

远程输液监控系统的设计与实现

李宏恩¹, 彭平冀¹, 荆通², 郝文延¹

1. 长治医学院生物医学工程系, 山西 长治 046000; 2. 北京春草软件科技有限责任公司, 北京 100089

【摘要】通过将输液监控终端采集到的数据无线传输到主控PC机, 实现一种远程输液监控系统设计。系统硬件采用红外对射脉冲传感器和称重传感器, 分别对输液滴速和余量进行监测, 经下位单片机STC90C516RD的数据处理, 通过WIFI无线传输到上位PC机开发的输液监控软件, 实现护理工作站对整个病房的输液实时监控。经测试, 当滴速异常、输液余量达到设定值时, 系统将主动发出报警指令, 符合系统准确性设计要求。该系统对于降低医护人员的工作强度, 降低输液风险, 提高医疗效率有一定的临床应用意义。

【关键词】远程监控; 红外对射脉冲传感器; 称重传感器; STC90C516RD

【中图分类号】R318.6

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)05-0601-04

Design and implementation of a remote infusion monitoring system

LI Hong'en¹, PENG Pingji¹, JING Tong², HAO Wenyan¹

1. Department of Biomedical Engineering, Changzhi Medical College, Changzhi 046000, China; 2. Beijing Chuncao Software Technology Limited Liability Company, Beijing 100089, China

Abstract: A remote infusion monitoring system is implemented by transmitting the data collected by the infusion monitoring terminal to the host PC via wireless mode. The system hardware adopts infrared pulse sensor and weighing cell to monitor the droplet velocity and the residual volume of infusion. The obtained data are processed by single chip STC90C516RD, and then transmitted to the infusion monitoring software of upper PC via WIFI, which realizes the real-time monitoring of infusion in the entire ward by nursing workstation. The test result showed that when the abnormal droplet velocity and the residual volume of infusion are up to the set value, the system will send out alarm instructions, which accords with the requirement for the accuracy. The proposed system has certain significance in reducing the workload for medical staff, decreasing risk in infusion and improving medical efficiency.

Keywords: remote monitoring; infrared pulse sensor; weighing cell; STC90C516RD

前言

为解决城市发展难题, 实现城市可持续发展, 建设智慧城市已成为当今世界城市发展不可逆转的历史潮流。智能医疗是智慧城市建设中不可或缺的部分, 随着信息和通信技术手段的不断创新, 医疗行业将融入更多人工智能、传感技术等高科技, 从而使医疗服务产业走向真正意义的智能化^[1]。

静脉输液是临床医学最常用的医疗手段之一, 它是利用大气压和液体静压形成的输液系统内压高于人体静脉压的原理, 将液体直接输入到人体静脉, 能起到纠正水电解质紊乱、改善微循环、控制感染、补充营养

等治疗作用。目前许多医院静脉输液仍沿用传统人工方式, 通过护士手动调节滚轮来收紧或放松输液管, 采用读秒滴数法等临床经验来调控滴速, 输液过程中有无输液异常, 是否需要更换输液瓶, 这些都需要医护人员及陪护家属的持续观察。为使输液工作更为智能、减少人工陪护, 本研究设计了一款更适用于临床医护需求的远程输液监控系统, 可实现护士在护理工作站内对于整个病房的集中监控^[2]。

1 系统总体方案设计

远程输液监测系统由主站(主控PC机)和从站(输液终端)两部分组成, 设计框图如图1所示。第一部分是主站, 由一个主站电脑PC和配套开发的实时监控软件构成; 第二部分是从站, 主要由STC90C516RD单片机为核心的智能监测与控制系统、传感器、输液架等构成。系统工作原理可以概括为: 主控PC作为主机用于

【收稿日期】2018-11-10

【作者简介】李宏恩, 硕士, 副教授, 从事医学电子仪器设计与研究, E-mail: lihongen888@qq.com

监控输液终端的输液状态,由输液监测终端监测到的各种数据发送到主控PC以完成监控功能;当挂瓶中的液体低于设定值或滴速高于预设值时,系统会自动发出报警信号提醒医护人员进行及时处理。本系统选择

