

基于 S3C2440A 的远程家庭云监护系统的设计

郝丽俊, 莫国民

上海医疗器械高等专科学校, 上海 200093

【摘要】目的:设计了一套基于 ARM 嵌入式系统的远程家庭云监护系统。**方法:**系统以 S3C2440A 为核心, 集成了传感器等各类终端监测设备, 并配套摄像头和网络传输模块。首先, 由终端传感器采集老人的生理及报警信息; 然后, 通过蓝牙方式将采集到的信息传给分布于家中由 S3C2440A 构建的工作站。S3C2440A 同时可控制摄像头动态采集老人在家中的画面。上述信息经工作站初步分析处理后, 经 WIFI 上传到云端服务器; 最后, 云端服务器将监测信息进一步分析处理, 并被用户访问。云端服务器也可接受来自用户的指令并反馈给工作站。为了安全, 系统访问端设置不同的权限, 拥有最高权限的家人可授权给指定的社区卫生服务中心, 并赋予一定的权限。**结果:**本系统可实时监测老人的血压、心电等生理信息。在发生危机情况时, 可通过报警模块发出警示信息。医生或家人可随时随地通过浏览网页或手机终端的 APP 访问云端服务器, 查看老人的生理信息及在家中的现场状况, 更有效地监测老人的身体状况并及时发现处理突发状况。**结论:**相比传统的远程监护系统, 本系统考虑了家人的日常监护作用和老人的自助呼救功能, 有利于促进“家庭-社区”模式健康监护的发展。而云端服务器的应用, 在降低成本的同时, 也有助于系统与未来的云医疗系统融合。

【关键词】嵌入式系统; S3C2440A; 家庭远程监护; 蓝牙; 摄像头; 云端服务器

【DOI 编码】doi:10.3969/j.issn.1005-202X.2015.02.031

【中图分类号】TP368.1

【文献标识码】A

【文章编号】1005-202X(2015)02-0281-05

Design of S3C2440A Based Family Telemedicine Cloud Monitoring System

HAO Li-jun, MO Guo-min

Shanghai Medical Instrumentation College, Shanghai 200093, China

Abstract: Objective A design of a family telemedicine monitoring cloud system based on ARM embedded system is presented in the paper. **Methods** The system based on S3C2440A is composed of terminal equipment including sensors, camera and transmission module. First, the elder's physiologic information and alarm signals are collected by Terminal monitoring device. Second, the collected information is transmitted to the work station constructed by S3C2440A placed at home through Bluetooth and furthermore to be uploaded to the cloud server via wireless networks. Meanwhile, the camera controlled by S3C2440A dynamically collects video signals. Finally, the information analyzed is obtained by visiting the cloud server which can also receive the users' instructions to control the work station. Different server user access permissions is set for security. The family member owing the highest authority can authorize to the designated community health service center and give certain privileges to some doctors. **Results** Through the system, the elder's blood pressure, ECG and other physiologic information can be monitored in real time. Issued warnings also can be set off through the alarm module in the event of crisis situations. Besides, families and doctors can visit the cloud servers to learn the physical state of the guardians by browsing the Web or mobile APP anywhere and anytime in order to earlier and better to learn the situation of the elder at home. **Conclusion** By contrast of traditional monitoring system, the system considering family's day-to-day care. And the elder's self-help function will promote the development of "family-community-model" healthcare. Moreover, the application of cloud servers reduce the cost and make the system easy to adapt to the future cloud medical system.

Key words: embedded system; S3C2440A; family telemedicine; bluetooth; camera; cloud servers

前言

随着 IT 技术、信息化、智能化和网络化的发展, 对远程医疗系统的研究也越来越多。目前的远程家庭监护医疗系统大多基于物联网, 通过传感器和通讯网

【收稿日期】2014-11-10

【作者简介】郝丽俊(1981-), 女(汉族), 硕士研究生, 毕业于上海交通大学生物医学仪器研究所, 研究方向: 医用电子仪器。

络将生理信息和医学信号传送到远端的医疗监护中心进行分析处理,使得远端的医生可以及时对监护对象的生理状况做出反应,给出诊断信息^[1]。

本文则以嵌入式系统为核心,集合终端监测设备、摄像头和网络传输设备,构建了一套远程家庭云监护系统。嵌入式系统以其低功耗、安全稳定等优势推动着医疗器械领域向更广阔的空间发展^[2-4]。而云系统以其强大的资源共享,近年来也推动着医疗系统向一个新的方向发展^[5]。通过本文构建的家庭云监护系统,社区医院的医生和家人便均可通过访问网页的方式及时监测到老人的生理信息,更加方便快捷。同时,本系统在传统远程监护的基础上,增加考虑了家人的日常监护作用和老人的自助呼救功能。

