

面向糖尿病人的家庭医疗监护数据压缩及传输^{*}

赵 越 王之琼 柯 萌

李 伟

(东北大学中荷生物医学与信息工程学院 沈阳 110004) (东北大学软件学院 沈阳 110004)

徐礼胜 赵梦雨 陈书中 李倩茜

孟凡尧

(东北大学中荷生物医学与信息工程学院 沈阳 110004) (东北大学信息科学与工程学院 沈阳 110004)

〔摘要〕 介绍一种面向糖尿病人的医疗监测系统的实现, 通过 TCP/IP 协议来实现监护数据远程传输, 根据传输数据的不同特征采用不同的压缩方式, 包括使用 BW 算法的无损压缩以及基于 ROI 的有损/无损混合图像压缩, 并具体阐述不同数据的传输方式, 以此提升传输速度和准确性。

〔关键词〕 心电数据; 无损压缩; 数据传输; 糖尿病; 家庭医疗

Data Compression and Transmission of Family Care Facing the Diabetics ZHAO Yue, WANG Zhi-qiong, KE Meng, Sino-Dutch Biomedical and Informational Engineering School, Northeastern University, Shenyang 110004, China; LI Wei, Software College, Northeastern University, Shenyang 110004, China; XU Li-sheng, ZHAO Meng-yu, CHEN Shu-zhong, Li Qian-xi, Sino-Dutch Biomedical and Informational Engineering School, Northeastern University, Shenyang 110004, China; MENG Fan-yao, Information Science and Engineering College, Northeastern University, Shenyang 110004, China

〔Abstract〕 The paper introduces the realization of diabetics medical monitoring system, it realizes monitoring data remote transmission through TCP/IP protocol. Based on the difference types of data, different compression methods are chosen, including using lossless compression with BW algorithm, and ROI based lossy and lossless mixed graphical compression, it concretely expounds each compression method for different data types so as to elevate transmission speed and accuracy.

〔Keywords〕 Electrocardiogram data; Lossless compression; Data transmission; Diabetes mellitus; Family care

1 引言

〔收稿日期〕 2009-12-03

〔作者简介〕 赵越, 副教授, 发表论文 15 篇。

〔基金项目〕 辽宁省自然科学基金项目 (项目编号: 20082033)。

作为拥有世界上最多老年人的国家, 我国需要长期监护的慢性病及糖尿病人的总量极为庞大。因此, 如何做好病人医疗、保健及监护等一系列工作是医疗工作者当前研究的重点课题。如今大多数医院对需要长期监护的病人, 采用培训专门医疗护理人员进行一对多或一对一的看护方式, 浪费大量的人力物力。本项目搭建一种由无线网络及 Internet 相结合的远程医疗信息平台, 这是一种新型、高

效、易扩展的多层次网络平台。本平台由客户端、社区服务器和医院端 3 部分构成。使用者用便携式医疗传感器采集生理数据,通过无线网络自动传给客户端。客户端接收并对数据进行预处理,然后传送并储存在社区服务器中。医院端的医生通过 Internet 查看病人的监测数据,并做出诊断,实现远程医疗监护。这能够在一定程度上取代医护人员贴身护理的作用,节约培训专职医护人员的成本,给医院带来经济效益,同时对国家医疗事业的发展具有十分重要的意义。

本项目一方面为患者节省了住院所需的大量费用,另一方面该系统可以与各大医院联网、及时更新数据,使得监测结果更稳定更权威。其特色在于实现了在客户端的数据预诊断,即在客户端设立监测数据处理诊断与处理模块,实现监测数据第一时间被处理,得出诊断结论,同时将监测数据发送给医生端,让医生来进行二次诊断。这样既可以缩短诊治时间,又可以提高诊断的准确性^[1,2]。

