

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2018.04.008

便携式智能输液点滴速度监控报警装置的设计

王莎莎, 贾明玺, 刘存, 李文, 汤建新

(湖南工业大学 生命科学与化学学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 为了实现静脉输液的智能化, 基于红外对射技术设计了一套以单片机为核心的智能输液点滴速度监控报警装置。该设计以 51 系列的 STC89C52 单片机为主体, 用二极管元件进行光-电信号的转换, 经 LM393 电压比较器进行电平比较, 信号经单片机处理, 最终由发光二极管和蜂鸣器进行声光报警。实验结果表明, 本设计实现了点滴信号的采集及显示, 并可根据设定的上下限红外感应报警时间判断是否发出声光警报, 解决了静脉输液液滴速度调控、液滴缺液的检测等问题, 可有效避免静脉输液时的换液不及时现象, 减轻病人家属和医护人员的负担。

关键词: 单片机; 红外对射式传感器; 声光报警; 速度监控

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2018)04-0049-06

Design of Portable Intelligent Medical Venous Transfusion Monitoring and Alarm Device

WANG Shasha, JIA Mingxi, LIU Cun, LI Wen, TANG Jianxin

(College of Life Sciences and Chemistry, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: To realize the intelligent venous transfusion, a design utilizing infrared radiation technology has been proposed for an intelligent infusion speed monitoring alarm device based on single chip microcomputer. The design, with 51 series STC89C52 micro-controller as the main body, uses diode elements to convert the optical electrical signals. Based on a comparison with LM393 voltage comparator, and a processing of the signal by a single chip microcomputer, the light emitting diode and buzzer will sound an acousto-optic alarm. The results show that the design realizes the collection and display of the drop signal, with its ability to determine whether to sound an acousto-optic alarm according to the set of upper and lower limit infrared induction alarm time. This design helps to overcome the flaws of regulation of dripping speed and insufficient droplets, thus effectively avoiding untimely fluid infusion and reducing the burden on the families of patients and medical staff.

Keywords: single chip microcomputer; infrared radiation sensor; audible and visual alarm; speed monitoring

收稿日期: 2017-12-26

基金项目: 湖南省科技厅基金资助重点项目(2016NK2096), 国家自然科学基金资助项目(51774128), 湖南省自然科学基金资助项目(2018JJ2090, 2018JJ4009), 中国包装联合会绿色包装与安全专项研究基金资助项目(2017ZBLY14)

作者简介: 王莎莎(1993-), 女, 河南商丘人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为肿瘤的早期诊断与治疗,

E-mail: 2842632128@qq.com

通信作者: 李文(1980-), 男, 湖南长沙人, 湖南工业大学副教授, 博士, 主要从事分子生物学, 纳米功能材料及食品包装安全领域方面的教学与研究, E-mail: 331631693@qq.com

0 引言

随着微电子技术和信息技术的应用,医疗卫生领域正在进行着一场信息化变革。在医疗卫生领域中,对输液的实时监控有着极高要求^[1-4]。静脉输液是临床治疗中的重要方法之一,而在病患输液过程中,许多医院或诊所仍然依靠医护人员来监管输液情况。据统计报道^[5-6],中国输液数量远高于世界水平,大多数住院病人均会接受输液治疗,这无疑增加了医护人员的负担,同时也给重症病人的安全带来隐患。所以研究设计操作简单、灵敏度高、体积小、性价比高的输液监控装置具有重要的现实意义^[7-8]。

本研究设计了一款智能输液点滴速度监控报警装置,其以 STC89C52 单片机为核心的点滴输液报警系统,通过红外发光二极管的发射和红外接收管的接收,将光信号转换为电信号,由单片机控制,可判断出是否有液滴滴落,最终通过声光报警器显示出来。在整个信号感应、数据处理、显示过程中,加设 2 个按键模块,以调节预先设定的液滴感应间隔时间。通过按键,不仅可切换数码管的显示界面,还可调整时间间隔的上下限,超出设定范围时会发出声光报警功能,且报警时间可持续至医护人员对病患进行换瓶或拔针处理。研究表明,若监控系统的灵敏度较高,稳定性较好,则可用来代替人工监护^[9-12]。