1 系统设计

嵌入式系统以其智能化、专业化、小型化、低功耗、零污染等优势,在医疗仪器中的应用越来越广。本文设计的硬件系统以 S3C2440A 构建的工作站为核心^[6-7],主要包括生理信息监测模块、危机求助按键、视频监控模块和云端服务器几大部分,如图 1 所示。软件系统则建立在 Linux2.6.12 版本平台基础上。

如图 1 所示,老人随身佩戴生理数据采集终端(如血压、心电模块等),采集到的生理信息经蓝牙模块发送给分布于家中的嵌入式工作站^[8-9]。嵌入式系统 S3C2440A 扩展连接的摄像头则实时扫描采集家中老人的生活画面。由 S3C2440A 组成的工作站一方面接收各实时监测模块发送的信息(包括生理信息、危机求助信号、视频采集图像),一方面将采集到的信息处理后(包括设备的安全状态)不断通过无线网络模块上传给云端服务器。

由于图像信息量比较大,为了提高传输效率,在信息通过无线传给云端服务器时^[10],设置 3 条信道,如图 1 中的 a、b、c 信道。a 信道专门用来上传图像信息,b 信道专门用来上传报警信号,c 信道则用来互相传送较为简单的数字信息或命令。类似地,在云端服务器到客户端之间也设有 d、e、f 3 条信道。d 信道负责不断推送图像信息给客户端,e 信道传送报警信号,

f 信道则完成客户端与云端的其他信息和命令的传送。

家人输入与工作站 ID 绑定的用户名和密码后便可根据云端服务器上的信息及时了解到家中老人的情况。同时,家人也可授权给社区卫生服务中心,并赋予一定的权限,如获得老人的生理信息,求助信息等,便于医生跟踪观察病人的身体状况并及时发现处理突发情况。

另外,具有最高权限的家人也可通过客户端界面输入命令控制摄像头,动态采集监控视频信息以观察老人在家的现场状况,做出进一步的判断。云端服务器上的信息可共享给第三方,如微博、微信等,也可通过 APP 被手机用户所访问。这样有利于家中老人发生危机情况时,在触发危机求助按钮后,信息及时发送到老人相关监护人的手机上,便于社区医生和家人迅速做出反馈。

2 硬件电路分析

S3C2440A 是三星公司专门为手持设备和一般类型应用推出的一款低价格、低功耗、高性能的小型微控制器,以 ARM920T 为内核,可选择 16/32 位。它提供了一系列完整的外围部件,最大可能的减少了需要扩展外围组件的必要^[11],如图 2 所示为本系统的硬件结构框图。

2.1 信息传输模块

系统的信息传输模块主要由蓝牙模块构成。蓝牙支持无线数据和语音的传输,可将各种终端设备、数字数据系统,包括通讯设备采用无线方式连接起来。随着蓝牙技术成本的降低和稳定性的提高,蓝牙技术应用已很广泛。它的传输距离为 10 cm~10 m,可基本满足家庭需要。

系统中,由蓝牙连接各电极、传感器和工作站,构建了以家庭为单位的信息采集局域网^[12]。在网络中,每个信息采集模块都配有蓝牙模块且有唯一编号,相当于一个信号源,可以灵活移动,并根据老人的方便安置在床旁边或随身携带。蓝牙模块负责在网络中进行通讯,将传感器或电极的信息发送到工作站。工作

