



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110784288 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201911063756.X

(22)申请日 2019.11.04

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路388号

(72)发明人 张鞠成 王志康 玄方甲 孙云 陈长骏

(74)专利代理机构 北京君泊知识产权代理有限公司 11496

代理人 王程远

(51)Int.Cl.

H04L 1/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

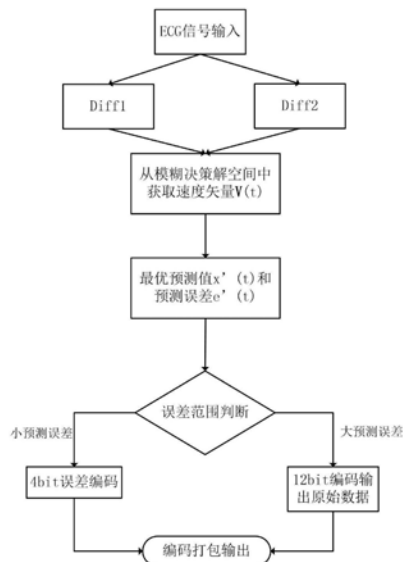
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

心电信号实时无损压缩方法和系统

(57)摘要

本发明公开了一种心电信号实时无损压缩方法和系统,心电信号实时无损压缩方法包括以下步骤:1)基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测;2)对心电波形预测误差进行编码;3)将编码后的预测误差打包发送。心电信号实时无损压缩系统包括模糊决策粒子群优化心电波形预测模块和心电波形预测误差编码模块。本发明公开的心电信号实时无损压缩方法算法复杂度低、心电压缩比高,有利于降低心电信号传输的通信功耗,从而降低系统的整体功耗。



1. 一种心电信号实时无损压缩方法,包括以下步骤:

- 1) 基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测;
- 2) 对心电波形预测误差进行编码;
- 3) 将编码后的预测误差打包发送。

2. 如权利要求1所述的心电信号实时无损压缩方法,其特征在于:当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $\text{Diff}1 = x(t-1) - x(t-2)$, $\text{Diff}2 = x(t-2) - x(t-3)$,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和。

3. 如权利要求2所述的运动训练负荷监测方法,其特征在于:速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积,加速因子 $\alpha = 5$,随机常数 $\beta = [0, 13]$ 。

4. 如权利要求2所述的运动训练负荷监测方法,其特征在于:将差值 $\text{Diff}1$ 和 $\text{Diff}2$ 的差值幅度分为超大、大、中等和小四挡。

5. 如权利要求2所述的运动训练负荷监测方法,其特征在于:所述心电波形预测误差编码采用变长编码,采用4比特编码最常出现的16种预测误差 $[-7 \sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

6. 一种心电实时无损压缩系统,包括模糊决策粒子群优化心电波形预测模块和心电波形预测误差编码模块,心电信号输入到模糊决策粒子群优化预测模块,进行心电波形预测,输出预测误差到编码模块,对心电波形的预测误差进行编码并输出,然后无线发送到智能终端进行心电波形显示、存储和波形回顾。

7. 如权利要求6所述的心电实时无损压缩系统,其特征在于:所述心电波形预测误差编码模块为变长编码模块,心电信号输入到模糊决策粒子群优化预测模块,进行心电波形预测,输出预测误差到变长编码模块,对心电波形的预测误差进行变长编码并输出,然后无线发送到智能终端进行心电波形显示、存储和波形回顾。

8. 如权利要求7所述的心电实时无损压缩系统,其特征在于:模糊决策粒子群优化心电波形预测包括以下步骤:当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $\text{Diff}1 = x(t-1) - x(t-2)$, $\text{Diff}2 = x(t-2) - x(t-3)$,如图2所示,将差值 $\text{Diff}1$ 和 $\text{Diff}2$ 的绝对值分为超大、大、中等和小四挡,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积。粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和, $e'(t)$ 是当前心电信号预测值与实际值之间的误差。

心电信号预测误差变长编码包括以下步骤:对预测误差 $e'(t)$ 进行变长编码,采用4比特编码最常出现的16种预测误差 $[-7 \sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;将编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

心电信号实时无损压缩方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及信号与信息处理技术领域,具体地说是一种心电信号实时无损压缩方法和系统。

背景技术

[0002] 动态心电图是临床常用的心血管疾病的筛查手段,通过记录可疑患者自然生活状态下连续24小时以上的心电信号,发现常规心电图不易发现的心律失常事件及ST段异常改变,获得重要诊断评价依据。

[0003] 为了保证便携性,心电实时监测系统一般使用内置电池供电,而且设备本身一般有体积限制,这就导致其内置电池容量相对较小,为了延长设备续航时间,实现长时间的信号稳定的心电监测,心电实时监测系统的设计需要重点考虑功耗控制问题。