1 系统组成和工作原理简介

1.1 系统组成

图 1 所示为设计的基于 STC89C52 单片机的智能输液点滴速度监控报警装置的总体结构图。可见,该装置主要包含红外液滴检测电路、可调控速度的按键电路、驱动报警系统电路、数码管显示电路、声光报警电路等,且其采用低损耗、高性能的 8 位微处理器 STC89C52 作为控制核心。

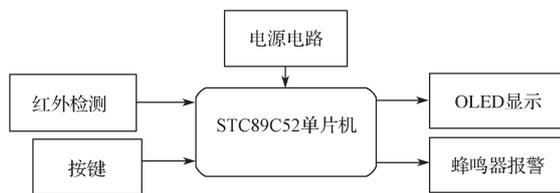


图 1 速度监控报警装置的系统结构

Fig. 1 System structure of the speed monitoring alarm device

1.2 工作原理

采用 STC89C52 单片机作为控制中心,红外感应检测液滴的滴落情况及测定滴速,由按键和红外发光二极管及红外接收管组成输入系统,由数码管及蜂鸣器组成无线输出系统的智能化输液控制及报警系统。

初始状态时,打开系统按键开关,装置进入工作状态,红外检测电路对液滴的滴落情况进行实时监控,将有无液滴滴落的情况转变为高低电平信号传送给单片机处理。此电路中,输液缓冲管在有无液滴滴落两种状态下,由 LM393 输出端产生一个脉冲传送到单片机,并由其对接受的脉冲信号进行分析处理,再将信号传送给报警装置,报警系统根据对信号的分析判断是否发出声光报警。预先设置好液滴间隔时间,正常工作时,设置好的时间会在数码显示管显示出来,两个“+”“-”按键可调节预设报警时间。

2 系统硬件设计

2.1 电路模块

电路模块主要由电源电路、整流电路、电容和稳压器等组成。电源电路是保障设计电路能正常运行的重要前提,包含 12 V、50 Hz 的交流电源。本设计中选用桥式整流电路,该电路可将交流电压转换为直流电压,但经过整流后的电压不是很稳定,会受到外界因素如负载的影响。电容具有滤波功能,可以过滤整流后掺杂的交流电,筛选出电路必要的直流电,以便获得较稳定的电压。将防自激型电容连接在稳压块两端,可防止稳压块和整流后的电压发生自激现象。此外,LM7805 是一个三端稳压器,其三端分别为输入端、输出端和接地端。三端电位的排列通过引脚的位置决定,其作用是稳定整流后的电压。经其稳压后,电压直接用于电路中的其它模块,驱动其它电路的正常工作,便于其功能的正常运行^[13-15]。

2.2 红外液滴检测模块

计算滴速的关键是要精确采集液滴的信号,由红外液滴检测模块来完成信号的采集,图 2 所示为设计的红外液滴检测电路。

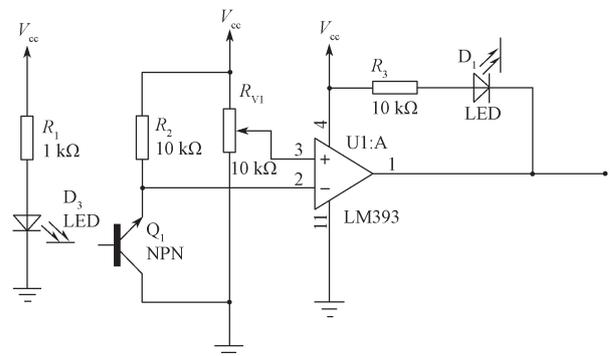


图 2 红外液滴检测电路

Fig. 2 Infrared liquid drop detection circuit

如图 2 所示,正常工作状态下,红外发光二极管发射红外光,接收管将接收到的红外光转换成电流。当输液缓冲管中有液滴滴落时,由于液滴的阻挡,

红外光线不能通过, 系统中接收管 Q_1 感应不到发光管 D_3 发射的光线。这相当于电路在 Q_1 处断开, 而 R_2 和 Q_1 的连接处相当于一根导线。在这种状况下, LM393 的 2 端处于高电平, 3 端处于低电平。此时, LM393 输出 1 端会产生低电平, 在输出 1 端连接着的 LED, 其正向是高电平 VCC, 反向是低电平, 因此 D_1 会导通, 显示有液滴通过。