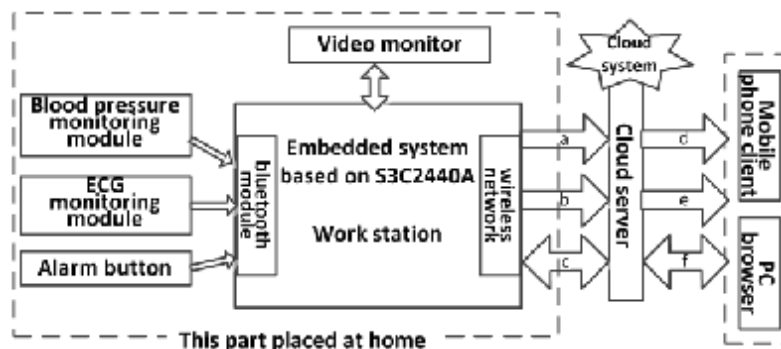


图 1 基于 ARM 的远程家庭监护系统总框图

Fig.1 Block Diagram of The Remote Home Monitoring System Based on ARM

站的编号也是唯一的,负责接收各模块的信息,同时也可作为远程医疗系统网络中的主设备。

本系统中,嵌入式工作站的蓝牙数据传输模块选择 CSR 公司的 Blue core5 型芯片来设计^[13]。Blue core5 与 S3C2440A 的连接采用目前广泛应用的 USB,即将 Blue core5 的 USB_DP 和 USB_DN 与 S3C2440A 的 USB HOST 连接,分别接 $27\ \Omega$ 左右的电阻实现与 USB 电缆的电阻匹配,USB_DP 则加 $1.5\ \text{k}\Omega$ 的上拉电阻连接到预先设置好的 PIO 端口,如图 3 所示。

2.2 视频采集控制模块

S3C2440A 处理器提供了一个专用的摄像接口,配合 CMOS 摄像头,开发人员可以很容易实现摄像、照相等功能。在此,我们选择 OV9650FSL CMOS 摄像头,OV9650FSL 以其体积小、价格低廉、图像质量较高、集成度高、功耗低等特点在嵌入式系统领域得到了广泛的应用。该图像采集芯片具有 1280×1024 的像素阵列大小,且具有 10 位的数据接口,可通过标准的串行 SCCB 接口与 S3C2440A 的 I²C 总线接口相连^[14],如图 2 所示。此外,该芯片内置 138 个设备控制寄存器,地址分别从 $0x00 \sim 0x8A$,通过 SCCB 接口可以方便地设置传感器视窗大小、增益、白平衡校正、曝光控制、饱和度、色调等参数。

当启动视频系统工作后,CMOS 摄像头采集图像数据,并经 Camera 接口的两个 DMA 通道,以不同的

编码格式存放在各自的存储器中,需要保存的图像被编码后保存到 Flash 中^[11];需要发送到云端服务器的图像则根据图像发送策略进行有效传送,具体流程可见软件部分。

工作站完成信息采集和视频图像采集后,需通过网络上传到云端服务器。服务端远程控制下达的命令也需要经由网络发送给工作站。S3C2440A 具有丰富的接口,可直接连 USB 无线网卡,完成数据和命令的传输。

2.3 云端服务器

随着 IT 和云计算技术的逐渐深入发展,以及医疗事业的革新,云系统也逐步应用于医疗行业。云系统的功能框架包括服务器、网络存储以及其他物理资源和虚拟资源,它可将单一平台整合,实现资源的动态分配,并对静态、固定的硬件资源进行调度,将信息资源、数据、应用等作为服务器通过网络提供给不同的用户使用^[9]。

为了便于与未来的 HIS 等医疗系统接轨,本监护系统舍弃了普通的服务器,而采用了云端服务器。云端服务器的功能由后续软件部分介绍。这样做有几个好处^[9]:首先是高性价比,云计算用户能够通过网络按需获取资源,并按使用量付费,不至于造成资源浪费;其次是便于管理,所有数据都存储在网络存储服务器上,因此便于集中管理与自动备份;最后是节约空间平台,对于用户来说,不需要另外配置复杂的硬件设备,通过浏览器或手机 APP 端即可访问云端服务器,获取家中监护对象的信息。对于社区医生来说,PC 机的配置也可以做得最简单,甚至无需配置软驱、光驱、硬盘等设备,体积可以做到很小,可以大大节约空间平台,而不影响医生的听诊,甚至有利于工作效率的提高。

3 软件分析

本系统中,由 S3C2440A 构建的工作站,完成老人信息收集、存储、信息处理分析和发送、图像采集存储和压缩、命令收发及判断等一系列功能,其软件模块如图 4 所示,对于监护系统来说,对信息传输的实时性要求很高,尤其发生紧急情况时,希望能够将信息畅通无阻地快速发送给用户,因此专门设一信道用来报警和传送紧急情况下的生理信息。另外,由于图像数据量较大,为提高传输效率和资源的有效利用,在设计时也专门设计一信道用来传输图像信息。通信机制则选择高效率的 UDP 模式^[15-17]。图像发送则采取“一般状态下等间隔时间发送,在遇到特殊情况或用户要求时额外推送”的原则。

