

# 基于 STM32 智能医疗输液监控系统的设计

李水峰<sup>1</sup>, 袁仲鸣<sup>2</sup>, 陈文奕<sup>2</sup>, 杜宇上<sup>1</sup>

(1. 广东工业大学 实验教学部, 广州 510006; 2. 广东工业大学 材料与能源学院, 广州 510006)

**摘要:** 针对当前医疗输液监控系统存在的问题, 设计了一套基于嵌入式 STM32 智能医疗输液监控系统; 该系统通过智能输液监控装置检测输液的流速和输液瓶的液位, 控制步进电机装置自动调节到设定的流速; 通过无线传输模块将信息及时传送到上位机远程监控平台, 医护人员通过上位机远程监控平台, 实现对多个房间的智能输液监控装置进行监控和管理; 同时本系统还具有声光报警、远程断液和个人信息查询等功能; 经过测试, 本系统工作稳定可靠, 具有广泛的应用价值和发展前景。

**关键词:** 输液监控; STM32; WIFI; 红外检测

## Design of Intelligent Infusion Monitoring System Based on STM32

Li Shuifeng<sup>1</sup>, Yuan Zhongming<sup>2</sup>, Chen Wenyi<sup>2</sup>, Du Yushang<sup>1</sup>

(1. Experimental Teaching Center, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2. School of Materials and Energy, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** In view of the problems existing in the currently medical infusion monitoring system, an intelligent infusion monitoring system based on embedded STM32 is designed. The system detects the dropping speed of the infusion and the liquid level of the infusion bottle through the intelligent infusion monitoring device, and controls stepper motor to automatically adjust the dropping speed of the infusion. The system transmits the information to the remote monitoring soft platform of PC by WIFI module. Medical staff can control the intelligent infusion monitoring devices of many wards through the remote monitoring soft platform of PC. Meanwhile, the system also has sound and light alarm, remotely terminated infusion and personal information inquiries etc. The system performs steadily and efficiently in test, and has the widespread value and the prospects for development.

**Keywords:** infusion monitoring; STM32; WIFI; infrared monitoring

## 0 引言

目前, 大多数国内医院仍然依靠人工监督输液状态, 人工监督方式增加了医护人员的工作量。仅在 ICU 病房才使用全智能的输液监控系统, 而且这些全智能输液监控系统基本采用进口的<sup>[1-3]</sup>。由于进口的全智能输液监控产品非常昂贵, 普通医院无法承担大笔费用支出, 这给国内医院临床医疗点滴监控智能化系统管理带来了较大困难<sup>[4-5]</sup>。针对当前医疗输液监控系统存在的问题, 本文主要介绍一种基于嵌入式 STM32 智能医疗输液监控系统, 该系统分为智能输液监控装置(下位机)和远程监控平台(上位机), 通过无线 WIFI 模块实现上位机与下位机之间的通信。下位机的主控单元和上位机的总站监控器采用嵌入式 STM32F103X 单片机作为主控芯片, 负责采集和处理各种信号。远程监控平台采用 C# 语言开发, 医护人员通过远程监控平台, 可以实现对多个房间的下位机进行监控和管理。同时, 该系统在实现输液监控、声光报警、远程断液和个人信息查询等功能的前提下, 尽量减少产品成本、

节省人力资源、提高输液管理的工作效率, 来满足医疗机构和社会的需求。

## 1 系统总体设计

智能医疗输液监控系统从功能结构上主要由智能输液监控装置(下位机)、无线网络传输装置以及上位机远程监控平台三部分组成。图 1(a)、(b)分别给出了智能输液监控装置(下位机)、无线网络传输装置和上位机远程监控平台的系统功能组成框图。

