

文章编号:1672-058X(2011)05-0501-04

血液净化在线协同支持与远程监控系统设计

李昔华¹, 李禹曦²

(1. 重庆工商大学 计算机科学与信息工程学院, 重庆 400067; 2. 重庆邮电大学 软件学院, 重庆 400065)

摘 要:介绍一种血液净化治疗在线协同支持系统的组成原理,包括血液净化设备、有线与无线 Internet 网络、监控中心服务器及运行于血液净化设备的嵌入式软件和服务器软件;运用嵌入式 ARM 处理器及其图形化嵌入式操作系统进行血液净化设备的设计实现,并通过空气、压力、流量等智能传感器进行治疗过程中的患者体征参数与设备运行参数的检测,建立起患者治疗信息库、临床诊疗处方数据库以及设备故障诊断数据库等多种数据资源;借助于 Internet 网络技术,实现血液净化的“专家系统”、“远程诊疗”等个性化诊疗服务,并提供了在线设备故障诊断、软件升级、故障预处理等维护功能,从而形成血液净化技术共享平台。

关键词:血液净化;在线协同支持;远程监控;ARM 处理器

中图分类号:TD4

文献标志码:A

1 概 述

血液净化是近年来医疗技术领域发展最为迅速的新技术之一,在临床上出现了血浆置换、血液灌流、血液透析、血液滤过、血液透析滤过等多种治疗方法,其根本目的是清除人体内的代谢废物或毒物,纠正水、电解质与酸碱平衡紊乱,维持机体内环境的平衡,支持肾脏、肝脏、心脏、肺等维持生命的重要器官的功能。血液净化产品技术特征在于光、机、电一体化,运用自动控制与嵌入式软件等多种先进工程技术,涵盖机械结构、工艺、传感器、检测电路到控制算法的若干技术,并结合血液净化学、急救医学及其临床医学原理,具有多学科领域相互融合的显著特征^[1]。

当前工业化污染和人口老龄化的问题日益加重,肾功能和多器官衰竭患者也逐渐增多,对血液净化治疗技术的需求日益强烈。社会经济的发展和医疗保障体系的完善,使得血液净化中心的规模得以扩大,传统的单人单机、专人职守的工作模式,逐步演变为护士定时巡查、声光报警干预等治疗监护方式;这同时也导致了血液净化治疗中的一些问题,如处方千篇一律、应急处置不及时、治疗效果不能有效保障以及安全隐患等。此外,传统的基于设备运行监测与控制、治疗参数的离线测量与评估技术,已不能满足血液净化治疗特别是多器官支持系统的多参数综合性检测、控制与评价体系,无法将血液净化治疗与患者个体体征差异相结合,从而制订经济有效的治疗救治方案,以充分发挥净化治疗独特优势。因此,进行血液净化的在线检测与评价、治疗指导与运行监控方面的研究与产品研制尤为迫切。

2 血液净化在线协同支持系统原理

血液净化产品是一种基于嵌入式系统技术的数字化医疗设备,它主要由血液循环系统、液体循环系统和控制系统组成,如图 1 所示。控制系统的作用主要在于:提供动力(血路、液路的流动、交换等);检测患者

收稿日期:2011-04-21;修回日期:2011-06-20.

作者简介:李昔华(1971-),男,重庆市人,讲师,从事单片机及其测控系统产品开发与应用研究.