视频采集及传输流程如图 5 所示。软件编程思路为:实时扫描图像,将获得的图像数据保存并有选择地上传,服务器端侦听。当有信息传输时,云端服务器接收保存,并将视频信息进一步推送到客户端,用户可选择接受视频或拒绝。当用户需要控制采集图像

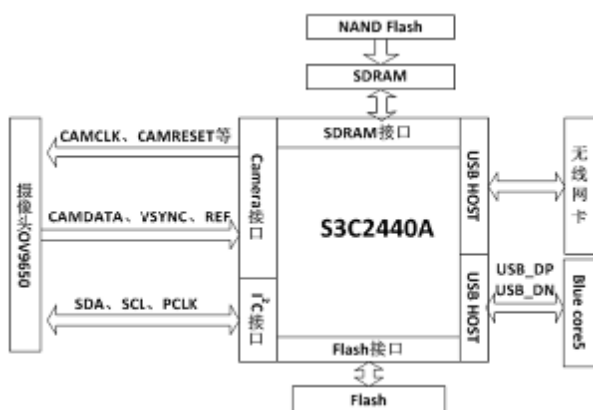


图 2 由 S3C2440A 构建的工作站框图

Fig.2 Block Diagram of Working Station Consisted of S3C2440A

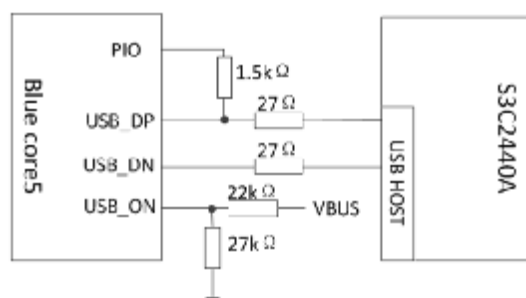


图 3 Blue core5 与 S3C2440A 的连接

Fig.3 Transmission Module of Physiological Information

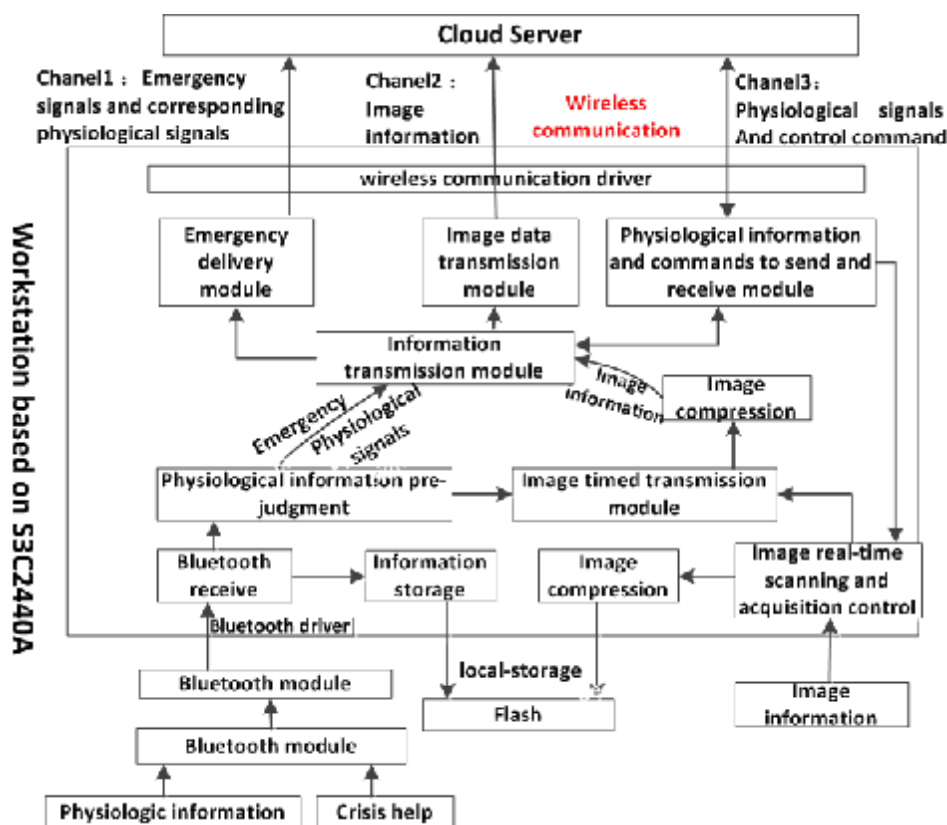


图 4 工作站软件模块图

Fig.4 Software Module Diagram of Workstation

时,发送命令到云端服务器,并进一步传给工作站,根据要求重新扫描采集或上传图像。

云端服务器接收工作站发来的信息,用户可通过网页浏览器或 APP 客户端直接对其访问。图 6 为云端服务器的软件模块图。云端服务器一方面负责对上传来的信息进行分析、分类、整理和存储等,一方面根据权限接受来自手机端和 PC 浏览器客户端网页用户的访问,推送各类信息,并接受客户端发送的命令,在有需要将命令发送给工作站。

4 结论

现有的远程医疗监护系统,主要用于监测病人的生理状态。本文提出的基于嵌入式系统的远程家庭云监护系统一方面考虑了 S3C2440A 的低功耗、接口多、资源丰富等特点,集蓝牙、视频采集及无线传输为一体,既可实现对老人心电、血压等生理参数的监测,配备的摄像头动态采集老人在家中的现场状况则可辅助医生和家人更好地做出判断;而紧急呼叫模块,也为那些不擅于使用手机或电话的老人提供绿色通道,在紧急情况下通知医生或监护人,甚至呼叫 120 急救中心。另一方面应用了目前流行的云端服务器,采集的信息上传到云端服务器后,通过 PC 网页浏览器或手机客户端便可访问,既有效地节省了成本;也方便了信息的管理,而且利于与将来的云医疗系统融