智能输液监控装置(下位机)通过按键设定点滴的流速, 同时监控系统采用红外发射接收装置来检测点滴的实时流速, 当点滴的设定流速与实测流速有较大偏差时, 监控系统将通过步进电机装置自动调节到设定的流速。智能输液监控系统还实时监控输液瓶的液位, 当液位低于警戒线时, 监控系统会声光报警, 同时会向上位机远程监控平台发出信号, 提醒医务人员及时更换输液瓶, 并在上位机远程监控平台上显示地点。同时医务人员可以通过上位机远程监控平台发出断液指令, 控制步进电机装置关闭输液。当病人有突发情况时, 也可以手动关闭输液并按下报警按钮通知医护人员前来处理。

各个房间的智能输液监控装置通过无线传输模块实现与总站监控器的数据通信, 总站监控器通过 USB 接口与 PC 上位机连接, 采用 USB 适配器 PDIUSB12 使得 PC 上位机具有 USB 接口通信功能。PC 上位机的远程监控平台由 C# 开发的实时输液监控系统软件组成, 通过实时输液监控系统软件, 实现 PC 上位机与智能输液监控装置(下位机)之间的无线数据通信, 同时对多个房间的下位机进行监控和管理。

收稿日期: 2017-09-11; 修回日期: 2017-10-18。

**基金项目:** 广东工业大学校级青年重点项目(15QNZD007); 2015 年广东工业大学本科教学工程项目(xjjz037); 2016 年广东工业大学创新训练省级项目(2016111845144); 2016 年广东省本科高校高等教育教学改革项目(粤教高函[2016]236号)。

**作者简介:** 李水峰(1981-), 男, 江西九江人, 硕士, 实验师, 主要从事自动化控制系统方向的研究。

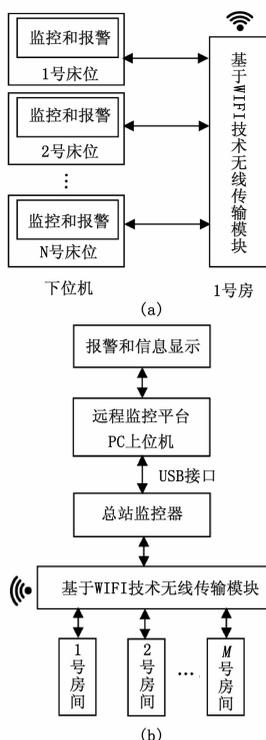


图 1 智能医疗输液监控系统组成框图

## 2 系统的硬件设计

智能输液监控装置(下位机)主要由主控单元、流速检测电路、液位监测电路、步进电机装置、声光报警、无线传输模块、按键电路、显示电路等组成,其结构框图如图 2 所示。上位机的硬件电路主要由 PC 机、总站监控器、USB 适配器和无线传输模块构成。其中下位机的主控单元和上位机的总站监控器采用 STM32F103X 单片机作为主控芯片,负责采集和处理各个信号。

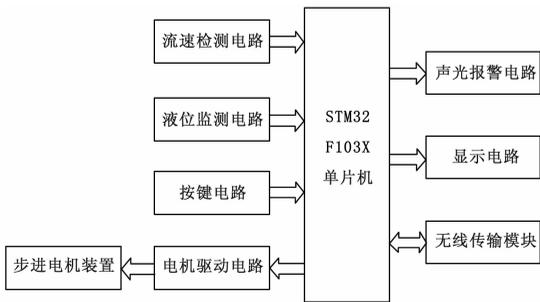


图 2 下位机结构框图

### 2.1 输液流速和液位监测电路

考虑到本系统是作为医疗用途,设计中的电子元件不能直接与输液瓶内的液体接触,所以采用红外发射接收装置来实现点滴的流速测量,图 3 给出了输液流速检测电路。把红外发光二极管和红外接收装置 TFMS5380 分别放置于滴斗两侧,液滴从两管之间通过。红外发光二极管发出红外光,当无液滴滴下时,TFMS 5380 中的光电管收到的光强较强,输出较强的光电流,TFMS5380 的 3 脚输出低电平,送给 STM32F 103X 单片机的 P1.0 口;当有液滴滴下时,下落的液滴对红外光有