治疗过程的体征(动脉压、血压、静脉压等);监测设备工作状态;根据治疗功能按步序、逻辑指挥执行部件协调工作;提供安全报警和应急处置。

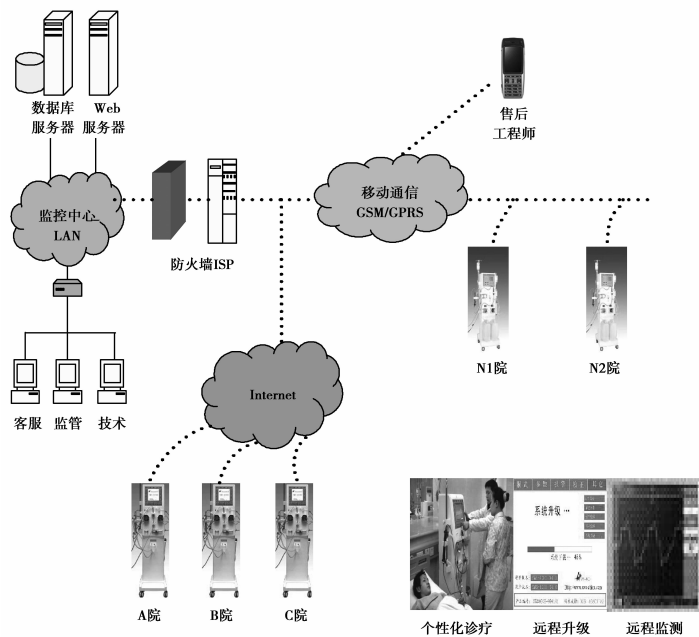


图 1 血液净化在线协同支持系统

血液净化产品的核心是疗效和患者安全,而疗效和安全的关键是结合大量临床医学的血液净化治疗软件及其专家集成系统和可靠的软、硬件冗余等测控技术。血液净化在线协同支持系统正是针对上述血液净化临床应用中的工程技术进行创新设计而来,其主要功能是建立一个基于 INTERNET(无线或有线)环境的血液净化设备、医院血液净化室和监控中心的互连网络,以实现血液净化的“临床治疗专家系统”、“远程诊疗”、“远程操作指导”等资源共享,提供远程的设备维护、诊疗软件升级、故障预处理等综合性增值服务功能;并建立血液净化设备参数与运行状态数据库、病人病历数据库、临床治疗数据库、专家系统数据库,形成血液净化临床技术知识共享平台。血液净化在线协同支持与监控系统由血液净化设备(终端)、INTERNET 网络(有线/无线)、监控中心(服务器)及运行于血液净化设备的嵌入式软件和服务器软件组成,如图 2 所示^[2]。

血液净化设备既是一台独立工作的血液净化治疗产品,可以在医护人员的独立操作下实现全部治疗功

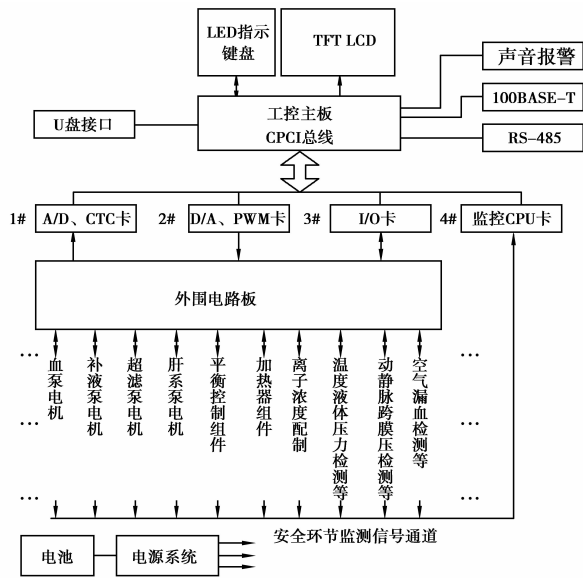


图 2 血液净化设备嵌入式硬件框图

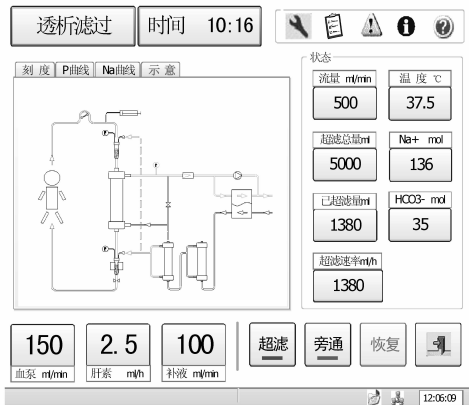


图 3 嵌入式软件图形化人机界面

能;同时也可以操作者授权情况下,与监控中心联网作为“远程监控系统”的一台客户终端,实现远程监测与服务。血液净化设备具备嵌入式图形操作系统和网络接口,通过 INTERNET 实现联网。