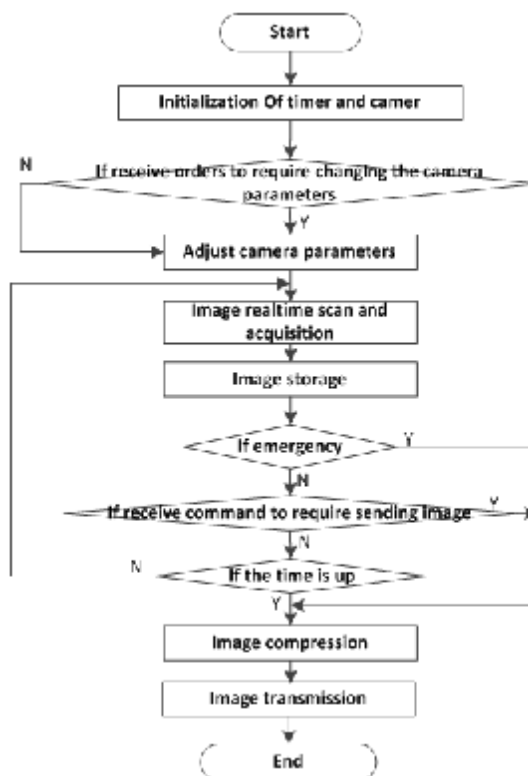


图 5 视频采集发送流程图

Fig.5 Flowchart of Video Capture and Send

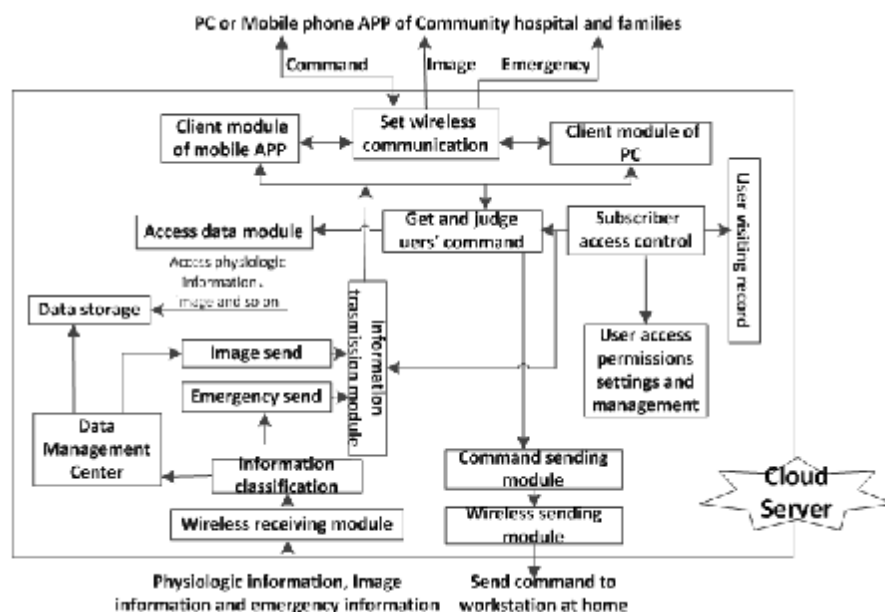


图 6 云端服务器软件模块图

Fig.6 Software Module Diagram of Cloud Server

合,促进了以家庭、社区、家属为模式的健康监护的发展,帮老年人构建一个健康、安心的晚年生活。

【参考文献】

- [1] 谢 昕. 基于物联网的远程家庭健康监护传感器网络研究 [D]. 北京邮电大学, 2011.
Xie X. Development of family telemedicine monitoring sensor system based on internet of things [D]. Beijing University of Posts and Telecommunications, 2011.
- [2] 李 正, 林 跃, 杨 轶. ARM 嵌入式系统在大型设备远程监控中的应用[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(8): 312-314.
Li Z, Lin Y, Yang Y. The application of ARM embedded-system in remote control for heavy-duty equipment[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2005, 26(8):312-314.
- [3] 陈 真, 汪小燕, 王 钰. 智能网络关爱系统的设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(9): 144-146.
Chen Z, Wang XY, Wang Y. Design and implement of the intelligent network caring system[J]. Microelectronics & Computer, 2010, 27(9): 144-146.
- [4] 刘俊杰, 聂诗良. 基于 ARM 嵌入式系统的数据融合监测系统设计[J]. 传感器世界, 2012, (11): 26-30.
Liu JJ, Nie SL. Design of data fusion monitoring system based on ARM embedded system[J]. Sensor World, 2012, (11): 26-30.
- [5] 张艳玲, 徐海峰. 浅谈云存储在医院信息化中的应用 [J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(8): 40-41.
Zhang YL, Xu HF. Application of cloud storage in hospital information [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2012, 33 (8): 40-41.
- [6] 裴金刚, 熊栋栋. 基于 ARM 的嵌入式系统平台的构建[J]. 黑龙江科技信息, 2010, (17): 64-66.
Pei JG, Xiong DD. Construction of embedded system based on ARM [J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2010, (17): 64-66.
- [7] 艾 华, 尹 勇, 沙宪政. 嵌入式医疗监护系统中数据采集功能的设计与实现[J]. 中国医疗设备, 2009, (4): 28-30.
Ai H, Yin Y, Sha XZ. Design and realization of data sampling function in embedded medical monitor [J]. China Medical Equipment, 2009, (4): 28-30.
