, 2 脚为检测信号输出端。2 脚与单片机 P1.0 连接, 当有液滴通过时, 2 脚电压发生一次由低到高的跳变, 触发一次中断。

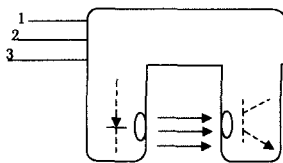


图 3 光电开关示意图

1.2 键盘单元

键盘单元由 5 个按键和对应的上、下拉电阻组成。这些按键是“菜单”键、“增”键、“减”键、“退出”键、“电源”键, 如图 4 所示。“菜单”键用来选择功能选项, 这些功能包括“滴速”、“总量”、“采样”、“解除报警”; “增”“减”键可以改变输液总量, 滴速等参数; “退出”键取消功能的选择, 或退出菜单, 并对功能中参数的值进行保存。

1.3 液晶显示单元

液晶显示单元采用 LCM12864Z5 模块, 它包括液晶屏幕、液晶驱动器、中文字库。该模块的字型 ROM 内含 8192 个 16 * 16 点中文字型和 128 个 16 * 8 半宽的字母符号字型; 绘图显示画面提供一个 64 * 256 点的绘图区域 GDRAM。LCM12864Z5 模块电源操作范围宽 (2.7V~5.5V), 它的低功耗设计可满足产品的省电要求, 同时与单片机等微控器的接口界面灵活 (3 种模式: 并行 8 位或 4 位, 串行 3 线或 2 线)。中文液晶显示模块具有上/下/左/右移动当前显示屏幕及清除屏幕的命令, 具有光标显示/闪烁控制命令及关闭显示命令, 且预留多种控制线 (复位/串并选择/亮度调整) 供用户灵活使用^[4]。如图 1 所示, 单片机 P6 端口作为液晶屏的数据线, P2.0—P2.2 三个引脚分别作为液晶屏的 RS (选择寄存器)、R/W (读写控制)、PSB (控制界面) 三根控制线。液晶屏上可以显示菜单、需要设定的参数, 可以显示实时的输液滴速和输液剩余时间 (如图 4)。

1.4 报警指示单元

报警指示单元由报警电路和指示电路两部分组成。报警电路由“滴速违规”发光二极管、“电量不足”发光二极管、蜂

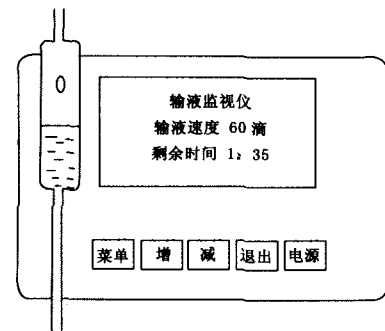


图 4 输液滴速监视仪

鸣器和限流电阻组成。“滴速违规”用来警示输液滴速跟设定的滴速不符; “电量不足”用来警示电池电量低于芯片可以正常工作所需要的最低电压。指示电路由“电源指示灯”发光二极管和“液滴同步指示灯”发光二极管和对应的限流电阻组成。

1.5 电源单元

电源单元由 D 触发器 MC15013 开关电路和低功耗稳压电路 S-818 组成, 负责电池电源的开关控制及稳压, 为单片机及其外围模块提供电源^[5]。为保证监视仪正常工作, 电源电路中必须配有电池电量检测, 以便在电池电量低到芯片工作电压范围之外, 影响监视仪正常工作的情况下及时报警, 以提醒医务人员及时更换电池, 保证输液的正常进行。系统中利用单片机 MSP430F149 内置比较器模块就可以完成此功能。

2 软件设计

监视仪的控制程序由 4 大模块组成, 它们是主程序、中断服务子程序、定时器中断服务子程序和液晶显示子程序。

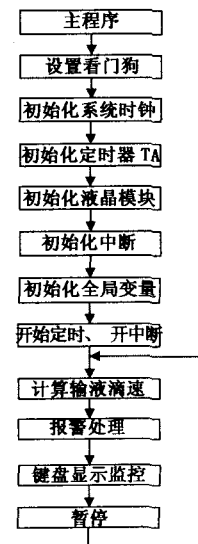


图 5 主程序流程

2.1 主程序

主程序 (图 5) 首先完成初始化工作, 包括设置看门狗的工作方式、系统时钟初始化、定时器 TA 初始化、液晶模块初始化、中断初始化、其它参数和全局变量的初始化。然后启动定时器开始定时, 开中断允许单片机响应外部中断请求和内部

定时器中断请求。计算输液滴速子程序用于当采样时刻到时,计算输液滴速,并由此设置报警标志。报警处理子程序根据报警标志控制报警指示灯和蜂鸣器是否报警。键盘显示监控子程序用来扫描键盘操作状态及显示需要在屏上输出的信息。暂停子程序使单片机进入低功耗睡眠状态。任意中断(外部中断和定时器中断)均可将单片机唤醒,转去执行相应的中断服务子程序。中断处理完后循环执行计算输液滴速等子程序功能。