较强的漫反射、吸收及一定的发散作用,TFMS5380 中的光电管收到的光强较弱,输出较弱的光电流,TFMS5380 的 3 脚输出高电平,送给 STM32F103X 单片机的 P1.0 口。STM32F103X 单片机采用相关算法计算出每秒流过的液滴量,最后通过 WIFI 无线模块进行通讯将数据传送到上位机远程监控平台中<sup>[6]</sup>。

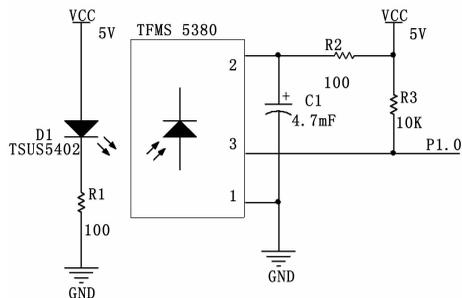


图 3 输液滴速检测电路

输液瓶液位监测原理相同,当液位降到警戒线以下时,红外光由被遮挡变为完全照射到红外接收装置,TFMS5380 的 3 脚产生电压跳变,通过单片机发出声光报警,同时会向上位机远程监控平台发出信号,提醒医务人员及时更换输液瓶,并在远程监控平台上显示地点。

### 2.2 步进电机驱动电路

输液流速的控制和输液关闭控制主要由步进电机装置和电机驱动电路组成。步进电机驱动电路主要工作原理是以 STM32F103X 单片机作为控制芯片,根据按键电路输入的流速设定值送到单片机,单片机将设定流速与实测的流速进行比较,控制电机驱动电路工作,从而实现步进电机的正转、反转、停止、继续和暂停 5 种工作状态,最终监控系统通过步进电机装置实现自动调节到设定的流速。该系统由按键电路、单片机、电机驱动电路和步进电机装置组成。电机驱动电路采用 SGS 公司的 L298N,其内部包含 4 通道逻辑驱动电路,是一种二相和四相电机的专用驱动器,即内含二个 H 桥的高电压大电流双全桥式驱动器,接收标准 TTL 逻辑电平信号,可驱动 46 V、2A 以下的电机。图 4 给出了 L298N 内部 H 桥驱动电路的工作原理图。同一侧的两个晶体管不能同时导通。当 T1、T4 导通,T2、T3 截止时,电流流过 T1,由电机正极流入电机,再经由 T4 流入,此时电机正转;当 T2、T3 导通,T1、T4 截止时,电流由电机负极流入电机,电机反转。当 T1 和 T3 或 T2 和 T4 同时导通时,电机处于制动(刹车)状态<sup>[7]</sup>。

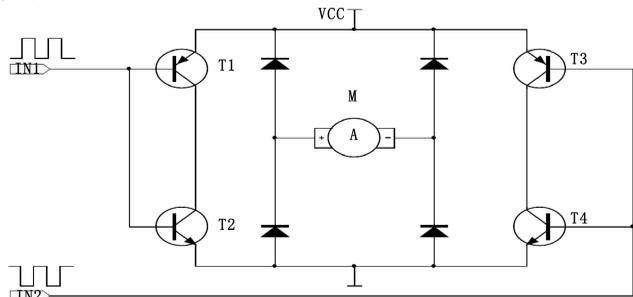


图 4 L298N H 桥驱动电路工作原理图

### 2.3 无线传输模块

智能输液监控装置将采集到的实测流速、设定流速、输液瓶液位情况、紧急报警等信息通过无线传输模块发送到上位机远程监控平台上，医务工作人员通过观察这些数据就可以了解每个病人输液的信息。同时医务工作人员发出断液指令，通过无线传输模块送到下位机的 STM 32F103X 单片机，从而控制步进电机装置关闭输液。本系统选用两块 ESP8266 无线 WIFI 模块，一块与下位机的 STM32 F103X 单片机的串口连接作为 Client 端，另外一块与总站监控器的串口连接作为 Server 端，从而实现上下位机之间的数据传输。ESP8266 具有强大的数据传输功能，其支持 softAP 模式、station 模式和两者共存模式，利用 ESP 8266 可以灵活地实现组网和网络拓扑，即可以实现一个 Server 端同时监控多个 Client 端，实现多对一的通讯。图 5 给出了 ESP8266 无线 WIFI 模块应用电路。