- [8] 丘森辉, 罗晓曙, 闭金杰. 基于 ARM9 的远程抄表系统集中器的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2013, 34(5): 1640-1644.
Qiu SH, Luo XS, Bi JJ. Design and implementation of concentrator based on ARM9 in remote concentrated ammeter reading system [J]. Computer Engineering and Design, 2013, 34(5): 1640-1644.
- [9] 姜海波, 陈铁军, 沈艳河, 等. 基于 ARM 的胎儿心电信号数据采集系统[J]. 微计算机信息, 2008, 24(7-2): 10-12.
Jiang HB, Chen TJ, Li XR, et al. FECG signal data collecting system based on ARM[J]. Microcomputer Information, 2008, 24(7-2): 10-12.
- [10] 高凤梅, 李振新, 泰 鑫. 基于无线 Internet 的嵌入式多生理参数监护仪的研制[J]. 医疗卫生装备, 2008, 29(8): 19-21.
Gao FM, Li ZX, Tai X. Monitoring instrument of multiple physiological parameters based on wireless internet[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2008, 29(8): 19-21.
- [11] 赵苏宇. 基于 ARM 的嵌入式系统中 FLASH 接口设计[J]. 国外电子测量技术, 2008, 27(8): 50-53.
Zhao SY. Design of flash memory interface in embedded system based on ARM [J]. Foreign Electronic Measurement Technology, 2008, 27(8): 50-53.
- [12] 涂 淞, 岳云天, 郝 滨. 基于 BlueCore 蓝牙芯片的 USB 和 UART 接口设计与实现[J]. 电子技术, 2003, 30(7): 36-39.
Tu S, Yue YT, Yu B. Design and implementation of UART and USB interface based on blueCore chip[J]. Electronic Technology, 2003, 30 (7): 36-39.
- [13] 马建辉, 吕梦兴, 马共立. Bluecore5-MM 在车载蓝牙设备中的应用 [J]. 电子设计工程, 2009, 17(11): 24-26.
Ma JH, Lv MX, Ma GL. Application of bluecore5-MM in bluetooth car device[J]. Electronic Design Engineering, 2009, 17(11): 24-26.
- [14] 胡哲光. 基于 S3C2440 与 OV9650 的嵌入式监控设计[J]. 轻工机械, 2012, 30(2): 50-53.
Hu ZG. Design of embedded surveillance based on S3C2440 and OV9650[J]. Light Industry Machinery, 2012, 30(2): 50-53.
- [15] 代 煜, 唐文彦, 李慧鹏. 一种基于嵌入式 USB HOST 的心电数据存储系统[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(增刊): 223-226.
Dai Y, Tang WX, Li HP. An ECG data storage system with the use of