2 数据压缩

2.1 数据压缩的作用

多功能家庭信息交互平台系统分为客户端和远程医疗监护中心端。本系统是以 Internet 作为传输媒体,借助其空间的异地性、系统的异构性以及各种基于 Internet 的规范和协议的通用性,支持该平台的搭建。医疗监测数据在医疗诊断上起着至关重要的作用,然而分析处理所产生的庞大的数据量也十分棘手。一方面要保留所有具备诊断意义的监测数据,另一方面要对监测数据进行压缩存储,因此,将数据快速准确的存储并发送是项目必须解决的难点。将所涉及的两种具有鲜明特色的监测数据用不同的方法进行压缩^[3]。

2.2 使用 BW 算法进行无损压缩

对监测数据的有损压缩虽然可以得到较高的压缩比,但是不能完全无误地恢复原始数据,可能导致医生诊断的错误,从而承担法律责任,而无损压缩因其能够完整保留原始数据,所以在对心电信号

去噪、去干扰、特征提取等预处理后选用经典的无损压缩算法对监测数据来进行压缩。

Burrows 和 Wheeler 于 1994 年提出基于符号序列位置变换的数据压缩算法——BW 算法。该算法通用于图像、声音和文本压缩,可以取得很高的压缩比。该方法首先将输入符号序列分成一定大小的块,对每块的符号作相应 BW 变换,使符号的次序发生变化,使相同的符号能在一定程度上集中,然后进行熵编码,从而实现更高效的压缩^[3]。

根据经典的无损压缩原理大致划分为两大类:一是基于信源统计特性的压缩技术,它能按整数比特逼近统计模型的熵,代表算法是算术编码。另一类是基于字典的方法,通过对输入数据流进行分析,在编码的同时自适应地生成一个串表,此串表记录了所有在此前出现过的不重复的字符串。通过将输入的数据流与该串表中字符串的比较确定输出值并完成对串表的更新^[4],如 LZW 算法等。

目前,国内外对心电数据的压缩主要集中在对低采样率(200Hz 以内)的体表心电图数据压缩方面。本项目将算术编码, LZW 算法和 BW 算法进行比对,试图寻找出最优算法^[4]。表 1^[3]显示两个实验组在 3 种无损压缩算法中的压缩比, BW 算法在保证数据完整性的同时有着较高的压缩比。因而确定了选用 BW 算法进行无损压缩。

表 1 低采样率体表心电图数据压缩效果比较

算法	压缩比(平均值)	
	实验组 1	实验组 2
算术编码	1.421	1.383
LZW 算法	1.185	1.104
BW 算法	1.720	1.582

2.3 基于 ROI 的有损/无损混合图像压缩

医疗图像中存在要求某些特定目标区域的质量比其它区域更高的情况。如果让整张图像都进行无损压缩则需要很大的内存,如果让整张图像都进行有损压缩又可能损失重要的生理数据。在多重考虑下,选用基于 ROI 的有损/无损混合影像压缩^[4]。

先请经验丰富的影像专家和医生根据糖尿病人的常见并发症设计特定模块 ROI 目标区域(如胸腔

ROI 目标区域, 颅腔 ROI 目标区域) 和基本图形目标区域。病人或医生在传输医疗图像压缩时, 根据图像的特性选择特定的 ROI 目标区域, 并可以进行压缩预览, 如果满意可以进行传输, 否则可以变换 ROI 目标区域或选择基本图形目标区域, 或不使用 ROI 的有损/无损混合图像压缩方式。这样可以提高传输的准确性, 提高使用者的满意度, 又可以减少不重要的传输数据。此模块由于技术原因尚未很好实现^[5]。项目逻辑流程, 见图 1。