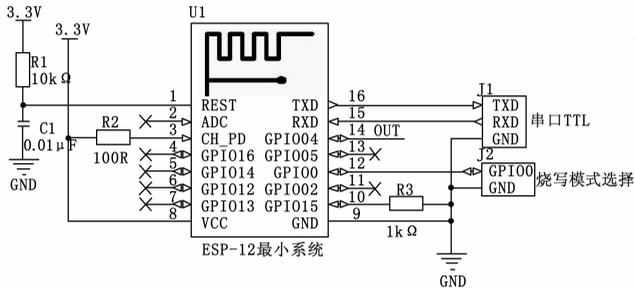


图 5 ESP8266WIFI 模块应用电路

### 2.4 声光报警电路

当输液瓶液位降到警戒线以下时，红外光由被遮挡变为完全照射到红外接收装置，TFMS5380 的 3 脚产生电压跳变，跳变信号送入下位机的 STM 32F103X 单片机，单片机 P2. 3 口输出高电平，送至声光报警电路。声光报警电路中 NE555 工作输出高电平，使蜂鸣器发出报警声，同时发光二极管发光报警，电路原理如图 6 所示。

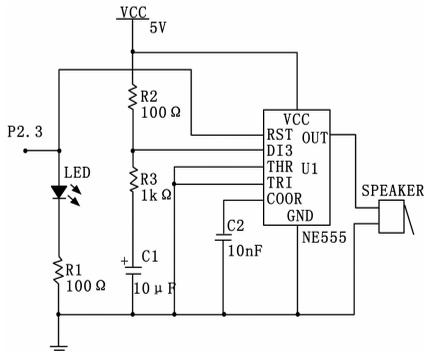


图 6 声光报警电路

## 3 系统的软件设计

系统软件设计分为智能输液监控装置部分和上位机远程监控平台部分。智能输液监控装置部分采用 C 语言编程实现，PC 上位机的远程监控平台由 C# 语言开发。

智能输液监控系统软件部分主要负责数据采集和通信，其中包括流速设定、流速检测、输液瓶液位监测、步进电机驱动控制、显示和报警等功能。系统在完成初始化程序后，开始查

询键盘输入状态，检测输液流速并调用流速检测子程序，并实现流速显示；同时根据实测流速与设定流速的偏差计算出电机转向及转动距离实现调节流速。控制软件采用中断处理方式，每当液滴通过，则触发中断。在中断处理程序中，进行流速计算并更新显示，并判断输液液位是否低于警戒线以下，如果低于则启动声光报警。下位机主程序流程图如图 7 所示。