2.2 子程序

一个输液液滴引起一次外部中断,对应的中断服务子程序完成液滴计数器的加 1 功能,同时使液滴同步指示灯闪烁,表示一个液滴的发生。

定时器每隔 1s 中断一次,对应的中断服务子程序完成秒计数器的加 1 功能,并且修改剩余时间的值,同时在屏上显示出时间的变化。

主程序中计算输液滴速子程序首先判断秒计数器的值,当秒计数器减去上次采样的时刻等于采样间隔,说明采样时刻到,则计算输液滴速($60 \times (\text{液滴计数器的值} - \text{上次采样时液滴计数器的值}) / (\text{秒计数器} - \text{上次采样时秒计数器的值})$),并将当前两个计数器的值赋给暂存变量,准备为下一次采样使用。根据滴速值计算调整剩余时间的值,并同时将新值显示出来。当秒计数器减去上次采样的时刻不等于采样间隔时,则返回主程序继续后续操作。

液晶显示器子程序提供一个显示函数,在其它程序中可以调用。

键盘扫描子程序首先判断是否有键按下,当“菜单”键按

下,在屏上输出所有的菜单功能选项(“滴速”、“总量”、“采样”、“解除报警”),然后可以用“增”、“减”键来移动选择相应功能项,当屏上光标移到某个功能项,再次按下“菜单”键,则选定此功能,可以对此功能对应的参数进行设定或修改,按“退出”键时,保存被设定或修改的参数,并返回到菜单。

3 结束语

经实验,输液滴速监视仪的测量误差为 ± 2 滴/min,剩余时间误差为 ± 10 min,能够满足医护人员对临床输液滴速监视的要求。此外,它还具有功耗低(采用 4 节 5 号电池,监视仪能连续工作 7 天以上)、价格便宜、操作简单方便的特点,适合我国的国情,在临床上极具普及推广价值。

参考文献:

- [1] 罗云. 医院信息化管理系统概述 [J]. 中国口腔医学信息, 2005, 14 (4): 80-82.
- [2] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] Texas Instruments Incorporated. MSP430x14x Family User's Guide [EB/OL]. <http://www.msp430.com>. 2003.
- [4] 北京青云创新科技有限公司. 带中文字库图形点阵液晶显示模块使用说明 [EB/OL]. <http://www.qingyun-it.com>, 2006.
- [5] 白凤娥, 常晓明. 低功耗系统中电源的按键开关和稳压电路 [C]. 中国电子业信息工程学术年会会议论文集, 2004, A 卷: 193-199.

(上接第 1650 页)

图中,电机转速通过光电码盘转化成与电机转速成正比的方波信号,经虚拟示波器的测量通道,得到电机的转速。如果测得的电机转速低于要求转速,则应提高输出频率;如果电机转速高于要求转速,则应降低输出频率。在实际控制中,将测得的转速频率值与给定频率作比较,并通过 PID 调节,能快速得到所期望的速度频率值。

我们利用虚拟示波器的测量功能,完成了锁相环调速系统的相同的功能。它比传统的锁相调速系统的优势在于,能够将控制理论调节方法用于闭环调速过程,使得整个控制方法更为优化。同时,还通过显示通道,可以将整个锁相过程方波频率的变化曲线显示出来,能够清晰地看到反馈和控制的状态,以便及时采取更为合适的办法解决调速过程中遇到的问题。利用多通道及总线技术,可以同时多台电机进行同步调速,有利于生产线管理及远程控制。

3 总结

本文介绍的虚拟示波器不仅具有普通示波器的波形采集显示功能,能对采集的波形进行基本参数的测量,更能将其应用于工业控制领域,作为电机调速闭环过程中的一个极其重要的部分,充分体现了虚拟仪器的灵活便利性。在实际应用中,取得了较为理想的效果。结合不同的硬件系统,可以形成功能更为复杂灵活的测控系统。随着计算机技术和测控技术的不断发展,虚拟仪器技术将会更多更新的领域发挥重要的作用。

参考文献:

- [1] NI DAQ-mx User Manual [Z]. USA: NI Instrument, 2005.
- [2] LabVIEW function and VI reference manual [Z]. USA: NI Instrument, 1996.
- [3] 蒋焕文, 孙续. 电子测量 (第 2 版) [M]. 北京: 中国计量出版社, 1998.
- [4] 杜斌. 虚拟示波器中信号时频参数的测量 [J]. 测控技术, 2001, 20 (1): 25-27.
- [5] LabVIEW function and VI reference manual [Z]. USA: NI Instrument, 1996.
- [6] 黄卫平, 樊锡德. 单片机控制的全数字锁相直流调速系统 [J]. 煤矿自动化 1997, 3: 1-4.
- [7] 朱继连, 刘树昌, 等. 单片机控制光电锁相稳速调速系统的分析 [J]. 长春光学精密机械学院学报, 1996, 19: 59-62.
- [8] Lin A K, Keepsel W. A microprocessor control system [J]. IECEI, 1979, 24 (3).

更正

本刊 2007 年第 15 卷第 10 期第 1379 页《基于自动标注特征点的人体关节跟踪》一文中:原作者为“王唯一,张明,金瑞华,陈爱兰”,现更正为“王唯一,刘培扬,张明,金瑞华,陈爱兰”。

特此更正!

《计算机测量与控制》杂志社

2007.11