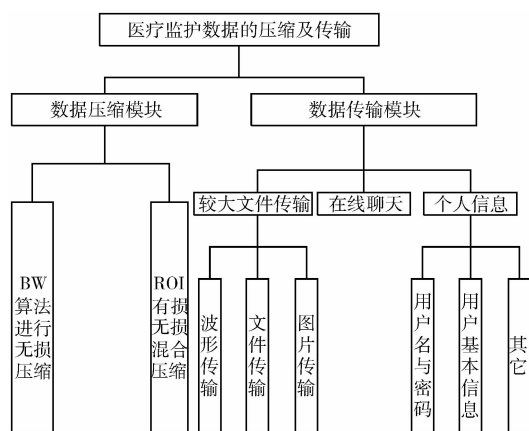


图 1 项目逻辑流程

3 数据传输

3.1 数据传输原理

网络体系结构采用 Internet/Intranet 架构, 在该技术中通过 WinSocket 控件连接客户端和远程医疗监护中心, 并通过传输控制协议 (TCP) 以及用户数据报协议 (UDP) 进行数据交换。用 C# 编程实现, 建立客户端与服务器端的模型, 客户端通过 Internet 网络与医疗中心相连接, 多个客户端可以同时连接到医院端。

医院端除主进程外, 另有两个进程: 控制进程和数据传送进程。进行数据传送时, 医院端和客户端要建立两个连接: 控制连接和数据连接。控制连接在整个会话中一直保持打开, 发送和接收来自医院端的控制信息。例如: 发送文件, 在线聊天等。但控制连接不传送文件, 传送文件由数据连接实现。当客户端发出请求时, 医院端会创建数据连接

和数据传送进程, 用于数据的传输, 传送完毕后关闭数据传送连接^[6,7]。该模块分为数据压缩与传输两个模块, 数据压缩模块由 ROI 有损无损混合压缩与 BW 算法进行无损压缩组成, 数据传输模块由在线聊天、文件传输和个人信息组成^[8]。

3.2 数据传输实现

普通方法的执行是单线程的, 如果中途遇到大型操作, 都会导致传输阻塞, 表现为界面不响应。异步方法和多线程很好地解决了这些问题, 异步执行某个方法, 程序立即开辟一个新线程去运行这个方法, 主线程包括界面就不会出现阻塞和未响应等情况。但通过异步产生的新线程, 必须回收, 否则会浪费资源, 所以本系统通过 C# 语言的异步回调, 用被动回收的方式, 解决这个问题, 由于 TCP 是面向连接的协议, 相对于无连接的协议 UDP 会更安全, 而医学数据要求较高的安全性, 通过采用基于 TCP 的 C# Socket 编程解决了这个问题, 实现数据的稳定和安全的传输^[9]。

3.3 普通信息传输

普通信息包括用户名、用户密码、用户的基本信息以及进行在线聊天时发送的信息等比较小的数据, 例如: 在消息框中输入信息, 点击发送按钮, 即可与其他客户端或服务器相互发送消息。本系统通过 C# 的事件与委托机制以及多线程和异步编程等技术, 实现信息的收发, 当发送一条信息时, 通过将信息转化为 2 进制, 并调用 SendData 函数发送信息, 同时应用 C# 的异步编程防止程序阻塞, 通过调用 SendData 的回调函数, 进行异步执行触发发送信息的事件, 调用与该事件关联的委托方法进行一些信息的显示与发送等操作。接收端通过 Receive 方法接收信息, 并调用 Receive 方法的回调函数, 对接收到的数据, 判断是否为空、属于哪类信息等检查, 根据对信息的检查与判断, 处理和显示得到的数据^[10]。医疗监护中心端通过设定主机名与端口号监听来自指定端口号的信息, 当收到连接请求时, 与客户端建立连接, 同时更新用户列表。选中要聊天的病人, 在消息框内输入信息, 既可进行相互聊

天通信,也可选中所有病人发送消息。

3.4 文件以及图像传输

基于 Socket 进行网络传输文件时,通过采用缓冲输入/输出流来包装输出流,加快传输的速度。如果文件较大时,要对文件进行加密、压缩和分包等操作,当出现丢包时,通过断点续传重新获得丢失的包^[8]。文件以及图像传输原理,见图 2。