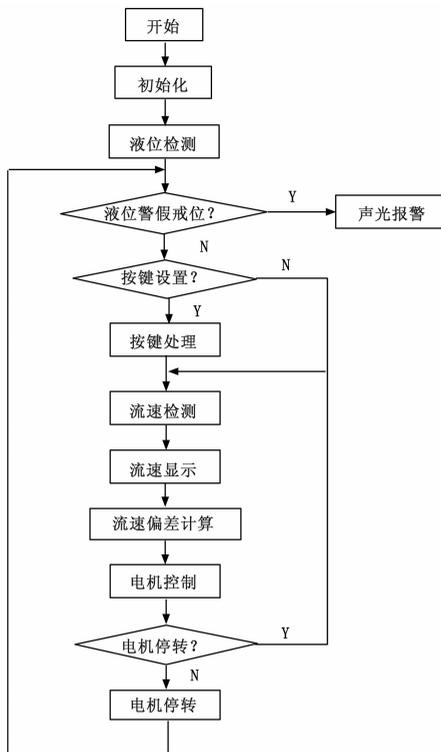


图 7 下位机主程序流程图

实时输液监控系统的管理界面主要由输液流速监控区、剩余容量监控区、当前系统状态值（如串口端口、波特率、输液瓶容量、WIFI 连接状态）、断液按钮、个人信息、串口参数设定、液瓶容量设定和程序运行状态监控等模块组成。其中输液流速监控区显示了设定流速值和实时流速值。计算机软件系统配有数据库，数据库中录入病人的个人信息，包括病因、用药说明及输液计划等，系统具有报警和信息查询功能。此软件系统界面设计友好、易操作。当某床位输液瓶液位降到警戒线以下时，系统弹出窗口提醒，并且声音报警，同时显示地址信息。医务工作人员收到提示后，通过实时输液监控系统发出断液指令，并及时前往病房处理。

## 4 实验结果

智能医疗输液监控系统选用 250 mL 的生理盐水输液瓶进行测试。设定输液流速 50 滴/分，每毫升生理盐水为 20 滴，则设定流速为 0.042 mL/s，而实测流速为 0.0425 mL/s，如图 8 所示。每 20 分钟取一组数据，测试结果显示，输液流速平均误差为 ±1 滴/分，液位报警响应延时平均时间为 3.5s，系统性能稳定。

## 5 总结

本文设计了一种基于嵌入式 STM32 智能医疗输液监控系统，该系统通过下位机智能输液监控装置设置输液的流速和实



图 8 远程监控平台管理界面

时检测输液的流速、输液瓶的液位, 通过步进电机装置自动调节到设定的流速。通过无线传输模块将信息及时传送到上位机远程监控平台, 医护人员通过上位机远程监控平台实时输

(上接第 61 页)

据的处理更为可控, 提高了算法的运算性能, 保证了运算速度。

与其他跟踪算法相比, 本设计也存在一些美中不足, 主要是高斯混合模型的加入大大提高了数据预处理环节的运算量, 对硬件运算能力要求较高。若后续算法优化环节能够降低对硬件的要求就更为理想, 将大幅度降低该设计实际应用的风险, 提高经济性。

### 4 结论

本文基于 CamShift 算法, 结合高斯混合模型对于图像目标定位设计了一种运动目标跟踪方法。提出了采用高斯混合模型对目标图像的修正, 提出存在运动物体的目标区域的方法。这一方法通过直接运算, 提高了系统的适应性及效率。通过 CamShift 算法采用一个根据高斯混合模型得出的搜索窗对目标区域进行目标跟踪。文章最后通过实验进行测试, 证明该算法跟踪效果较好, 且不会出现跟踪丢失的现象, 本文所提出算法很好克服了运动目标跟踪过程中目标跟踪过程中目标发散, 容易丢失的缺点, 具有很好的适用性。

#### 参考文献:

[1] 张娟, 毛晓波, 陈铁军. 运动目标跟踪算法研究综述 [J]. 计算机应用研究, 2009, 26 (12): 4407-4410.

[2] 胡瑞钦, 张立建, 孟少华. 基于 OpenCV 的图像椭圆特征识别与定位研究 [J]. 计算机测量与控制 2016 (12): 116-118.

[3] 常发亮, 刘雪, 王华杰. 基于均值漂移与卡尔曼滤波的目标跟踪算法 [J]. 计算机工程与应用, 2007, 43 (12): 50-52.

[4] 周志宇, 汪亚明, 黄文清. 基于动态图像序列的运动目标跟踪 [J]. 浙江工程学院学报, 2002, 19 (3): 165-170.