[0004] 研究表明,通信功耗在动态心电监测系统的总功耗中占据较大的比例,如果心电压缩所需的功耗远小于传输心电数据所需的通信功耗,则系统整体功耗降低的倍数与压缩比成正比。对心电信号进行实时无损数据压缩可以大幅度减少需要发送的数据量,从而带来减少存储空间、降低通信带宽和降低通信功耗等优点,因此,通过实时无损压缩心电数据降低通信功耗是降低动态心电监测系统整体功耗的有效手段。在各类实时无损心电压缩算法中,基于小波变换的压缩算法一直是研究的热点,心电压缩比较高,但是运算较为复杂,在功耗控制上仍需进一步改进。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明针对上述与心电信号实时无损压缩相关的现有技术存在的算法复杂、心电压缩比小等技术问题,提供一种心电信号实时无损压缩方法,可以减少存储空间、降低通信带宽和降低通信功耗。

[0006] 本发明的技术解决方案是,提供一种心电信号实时无损压缩方法,包括以下步骤:

[0007] 1) 基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测;

[0008] 2) 对心电波形预测误差进行编码;

[0009] 3) 将编码后的预测误差打包发送。

[0010] 作为可选,基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测,当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $\text{Diff}1=x(t-1)-x(t-2)$, $\text{Diff}2=x(t-2)-x(t-3)$,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和。

[0011] 作为可选,速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积,加速因子 $\alpha=5$,随机常数 $\beta=[0,13]$ 。

[0012] 作为可选,将差值 $\text{Diff}1$ 和 $\text{Diff}2$ 的差值幅度分为超大、大、中等和小四挡。

[0013] 作为可选,所述心电波形预测误差编码采用变长编码,采用4比特编码最常出现的

16种预测误差 $[-7\sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

[0014] 采用以上心电信号实时无损压缩方法,本发明与现有技术相比,具有以下优点:(1)本发明的心电信号实时无损压缩方法,基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测,利用变长编码对心电波形预测误差进行编码,实现心电信号的实时无损压缩,降低心电信号传输的通信功耗,从而降低系统的整体功耗;(2)算法复杂度低、心电压缩比高。

[0015] 本发明还提供一种利用上述心电信号实时无损压缩方法的心电实时无损压缩系统,包括模糊决策粒子群优化心电波形预测模块和心电波形预测误差编码模块,心电信号输入到模糊决策粒子群优化预测模块,进行心电波形预测,输出预测误差到编码模块,对心电波形的预测误差进行编码并输出,然后无线发送到智能终端进行心电波形显示、存储和波形回顾。

[0016] 作为可选,所述心电波形预测误差编码模块为变长编码模块,心电信号输入到模糊决策粒子群优化预测模块,进行心电波形预测,输出预测误差到变长编码模块,对心电波形的预测误差进行变长编码并输出,然后无线发送到智能终端进行心电波形显示、存储和波形回顾。

[0017] 作为可选,模糊决策粒子群优化心电波形预测包括以下步骤:当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $Diff1=x(t-1)-x(t-2)$, $Diff2=x(t-2)-x(t-3)$,如图2所示,将差值 $Diff1$ 和 $Diff2$ 的绝对值分为超大、大、中等和小四挡,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积。粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和, $e'(t)$ 是当前心电信号预测值与实际值之间的误差。

[0018] 心电信号预测误差变长编码包括以下步骤:对预测误差 $e'(t)$ 进行变长编码,采用4比特编码最常出现的16种预测误差 $[-7\sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;将编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

附图说明

[0019] 图1为心电信号实时无损压缩方法流程图;

[0020] 图2为模糊决策解空间;

[0021] 图3为心电信号实时无损压缩系统原理图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,但本发明并不仅仅限于这些实施例。

[0023] 本发明涵盖任何在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。为了使公众对本发明有彻底的了解,在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节,而对本领域技术人员来说没有这些细节的描述也可以完全理解本发明。

[0024] 本发明提供一种心电信号实时无损压缩方法,包括以下步骤:

[0025] 1) 当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $\text{Diff}1=x(t-1)-x(t-2)$, $\text{Diff}2=x(t-2)-x(t-3)$,如图2所示,将差值 $\text{Diff}1$ 和 $\text{Diff}2$ 的绝对值分为超大、大、中等和小四挡,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积。粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和, $e'(t)$ 是当前心电信号预测值与实际值之间的误差。

[0026] 2) 对预测误差 $e'(t)$ 进行变长编码,采用4比特编码最常出现的16种预测误差 $[-7\sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;