患者,进行自动计划,还可结合自适应放疗。期望后备计划(Fallback Planning)在自动自适应计划中有更多地发展。

【参考文献】

- [1] Petersson K, Ceberg C, Engstrom P, et al. Conversion of helical tomotherapy plans to step and shoot IMRT plans Pareto front evaluation of plans from a new treatment planning system [J]. Med Phys, 2011, 38: 3130-3138.
- [2] Hodapp N. The ICRU Report 83: prescribing, recording and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT) [J]. Strahlenther Onkol, 2012, 188(1): 97-99.
- [3] Feuvret L, Noel G, Mazeron JJ, et al. Conformity index: a review [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2006, 64(2): 333-342.
- [4] Bokrantz R. Multicriteria optimization for volumetric modulated arc therapy by decomposition into a fluence based relaxation and a segment weight based restriction [J]. Med Phys, 2012, 39: 6712-6725.
- [5] Ray Search Laboratories AB. Multicriteria optimization in raystation [R]. RayStation white paper, 2012.
- [6] 葛宁, 陈福慈, 徐利明. 多叶准直器动态调强和静态调强方式的比较 [J]. 医疗卫生装备杂志, 2007, 28(12): 59-61.
- Ge N, Chen FC, Xu LM. Comparison of mode DMLC and mode SMLC [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2007, 28(12): 59-61.
- [7] 朱健, 尹勇, 卢洁, 等. 多叶光栅静态调强与动态调强的比较 [J]. 山东医药, 2007, 47(27): 119-120.
- Zhu J, Yi Y, Lu J, et al. Comparison of DMLC and SMLC [J]. ShanDong Medical Journal, 2007, 47(27): 119-120.
- [8] Purdie TG, Dinniwell RE, Letourneau D, et al. Automated planning of tangential breast intensity-modulated radiotherapy using heuristic optimization [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2011, 81(2): 575.
- [9] Xhaferllari I, Wong E, Bzdusek K, et al. Automated IMRT planning with regional optimization using planning scripts [J]. Med Phys, 2013, 40(1): 176-191.
- (上接第 285 页)
- embedded USB HOST [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2005, 26(Suppl): 223-226.
- [16] 杨斌, 于铁利, 赵立辉. 基于 S3C2440 的无线传输系统的研究 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(17): 4550-4551.
- Yang B, Yu TL, Zhao LH. Research of wireless transmission system based on S3C2440 [J]. Computer Knowledge and Technology, 2009, 5(17): 4550-4551.
- [17] 金浩, 韩江洪, 李阳铭. 基于 ARM 的嵌入式系统中断处理机制研究 [J]. 现代电子技术, 2005, 28(22): 1-3.
- Jin H, Han JH, Li YM. Research of exception handler mechanism for embedded system based on ARM [J]. Modern Electronics Technique, 2005, 28(22): 1-3.