液监控系统, 实现对多个房间的下位机进行监控和管理。同时该系统具有声光报警、远程断液和个人信息查询等功能。该智能医疗输液监控系统可方便实现多点输液、注射过程中集中监控与管理, 减轻医护人员的工作量及监护不当造成的医疗事故。通过实验测试, 该智能医疗系统具有操作方便、响应速度快、性能稳定、成本低廉等优点, 有较高的实用价值和经济效益, 在医疗卫生领域有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

[1] 陈章进, 姚真平, 张建峰. 基于 ZigBee 技术的医疗输液监护系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (3): 797-800.

[2] 潘小琴, 魏鑫, 赵玉乐, 等. 基于 ZigBee 无线传感器网络的输液监测系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (8): 2409-2411.

[3] 聂学方. 液体点滴智能监控系统的设计 [D]. 成都: 成都理工大学, 2010.

[4] 陈宇, 王玺. 基于光电技术智能输液监控系统设计 [J]. 核电子学与探测技术, 2009, 29 (5): 1149-1154.

[5] 康冰, 林智远, 汪鹏, 等. 基于 ZigBee 的静脉注射智能远程监控系统 [J]. 吉林大学学报, 2016, 34 (2): 186-191.

[6] 孔雪芹, 张慧芬, 焦婷婷. 一种智能输液控制系统的设计 [J]. 国外电子测量技术, 2014, 33 (6): 73-77.

[7] 丑灿, 许建明. 步进电机驱动电路的设计 [J]. 电子世界, 2013 (4): 56.

[5] 徐琨, 贺昱曜, 王卫亚. 基于 CamShift 的自适应颜色空间目标跟踪算法 [J]. 计算机应用, 2009, 29 (3): 757-760.

[6] 雷阳阳, 程维明, 何康华. 基于线阵 CCD 的图像采集系统设计 [J]. 计算机测量与控制 2016 (11): 215-218.

[7] 王冉. 基于 Camshift 算法的运动预测目标跟踪改进算法研究 [D]. 济南: 山东大学, 2012.

[8] 赵文倩, 匡逊君, 李明富. 基于改进的 Camshift 运动目标跟踪算法的研究 [J]. 信息技术, 2012 (7): 165-169.

[9] 钱永青, 谢勤岚, QIAN Yong-qing, 等. 结合 Camshift 和 Kalman 预测的运动目标跟踪 [J]. 计算机工程与科学, 2010, 32 (8): 81-83.

[10] 刘雨, 周丽娟. 基于谱分解的模糊 C 均值算法在彩色图像分割中的应用 [J]. 计算机测量与控制, 2016 (12): 168-171.

[11] 刘明, 赵孝磊. 一种改进的 Camshift 目标跟踪算法 [J]. 南京理工大学学报 (自然科学版), 2013, 37 (5): 755-760.

[12] 张春林, 李小坚. 基于帧间差分法和背景差分法结合的 Camshift 目标跟踪算法 [J]. 工业控制计算机, 2014 (6): 118-120.

[13] 李劲菊, 朱青, 王耀南. 一种复杂背景下运动目标检测与跟踪方法 [J]. 仪器仪表学报, 2010, 31 (10): 2242-2247.

[14] 罗敏, 李辉. 低照度条件下超分辨率人脸图像采集系统设计与实现 [J]. 2016 (11): 229-231.

[15] 周帅, 秦明伟, 侯宝临. 结合局部差分的 CamShift 运动目标跟踪算法 [J]. 自动化仪表, 2017, 38 (2).

[16] 杨杰, 穆平安, 戴曙光, 等. 一种改进 Camshift 算法的研究 [J]. 计算机应用与软件, 2014 (2): 167-170.

[17] 邬大鹏, 程卫平, 于盛林. 基于帧间差分法和运动估计的 Camshift 目标跟踪算法 [J]. 光电工程, 2010, 37 (1): 55-60.

[18] 谭艳, 王宇俊. 一种结合背景差分的改进 CamShift 目标跟踪方法 [J]. 西南师范大学学报 (自然科学版), 2016, 41 (9): 120-125.