当输液缓冲管中无液滴滴落时, 由于没有液滴的阻挡, 红外光线可以通过, 系统中接收管 Q_1 可以感应到来自发光管 D_3 发射的光线, 会在电路中产生强电流。该情况下, Q_1 处于工作状态, LM393 的反相 2 端为低电平, 正相 3 端为高电平。此时, LM393 输出 1 为高电平, 由于两端电压的差值, 输出端处的 LED 因不导通而不发光, 显示无液滴通过。

通过电路分析可知, 输液缓冲管在有、无液滴滴落两种状态下, 在 LM393 输出端会产生一个脉冲传送到单片机处, 由 STC89C52 来分析该脉冲, 并操纵整个电路做出相应反应。低电平表示有液滴通过, 高电平表示无液滴通过。将 LM393 输出端连接在 STC89C52 的 I/O 端口, 利用单片机定时器的功能可测量两个上升沿的时间间隔, 即两液滴间的时间间隔, 从而计算出液滴滴落速度^[16-17]。

2.3 报警模块

报警模块的主要功能结构为报警电路, 见图 3。

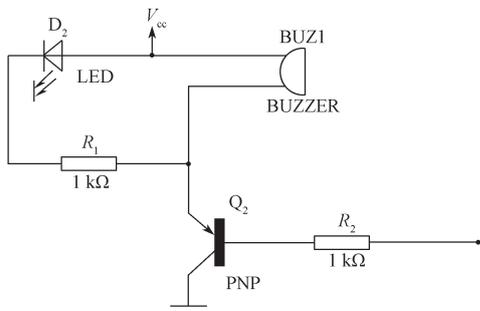


图 3 报警电路

Fig. 3 Alarm circuit

分析图 3 可知, 若检测到输液缓冲管中有药液滴下时, PNP 型三极管 Q_2 基极为高电平, 射极为高电平, 在这种情况下, 三极管 Q_2 截止, 感应的信息无法进行传递, 此时 D_2 和 BUZ1 不工作; 若检测到输液缓冲管中无药液滴下时, Q_2 基极为低电平, 射极为高电平, 三极管导通, 感应信息可以进行传递, D_2 和 BUZ1 工作, 整个电路处于正常状态, 系统会发出声光报警, 达到事先预想的目的。

2.4 显示模块

利用单片机编程, 设定液滴间隔时间为 1~9 s, 在数码显示管中显示出来。所设定的液滴间隔时间是

输液时点滴液滴间的限制时间, 当输液缓冲内点滴在预先设置的时间内没有药液滴落时, 整个装置会发出声光报警, 提醒医护人员及时对病患进行相应处理。数码管具有能耗低、损耗低、寿命长、编程简单等特性, 完全可以满足显示方案的数据^[18]。

3 系统软件设计

用 C 语言对系统进行程序的编写, 通过 Keil 进行相应的程序开发, 并用 Proteus 软件进行电路仿真。该系统的软件部分为嵌入式程序部分, 包括主程序、液滴检测、滴速调控、按键设置、数码显示、声光报警等程序设置。接下来重点介绍红外液滴检测和报警模块两个主要子程序设计。