WIFI作为远程数据传输方式,主要是因为它在信息传输中有足够的通信距离,只要信号基站稳定性好,就可以实现点对多点通信,且安装方便,克服了传统串口连接和蓝牙通信距离有限,只适用于点对点通信的缺点^[3-6]。

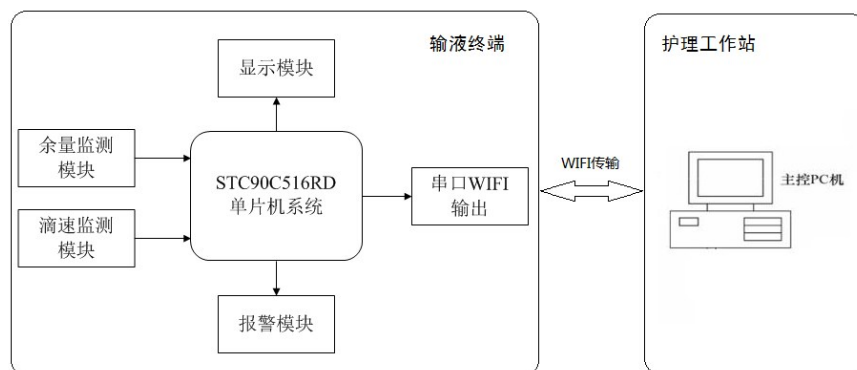


图1 系统结构示意图

Fig.1 System structure diagram

2 系统硬件设计与软件设计

根据系统方案设计,本研究的远程输液监控系统硬件部分主要针对下位机进行,软件设计包括下位机软件设计和上位机监控软件设计。

2.1 下位机系统硬件设计

下位机系统构成主要包括以下模块:STC90C516RD单片机是系统控制核心,监测电路模块采集到的数据都将通过单片机进行分析和处理;滴速监测采用红外对射脉冲传感器监测技术^[7-8],在滴管处对输液速度进行监测;液体余量监测采用称重传感器结合HX711实现;报警模块通过在软件设计中设定一个专用延时子程序和时间阈值,以此来控制声光报警装置发出警报;数据的无线传输通过ESP8266低功耗WIFI无线模块来实现^[9-11]。

2.2 系统软件设计

系统软件设计流程图见图2。

2.2.1 下位机软件设计 首先对主程序定时器进行初始化,接着分别调用液体滴速和液体余量监测子程序,通过数据分析和计算,得到当前液体滴速和液体余量,并通过计数子程序与系统设定值进行对比,如液体滴速大于或小于系统设定值,或者液体余量小于系统设定值,则系统会通过单片机向声光报警装置发出报警指令,液体当前滴速和液体余量同时将通过显示子程序显示在LCD显示屏,最后将结果经串口WIFI输出^[12-14]。

2.2.2 上位机软件设计 本系统上位机软件设计基于Windows7 32位平台操作系统,运用Microsoft Visual Basic 6.0系统为开发工具。上位机软件界面如图3所示。

上位机输液监控软件实现如下功能^[15-17]:(1)实

现对下位机数据接收和实时显示,包括输液总滴数、输液滴速(滴/min)、液体余量、液体滴完的剩余时间等参数;(2)报警参数设置,包括滴速的上下限值、液体余量上下限值;(3)系统环境配置,包括本地计算机通讯参数,以及设备(地址号)与实际病床号设置。

3 系统测试及结果分析

输液滴速监测和报警的准确性对于系统正常使用至关重要,系统测试主要针对滴速监测和报警装置,并进行系统测试结果分析^[18]。

3.1 滴速监测测试

本次测试一共测试5组输液滴速,实际滴速分别是27、35、57、74、83滴/min,每组数据分别测量10次以保证监测稳定性。其测试结果见表1。

由表1可以得到,使用本系统得到的实测滴速与实际滴速误差仅为 ± 1 滴,符合临床输液监控的准确性设计要求。

3.2 余量报警测试

余量不足报警与结束报警功能是远程输液监控系统的一个重要组成部分。余量不足报警功能可以为护士提供充分的处理时间,结束报警功能实现持续报警,提醒医护人员为患者及时拔出针头或更换药液。