INTERNET 网络接口包括有线与无线两种模式,系统采用有线 EtherNet 技术的网络传输接口,通过宽带网络或者 ADSL 等接入 Internet 并与监控中心服务器连接,进行双向远程数据通信;对于无线网络接口,则采用 GPRS 或者 CDMA 技术的无线网络传输模块,通过公共的无线网络,接入 Internet 中,并最终和监控中心服务器建立连接,实现数据通信功能^[2,3]。

监控中心同时配置高性能服务器、监控管理系统软件。高性能服务器主要用来负责与各血液净化设备间的双向通信、数据收发、监测数据的热备份、运行安全预警管理系统软件等,软件采用 B/S 计算机模式。对有线宽带网络无法覆盖的地区甚至野战医院等,还可以通过(血液净化设备)选配的无线 Modem 进行网络互联,实现在线资源共享与监控服务。运用无线网络,售后支持工程师还可以通过手机,实时获取设备状态信息,提供技术支持与及时的设备维护。

3 在线协同支持系统组件设计

3.1 血液净化设备及其嵌入式控制系统

血液净化系统是一种用于生命支持的安全性要求极为严格的三类医疗设备,对可靠性和长期运行稳定性要求严格,因此必须采用嵌入式计算机技术实现设备的运行控制和网络互联。系统选择先进的 32 位嵌入式 ARM 处理器来实现,使得其具备工业严苛环境下的强抗电磁干扰(EMC)能力,既满足处理速度(主频 1 GHz)、存储能力(1 GB 以上)和实时性的要求,又能实现模块化、小型化和稳定性要求^[6]。硬件框图如图 3 所示。

3.2 血液净化设备图形化嵌入式软件系统

鉴于血液净化设备安全与可靠性的要求,嵌入式操作系统(EOS)具备良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中,如卫星通讯、弹道制导、飞机导航等^[4]。系统采用嵌入式操作系统 LINUX 实现人机交互的图形化界面,提供人性化、所见及所得的触摸屏操作环境,兼顾美观和系统可靠性的统一,如图 4 所示。此外,基于嵌入式微控制器结构,血液净化设备终端均具备在线编程(IAP)功能,在应用程序控制下能对程序某段存储空间进行读取、擦除或写入操作,这为数据存储和固件的现场升级带来了极大的灵活性。利用网络平台 TCP/IP 传输协议,将待升级程序代码传送到远程终端,对治疗软件和应用程序实现在线升级。

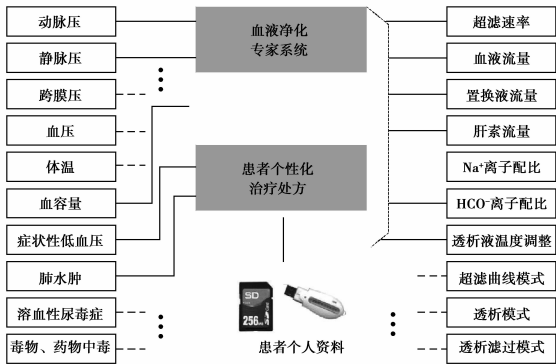


图 4 多功能治疗软件系统

3.3 监控中心管理软件系统

监控中心是本系统的核心,由它提供的全部的数据监测、售后技术支持和各项增值服务功能。基于数据安全性、一致性和实时性等多方面的考虑,选用 B/S 架构的监控管理系统。远程监控系统的终端即血液净化设备采用嵌入式系统结构,运行在微型内核基础上,是一个“瘦”客户机。采用 B/S 结构,服务器程序的升级、维护更加便利,硬件配置要求低,可靠性更高。特别是其浏览器模式的人机界面系统和服务器端软件的跨平台技术,更有利于系统的建设和维护^[5]。