由上述讨论可知, 红外检测电路把有无液滴滴落的信号转换为高低电平信号: 无液滴滴落时, 输出高电平; 有液滴滴落时, 输出低电平。液滴滴落的有无会形成脉冲宽度调制波形。STC89C52 的定时器对脉冲宽度调制波形进行周期测量。当定时器检测到上升沿信号时, 开始进行计数, 检测到下一次上升沿信号时, 把当前计数值放到对应通道的捕获 / 比较寄存器中, 这样就完成了脉冲宽度调制波形的周期测量。两个液滴滴落的时间间隔就是定时器测定的周期, 记为 T , 单位为 ms。滴速记为 v , 单位为滴 / min。由于液滴滴落情况容易受到外界环境的影响, 产生较大的波动, 因此为提高滴速测量精度, 采用连续测量 10 个液滴滴落取平均速度的方法^[18-25]。实践表明, 此种测量方案完全能够达到测量精度要求。红外检测和声光报警子程序流程如图 4 所示。

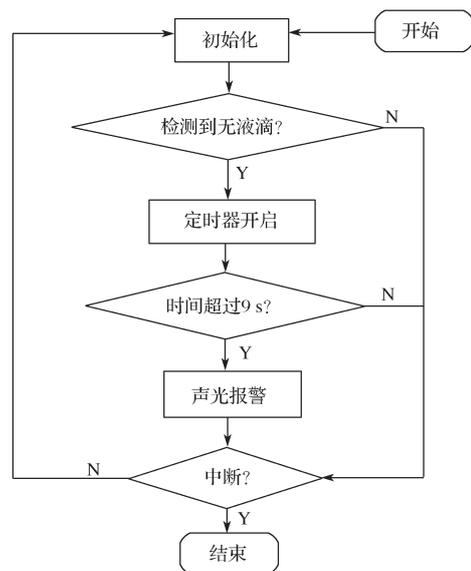


图 4 红外检测和声光报警程序流程图

Fig. 4 A flow chart of infrared detection and acoustooptic alarm

4 仿真结果与分析

图5是设计的点滴速度监控报警装置电路仿真图,设定的报警时间为9s,用红外检测信号按键代替有无液滴通过,即按键按下时表示有液滴通过。当

两液滴滴落间隔时间超过9s时,输液报警器会发出声光报警,提醒医护人员及时换液或者及时处理病人输液不正常等问题。按下复位按键,系统装置回到初始状态,可重新设置预设报警时间。