[0027] 3) 将编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

[0028] 根据一个实施例,加速因子 $\alpha=5$,随机常数 $\beta=[0,13]$ 。

[0029] 本发明还提供一种利用上述心电信号实时无损压缩方法的心电实时无损压缩系统,包括模糊决策粒子群优化心电波形预测模块和变长编码模块,心电信号输入到模糊决策粒子群优化预测模块,进行心电波形预测,输出预测误差到变长编码模块,对心电波形的预测误差进行变长编码并输出,然后无线发送到智能终端进行心电波形显示、存储和波形回顾。

[0030] 根据一个实施例,模糊决策粒子群优化心电波形预测包括以下步骤:当前的心电信号 $x(t)$ 根据之前的三个值 $x(t-1)$, $x(t-2)$ 和 $x(t-3)$ 预测得到,差值 $\text{Diff}1=x(t-1)-x(t-2)$, $\text{Diff}2=x(t-2)-x(t-3)$,如图2所示,将差值 $\text{Diff}1$ 和 $\text{Diff}2$ 的绝对值分为超大、大、中等和小四挡,模糊决策的解空间由差值、方向、差值幅度和速度矢量 $V(t)$ 决定;速度矢量 $V(t)$ 是加速因子 α 和随机常数 β 的积。粒子群优化算法利用模糊决策结果确定波形预测的最优解 $x'(t)$,当前心电信号 $x(t)$ 的预测值 $x'(t)$ 是 $x(t-1)$ 与 $V(t)$ 的和, $e'(t)$ 是当前心电信号预测值与实际值之间的误差。

[0031] 心电信号预测误差变长编码包括以下步骤:对预测误差 $e'(t)$ 进行变长编码,采用4比特编码最常出现的16种预测误差 $[-7\sim 8]$,对于小预测误差,输出4比特预测误差编码;当预测误差超出4比特可表示范围时,通过12比特直接输出原始数据;将编码后的相邻数据两两打包进行发送,以保证输出的数据为整数字节。

[0032] 以上仅就本发明较佳的实施例作了说明,但不能理解为是对权利要求的限制。本发明不仅局限于以上实施例,其具体结构允许有变化。总之,凡在本发明独立权利要求的保护范围内所作的各种变化均在本发明的保护范围内。