余量不足报警与结束报警功能测试方法:①将一瓶500 mL生理盐水以60滴/min进行输液余量监测,测试当液体剩余量分别低于20、30、50 mL时,输液终端监控模块是否进行灯光(LED1点亮)报警,并同时利用蜂鸣器发出持续20 s的声音报警;②当输液结束时,提示灯(LED1、LED2同时点亮)报警,主

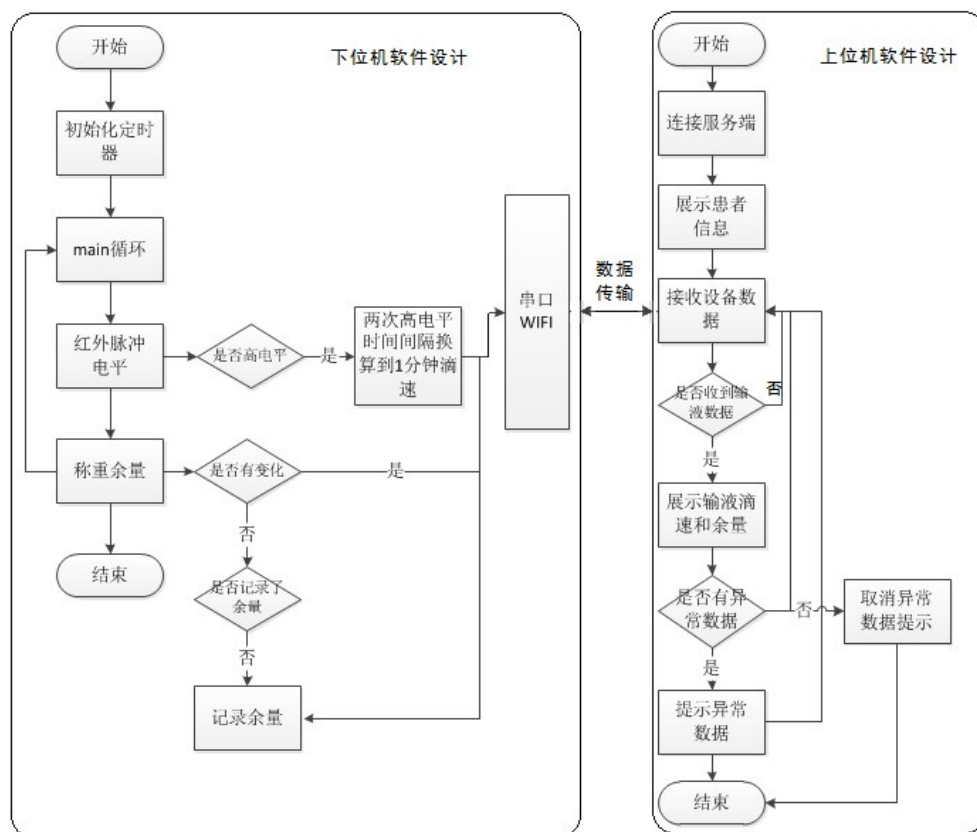


图2 系统软件设计流程图

Fig.2 Flow chart of system software design

XX医院输液监控系统

科室名称: 房间号:

1#病床

总滴数: 0 流速: 0

剩余量: 500 剩余时间: 0

挂药 摘药

病人名称: 级别护理:

单瓶总量: 500 mL

2#病床

总滴数: 0 流速: 0

剩余量: 500 剩余时间: 0

挂药 摘药

病人名称: 级别护理:

单瓶总量: 500 mL

3#病床

总滴数: 0 流速: 0

剩余量: 500 剩余时间: 0

挂药 摘药

病人名称: 级别护理:

单瓶总量: 500 mL

4#病床

总滴数: 0 流速: 0

剩余量: 500 剩余时间: 0

挂药 摘药

病人名称: 级别护理:

单瓶总量: 500 mL

参数设置

1#病床: 地址: 1	SP上限报警: 75	SP下限报警: 10	W上限报警: 800	W下限报警: 100	请谨慎本参数设置 在右侧对应的框内 写好需修改的参数 如果通讯正常, 将 2s内自动改下位机
2#病床: 地址: 2	SP上限报警: 75	SP下限报警: 10	W上限报警: 800	W下限报警: 100	
3#病床: 地址: 3	SP上限报警: 75	SP下限报警: 10	W上限报警: 800	W下限报警: 100	
4#病床: 地址: 4	SP上限报警: 75	SP下限报警: 10	W上限报警: 800	W下限报警: 100	

通讯参数: 串口号: 4 其它参数: 9600, n, 8, 1

启动 停止

下传参数不成功

图3 上位机软件界面图

Fig.3 Upper computer software interface

控PC机监控界面是否实现发光报警提示,并持续发出声音报警直至医护人员做出相应处理。经几次测

试,输液结束报警功能能够正常工作,余量不足报警功能误差在 ± 2 mL内,总体满足系统监控设计需求。

表1 输液实际滴速与实测滴速对比分析表

Tab.1 Comparative analysis of actual droplet velocity and measured droplet velocity

滴速	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组
实际滴速/滴·min ⁻¹	27	35	57	74	83
实测滴速/滴·min ⁻¹	26(3次)	34(3次)	56(2次)	73(3次)	82(2次)
	27(5次)	35(4次)	57(4次)	74(5次)	83(6次)
	28(2次)	36(3次)	58(4次)	75(2次)	84(2次)
液滴周期/s	2.22	1.71	1.05	0.81	0.72

3.3 测试结果误差分析

根据以上测试过程及结果分析,监测数据与实际情况存在误差的原因主要是:(1)滴速监测采用红外对射监测技术,在滴管处对输液速度测量时,红外发射管与接收管的对应位置容易出现偏差,太高或太低可能造成不能准确采集液滴数,导致读数有一定的误差。(2)液体余量监测中由于不同药液的密度不同,导致利用称重传感器监测液体余量时存在一定的误差。

4 总 结

本研究实现了远程输液监控系统设计,具有低功耗、性能稳定、运行稳定等特点。系统设计采用红外对射传感器和称重传感器相结合,基于STC90C516RD单片机分析和处理数据,进而获得准确的临床输液参数,并将数据通过WIFI无线传输到主控PC终端中的输液实时监控软件。经系统测试,该系统在滴速监测和余量监测中误差处于正常范围,能很好地实现远程实时输液监控,提升了护理工作的效率、降低了工作强度,同时提升了患者满意度及舒适度,弥补了当前医院静脉输液过程中的不足,具有一定临床应用意义。

【参考文献】

[1] 赵霞, 李小华, 周毅, 等. 基层医疗卫生信息系统标准体系研究[J]. 医学信息学杂志, 2018, 39(8): 47-50.
ZHAO X, LI X H, ZHOU Y, et al. Study on the standard system of primary health information system[J]. Journal of Medical Intelligence, 2018, 39(8): 47-50.

[2] 边疆, 肖洋, 付敏, 等. 输液控制与智能换液系统[J]. 电子测试, 2018 (13): 24-25.
BIAN J, XIAO Y, FU M, et al. System of infusion control and its automatically replacement[J]. Electronic Test, 2018(13): 24-25.

[3] 洗进, 潘旭伟. 基于AVR单片机的林区远程监控系统[J]. 微型电脑应用, 2018, 34(10): 107-110.
XIAN J, PAN X W. Forest remote monitoring system based on the single chip microcomputer AVR[J]. Microcomputer Applications, 2018, 34(10): 107-110.