3.4 在线监测系统

血液净化设备控制系统中包括自适应超声波空气监测器,压力与流量检测传感器,自动污损修正和漂移补偿的漏血监测传感器等,可以便利的采集患者体征信息和设备临床应用数据;实现血液净化设备、患者生命体征监护设备、血液净化室(中心)、监控中心的信息传输与监测,从而用于建立患者治疗信息库、临床诊疗处方数据库以及设备故障诊断数据库等多项信息收集。

3.5 “专家系统”、“个性化诊疗”及“远程会诊”等治疗功能软件

建立血液净化设备参数与运行状态数据库、病人病历和生命体征数据库、临床治疗数据库、专家系统数据库,形成血液净化临床技术知识共享平台,实现血液净化的“注册与预约”、“专家系统”、“远程诊疗”、“监测监护”、“远程操作指导”等个性化诊疗,并提供在线设备故障诊断、软件升级、故障预处理等维护服务,为血液净化设备的广泛临床应用提供了技术支持,迅速提升产品性能和核心价值。

4 结 语

通过融合运用现代数字通信、生物医电、测量控制以及嵌入式计算机信息技术,提供血液净化的联网解决方案,使得在网络的支持下,医护人员可以通过手持监护终端或者监控中心随时观察设备运行状态、了解病人生命体征,及时发现异常情况,提高工作效率,增强血液净化治疗的安全性。通过建立病人病历数据库、“专家系统”、“个性化诊疗”及“远程会诊”等治疗功能软件,形成全数字化控制管理流程,使得血液净化在安全性、可靠性、便利性方面的优势作用在基层医院得以普及推广,惠及广大的农村及社区肾脏病患者,有助于政府解决百姓看病难、看病贵等民生问题。

参考文献:

[1] 王质刚. 血液净化设备工程与临床[M]. 北京:人民军医出版社,2006
[2] 季堃,徐峥. 基于 GPRS 无线网络的环境监控管理系统设计[J]. 微计算机信息,2006(8):242-244
[3] 谢春祥,张虹,聂余满. 基于 GSM/GPRS 的终端式短信平台开发[J]. 计算机工程与设计,2007(7):1680-1682
[4] 郭书军. 基于 SoPC 的汽车安全监控系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005
[5] 石静. 基于 WinCE 的嵌入式操作系统的便携式智能仪表设计与开发[D]. 北京:华北电力大学, 2007
[6] 马忠梅. ARM 嵌入式处理器结构与应用基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002
[7] 万辉. 一种基于最小二乘支持向量机的图像增强算法[J]. 重庆理工大学学报:自然科学版,2011(6):62-65
[8] 孙连新,王忠林,韩敬伟. 一个新的三维混沌系统分析及电路实现[J]. 四川兵工学报,2010,31(2):116-118

Online Coordinated Support and Remote Monitoring
System for Blood Purification

LI Xi-hua¹, LI Yu-xi²

(1. School of Computer Science and Information Engineering,

Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China;

2. School of Software, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: This paper introduces component principle of online coordinated support system for blood purification including blood purification equipment, wired and wireless Internet web, monitoring center server, imbedded software and server software used for blood purification equipment, uses imbedded ARM processor and its graphic imbedded operating system to carry out design implementation of blood purification equipment, detects patients’ physical parameters and equipment’s operating parameters in the process of treatment by using intelligent sensors such as air, pressure and flow rate and so on to set up data resources such as patients’ treatment information database, clinic diagnosis and medical prescription database and equipment fault detection database, uses Internet web technology to realize individualized diagnosis and treatment services of blood purification such as expert system and remote diagnosis and treatment and so on, and provides maintaining function such as online fault detection, software upgrading, pre-treatment for fault and so on so as to establish sharing platform of blood purification technique.

Key words: blood purification; online coordinated support; remote monitoring; ARM processor