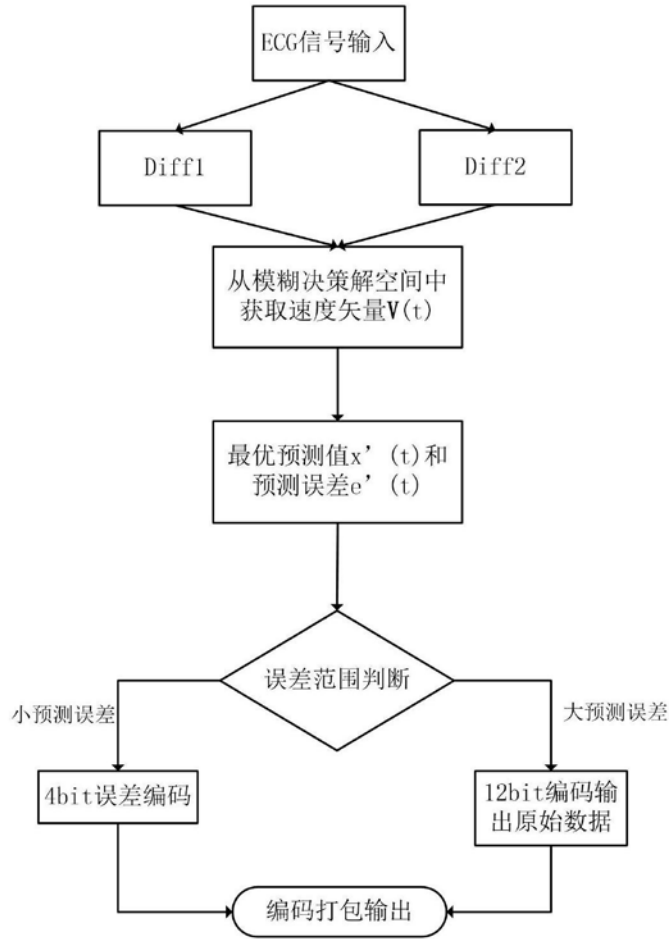


图1

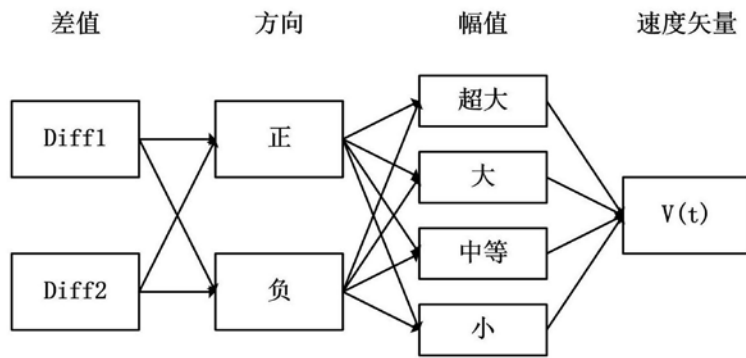


图2

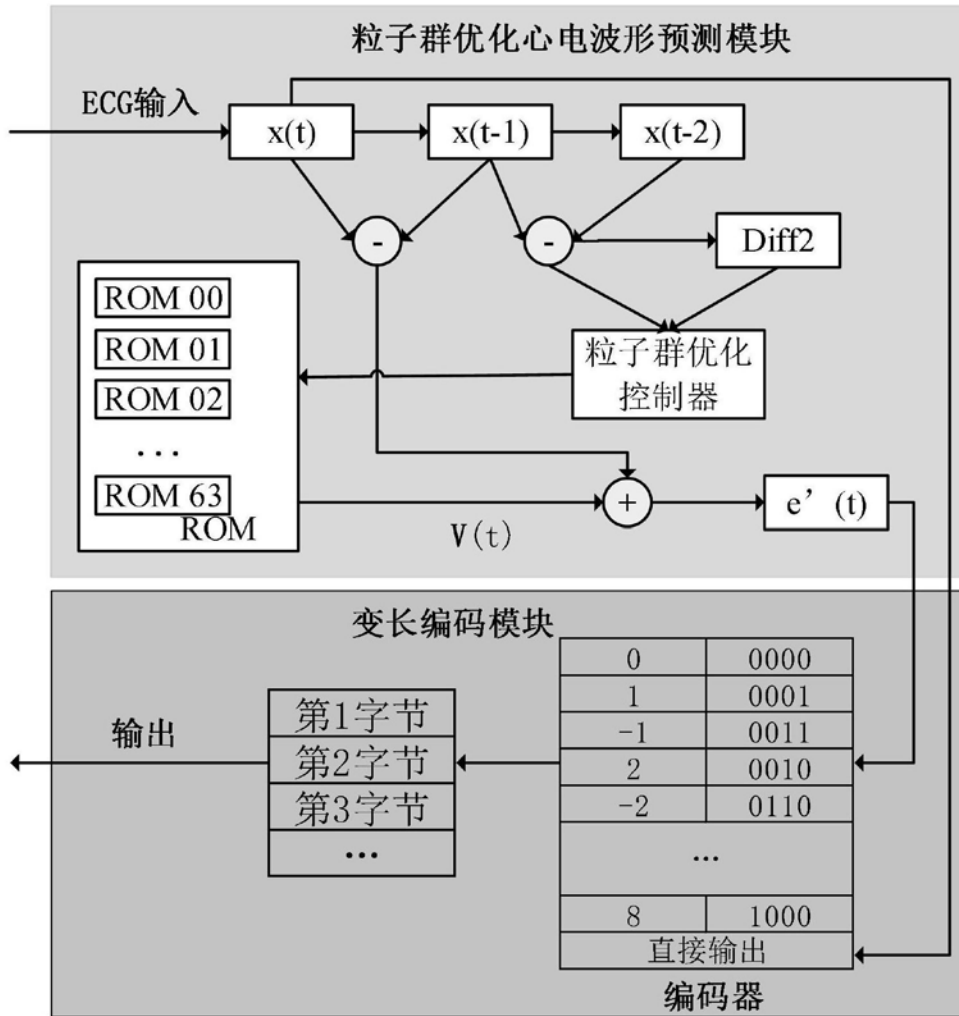


图3

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 心电信号实时无损压缩方法和系统 | | |
| 公开(公告)号 | CN110784288A | 公开(公告)日 | 2020-02-11 |
| 申请号 | CN201911063756.X | 申请日 | 2019-11-04 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| [标]发明人 | 张鞠成 王志康 孙云 陈长骏 | | |
| 发明人 | 张鞠成 王志康 玄方甲 孙云 陈长骏 | | |
| IPC分类号 | H04L1/00 A61B5/00 | | |
| CPC分类号 | A61B5/0006 H04L1/0007 H04L1/0014 | | |
| 代理人(译) | 王程远 | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种心电信号实时无损压缩方法和系统，心电信号实时无损压缩方法包括以下步骤：1)基于模糊决策粒子群优化方法进行心电波形预测；2)对心电波形预测误差进行编码；3)将编码后的预测误差打包发送。心电信号实时无损压缩系统包括模糊决策粒子群优化心电波形预测模块和心电波形预测误差编码模块。本发明公开的心电信号实时无损压缩方法算法复杂度低、心电压缩比高，有利于降低心电信号传输的通信功耗，从而降低系统的整体功耗。