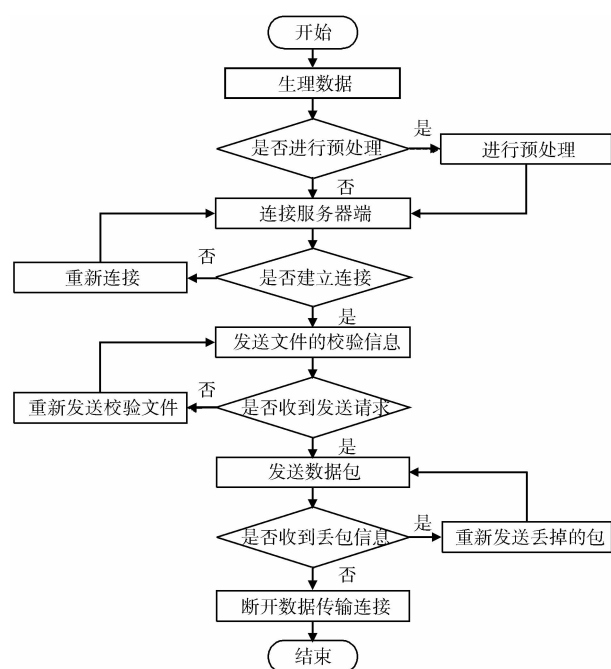


图 2 文件以及图像的传输原理

首先,服务器端通过控制进程发出发送病人数据的请求,客户端接收到服务器端的请求后,发送回应信息,并对要发送的文件进行加密、压缩和分包等处理,通过处理得到要发送数据的校验信息(例如:文件名、文件格式、文件大小、包大小、最后一个包的大小等)。将该文件的所有信息存储在一个用于要传输文件的校验文件中,通过数据传输进程发送给服务器端,服务器端收到后,发送消息通知客户端准备接收文件包,客户端开始发送每个分包。分包发送时,通过定时器设定时间间隔,当服务器端收到所有分包后,根据存储该文件信息的校验文件,对该文件检查是否出现丢包和传输错

误等现象,如果发现则通过控制进程发送丢失包的消息给客户端,重传丢失的包。否则,向客户端发送传送成功的消息^[9,10]。

针对糖尿病人的特殊情况,通过 Internet 的 TCP/IP 协议实现监护数据的远程传输,在此基础上,针对传输数据量大这一特点,根据传输数据的不同特征采用不同的压缩传输方式,从中总结出了一些经验,希望在今后的实验中能够将其完善。

参考文献

- 1 于杨,何国平. 远程医疗在社区护理中的应用与前景 [J]. 中华护理杂志, 2006, 41 (2): 929.
- 2 赵安,吴宝明. 心电数据压缩技术的新进展 [J]. 国外医学生物医学工程分册, 2005, 28 (2): 89.
- 3 田峰,饶妮妮. 基于 BW 算法的高采样率心电数据无损压缩 [J]. 生物医学工程学杂志, 2005, 28 (2): 89.
- 4 Miaou SG, Chao SN. Wavelet - Based Lossy - to - lossless ECG Compression in a Unified Vector Quantization Framework [J]. IEEE Transaction on Biomedical Engineering, 2005, 52 (3): 539.
- 5 任大伟. 基于 ROI 的可变质量图像压缩算法 [J]. 仪器仪表学报, 2004, 25 (8): 542.
- 6 秦书平. 一种新的基于模板的医疗影像压缩方法的研究 [D]. 青岛: 山东科技大学, 2004.
- 7 H. L. Ren, Max Q. - H. Meng, L. S. Xu. Indoor Patient Position Estimation Using Particle Filtering and Wireless Body Area Networks [C]. The Proceedings of the 29th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2007: 2277 - 2280.
- 8 L. S. Xu, D. Zhang, K. Q. Wang. Wavelet - based Cascaded Adaptive Filter for Removing Baseline Drift in Pulse Waveforms [J]. IEEE Trans, 2005, 52 (11): 1973 - 1975.
- 9 Boll, S. Klas, W. A Multimedia Document Model for Re-use and Adaptation of Multimedia Content [J]. Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactionson, 2001, 13 (3): 361 - 382.
- 10 Atnafu, S. , Brunie, L. , Kosch, H. Similarity - based Operators and Query Optimization for Multimedia Database Systems [C]. 2001 International Symposium on Database Engineering&Applications, 2001: 346 - 355.