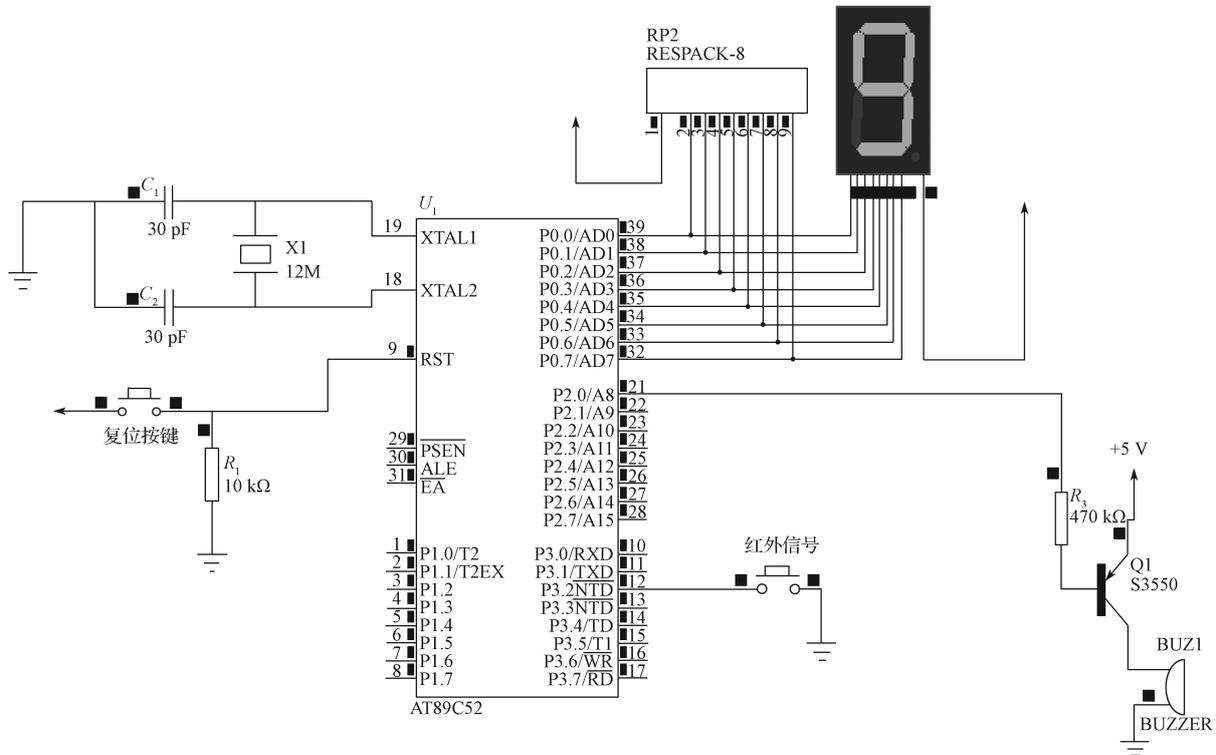


图5 点滴速度监控报警装置电路仿真图

Fig. 5 Circuit simulation diagram of the dropping rate monitoring alarm device

通过对设计电路的调控和仿真,得知本系统实现了以下功能:

- 1) 具有红外感应报警功能,可及时通知医护人员进行处理;
- 2) 具有一定的报警范围,且这个报警范围是可以设定的,根据病人的患病程度、病人年龄以及病人的整体情况,所输的药液浓度不同,所设的报警范围也不同;
- 3) 当输液瓶内的药液停止的时间达到所设定的报警时间时,系统会发出声光报警信号,通知医护人员拔针,避免出现回血等其他意外状况。

5 结语

本研究基于红外对射技术,提出了一套以单片机为核心的便携式智能输液点滴速度监控报警装置设计方案。该设计实现了对液滴滴速的测量、点滴信号的采集及显示,设定上下限红外感应报警时间来判断是否发出声光警报,系统在输液时滴速低于设定值就会自动报警。同时,也可根据患者的年龄、病患程度

的不同,调节输液时报警时间的间距,且报警时间的长短也可以通过改变程序得以调节。解决了静脉输液液滴速度调控、液滴缺液的检测等问题。

所设计的便携式智能输液点滴速度监控报警装置的设计方案是基于STC89C52的控制系统,其设计简单,容易操控,具有声光报警功能,可实现静脉输液的便携式及智能化,提高医护水平。同时,有效避免了静脉输液时的换液不及时,减小了家属和医护人员的负担,解决了病患输液中未及时换液或未及时检查病人输液时遇到的突发情况等问题,加快了自动化智能医疗事业的发展。

参考文献:

- [1] 邱春芸. 门诊静脉输液存在的护理问题及对策[J]. 吉林医学, 2013, 31(26): 4498.
QIU Chunyun. Outpatient Intravenous Infusion Problems and Countermeasures[J]. Jilin Medical Journal, 2013, 31(26): 4498.
- [2] 张克平. 静脉输液液位自动检测系统的研究[D]. 兰州:

- 兰州理工大学, 2012.
ZHANG Keping. Research on Automatic Detection System of Intravenous Infusion Fluid[D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2012.
- [3] 刘枝国, 刘世华. 静脉输液质量与风险处理预案 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2008: 30-50.
LIU Zhiguo, LIU Shihua. Preventive Measures of Quality and Risk of Intravenous Infusion[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2008: 30-50.
- [4] 方庆山, 汪玉. 基于STC89C52单片机的静脉输液监控系统的设计 [J]. 中国医疗设备, 2011, 26(6): 40-42.
FANG Qingshan, WANG Yu. Design of Intravenous Infusion Monitoring System Based on STC89C52[J]. China Medical Devices, 2011, 26(6): 40-42.
- [5] CHEN M, WAN J, LI F. Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards, and Applications[J]. Ksii Transactions Internet & Information Systems, 2012, 6(2): 480-497.
- [6] 何宏. 单片机原理与接口技术 [M]. 5版. 北京: 国防工业出版社, 2000: 30-40.
HE Hong. SCM Principle and Interface Technology[M]. 5th ed. Beijing: National Defense Industry Press, 2000: 30-40.
- [7] 李广弟. 单片机基础 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001: 20-100.
LI Guangdi. Microcontroller Basics[M]. Beijing: Beijing Aerospace Press, 2001: 20-100.
- [8] 刘守义. 单片机技术基础 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007: 35-60.
LIU Shouyi. SCM Technology Basics[M]. Xi'an: Xidian University Press, 2007: 35-60.
- [9] 陈海宴. 51单片机原理及应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010: 80-100.
CHEN Haiyan. 51 SCM Principle and Its Application[M]. Beijing: Beihang University Press, 2010: 80-100.
- [10] 朱一伦. 智能仪器基础 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 20-40.
ZHU Yilun. Basics of Intelligent Instruments[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007: 20-40.
- [11] 陈永甫. 红外探测与控制电路 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005: 55-75.
CHEN Yongfu. Infrared Detection and Control Circuit[M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2005: 55-75.
- [12] 胡炎申, 谢运祥. 通信用高频开关电源技术发展综述 [J]. 通信电源技术, 2005, 22(5): 57-60.
HU Yanshen, XIE Yunxiang. Summary of Technology Development for Communication Application Specific High Frequency Switching Power Supply[J]. Telecom Power Technologies, 2005, 22(5): 57-60.
- [13] 黄戎, 何红梅, 李智. 基于STC89C52的便携式输液监控器 [J]. 激光杂志, 2013, 34(2): 51-52.
HUANG Rong, HE Hongmei, LI Zhi. The Portable Infusion Monitor Devices Based on STC89C52[J]. Laser Journal, 2013, 34(2): 51-52.
- [14] 伊永菊, 袁衡新, 王国, 等. 危重监护与输液控制诊疗一体化系统: 中央监控服务器的设计与研发 [J]. 中国医学物理学杂志, 2012, 29(3): 3393-3396.
YI Yongju, YUAN Hengxin, WANG Guo, et al. The Care and Treatment Integration System of ICU: The Design of Central Monitor and Infusion Server[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2012, 29(3): 3393-3396.
- [15] 翟犇. 基于无线网络的智能输液控制系统的研制 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010.
ZHAI Ben. Development of Intelligent Infusion Control System Based on Wireless Network[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010.
- [16] 刘刚, 凌强, 徐骏, 等. 基于STM32的输液监控系统设计与实现 [J]. 微型机与应用, 2016, 35(1): 91-94.
LIU Gang, LING Qiang, XU Jun, et al. Design and Implementation of Transfusion Monitoring Systems Based on STM32[J]. Microcomputer and Its Applications, 2016, 35(1): 91-94.
- [17] 王海, 王建卫, 周熠, 等. 基于单片机STC89C51输液监控装置报警系统的设计 [J]. 电子制作, 2016(13): 20, 22.
WANG Hai, WANG Jianwei, ZHOU Yi, et al. Design of Alarm System Based on Single-Chip STC89C51 Infusion Monitoring Device[J]. Electronic Manufacturing, 2016 (13): 20, 22.
- [18] 徐光宪, 郭琳, 陆伟. 智能输液监控系统的设计与实现 [J]. 激光杂志, 2014, 35(9): 119-121.
XU Guangxian, GUO Lin, LU Wei. Design and Implementation of Intelligent Infusion Monitoring System[J]. Laser Journal, 2014, 35(9): 119-121.
- [19] 陶资, 谢艳新, 孙丽爽, 等. 基于单片机的教室灯光智能控制系统的研究 [J]. 吉林农业科技学院学报, 2014, 23(2): 33-35.
TAO Zi, XIE Yanxin, SUN Lishuang, et al. Research on Classroom Lighting Intelligent Control System Based on Single-Chip Microcomputer[J]. Journal of Jilin Agricultural Science and Technology College, 2014, 23(2): 33-35.
- [20] 郭雪涛, 王恺, 王茜, 等. 一种电子输液报警器的研制 [J]. 医疗卫生装备, 2015, 33(5): 23-26.
GUO Xuetao, WANG Kai, WANG Xi, et al. Development of Electronic Infusion Alarm System[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2015, 33(5): 23-