[4] 付华, 黄嵩, 丁柏闻, 等. 基于ZigBee技术的输液监控系统的设计与实现[J]. 压电与声光, 2013, 35(5): 756-758.
FU H, HUANG S, DING B W, et al. Design and implementation of monitoring system for transfusion based on ZigBee technology[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2013, 35(5): 756-758.

[5] 余其江, 高飞, 邢传玺, 等. 基于无线传感网络的数据采集及远程监控系统研究与实现[J]. 无线通信, 2017, 7(3): 111-117.

YU Q J, GAO F, XING C X, et al. Study and implementation of collecting data and remote monitoring system based on WSN[J]. Hans Journal of Wireless Communications, 2017, 7(3): 111-117.

[6] THARIYAN K, VERMA S, TANEJA S R, et al. Design and development of a unique drop sensing unit for infusion pump[J]. J Sci Ind Res, 2002, 61(10): 798.

[7] 李琴, 梁光胜. 基于MCGS的液体点滴监控系统模型的设计与实现[D]. 北京: 华北电力大学, 2010.
LI Q, LIANG G S. Design and implementation of liquid drop monitoring system model based on MCGS[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2010.

[8] 赵燕. 传感器原理及应用[M]. 北京: 北京大学出版社, 2010.
ZHAO Y. Principle and application of sensor[M]. Beijing: Peking University Press, 2010.

[9] 马将, 杨昆, 文字桥, 等. 重症监护病房输液监护系统的研制[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(9): 43-46.
MA J, YANG K, WEN Y Q, et al. Developing the monitoring system of infusion in ICU[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2013, 32(9): 43-46.

[10] 杨莹, 周晓旭, 郭晓澎, 等. 基于WiFi的分布式无线数据采集系统[J]. 电子测量技术, 2016, 39(11): 122-125.
YANG Y, ZHOU X X, GUO X P, et al. Distributed wireless data acquisition system based on WiFi[J]. Electronic Measurement Technology, 2016, 39(11): 122-125.

[11] 黄戎, 何红梅, 李智, 等. 基于STC89C52的便携式输液监控器[J]. 激光杂志, 2013, 34(2): 51-52.
HUANG R, HE H M, LI Z, et al. The portable infusion monitor devices based on STC89C52[J]. Laser Journal, 2013, 34(2): 51-52.

[12] 张玉. 无线通讯式输液监控系统的设计[J]. 制造业自动化, 2012, 34(5): 136-139.
ZHANG Y. The design of the infusion monitoring system based on wireless communication[J]. Manufacturing Automation, 2012, 34(5): 136-139.

[13] 宋宇, 翁新武. 一种智能化输液监控管理系统[J]. 现代电子技术, 2014(3): 114-116.
SONG Y, WENG X W. Intelligent management system for monitoring transfusion[J]. Modern Electronics Technique, 2014(3): 114-116.

[14] ASOGWA C O. Research on routing protocols for wireless body area network[D]. Changsha: Hunan University, 2011.

[15] 刘凯, 肖潮, 陈贝翼, 等. 基于云服务的心电智能诊断系统[J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34(8): 860-864.
LIU K, XIAO C, CHEN B Y, et al. Cloud service-based intelligent electrocardiograph diagnosis system[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2017, 34(8): 860-864.

[16] PATRICK K. Zigbee technology: wireless control that simply works[J]. Communications Design Conference, 2003(2): 54-58.

[17] JEON S, CHUA B. Conductive polylactic-acid filament for dose monitoring in syringe-less wearable infusion pump[J]. Sens Actuators B Chem, 2018, 258: 1080-1089.

[18] 张亮. 医用输液监测系统的研究与设计[D]. 福州: 福建师范大学, 2011.
ZHANG L. Research and design of medical infusion monitoring system[D]. Fuzhou: Fujian Normal University, 2011.

(编辑:薛泽玲)