- 26.
- [21] 冯爽, 蒋念平. 基于STM32的无线数据传输综合应用[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(9): 228-231.
FENG Shuang, JIANG Nianping. Wireless Data Transmission Applications Based on STM32[J]. Computer Systems & Applications, 2012, 21(9): 228-231.
- [22] 杨光伟, 钱志余, 李赳韬, 等. 一种新型智能输液监护系统的研制[J]. 生物医学工程研究, 2011, 30(1): 35-38.
YANG Guangwei, QIAN Zhiyu, LI Weitao, et al. A New Intelligent Monitoring System for Infusion[J]. Journal of Biomedical Engineering Research, 2011, 30(1): 35-38.
- [23] 王东峰. 单片机C语言应用100例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 30-70.
WANG Dongfeng. SCM C Language Application of 100 Cases[M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2009: 30-70.
- [24] 刘克成, 张凌晓. C语言程序设计[M]. 2版. 北京: 中国铁道出版社, 2005: 40-45.
LIU Kecheng, Zhang Lingxiao. C Language Programming[M]. 2nd ed. Beijing: China Railway Publishing House, 2005: 40-45.
- [25] BLUM Richard. 汇编语言程序设计[M]. 马朝晖, 译. 北京: 机械工业出版社, 2006: 15-20.
BLUM Richard. Professional Assembly Language[M]. MA Zhaohui, Translated. Beijing: China Machine Press, 2006: 15-20.

(责任编辑: 廖友媛)

(上接第48页)

- XIE Laili, GU Fanglin, MA Dongtang, et al. Improved Method Based on Tone Reservation to Reduce PAPR[J]. Communications Technology, 2017, 50(6): 1108-1114.
- [7] 李恩玉, 杨士中, 吴皓威, 等. 一种基于PTS技术降低OFDM系统峰均比的改进算法[J]. 电子与信息学报, 2011, 33(10): 2511-2515.
LI Enyu, YANG Shizhong, WU Haowei, et al. An Improved Method for PAPR Reduction in OFDM Systems Based on the PTS[J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2011, 33(10): 2511-2515.
- [8] 高宇航, 李莉, 韩力, 等. 基于相位翻转PTS降低OFDM系统PAPR的改进算法[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2016, 34(1): 8-15.
GAO Yuhang, LI Li, HAN Li, et al. PAPR Reduction Technology Based on Phase Flip PTS for OFDM System[J]. Journal of Jilin University(Information Science Edition), 2016, 34(1): 8-15.
- [9] 乐兵兵, 吴多龙, 李瑞, 等. 一种改进的降低OFDM系统PAPR的PTS算法[J]. 电子技术, 2011, 38(3): 51-53.
LE Bingbing, WU Duolong, LI Rui, et al. An Improved PTS Algorithm Reducing PAPR in OFDM System[J]. Electronic Technology, 2011, 38(3): 51-53.
- [10] 卢光跃, 邵朝, 罗琳. 用部分传输序列方法降低实数OFDM信号峰均值比[J]. 电子与信息学报, 2007, 29(4): 971-974.
LU Guangyue, SHAO Chao, LUO Lin. Peak-to-Average Power Ratio Reduction in Real-Valued OFDM Systems Using PTS Method[J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2007, 29(4): 971-974.
- [11] 杨莘元, 李卓, 栗春辉. OFDM-PTS算法中的三种不同分割方法的特性[J]. 信息技术, 2015(8): 82-85.
YANG Shenyuan, LI Zhuo, LI Chunhui. Characteristics of the Three Different Segmentation Algorithms in OFDM-PTS Algorithms[J]. Information Technology, 2015(8): 82-85.

(责任编辑: 廖友媛)