

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

G06F 19/00 (2006.01)

G08B 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610033077.4

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100340207C

[22] 申请日 2006.1.20

[21] 申请号 200610033077.4

[73] 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

[72] 发明人 谢存禧 邹焱飏

[56] 参考文献

CN1712955A 2005.12.28

WO0022982A1 2000.4.27

CN1570629A 2005.1.26

基于家庭的远程健康监护系统进展 邹焱
飏, 谢存禧, 计算机工程与应用, 第 10 期 2005

系统辨识及其在冶金工业中的应用(上)

卢桂章, 冶金自动化, 第 5 期 1979

审查员 徐 可

[74] 专利代理机构 广州粤高专利代理有限公司

代理人 何淑珍

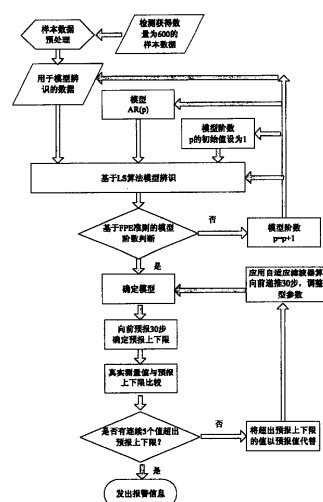
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种智能化监护系统报警方法

[57] 摘要

本发明公开了一种智能化监护系统报警方法, 以最终预报误差算法 FPE 模型定阶, 及带遗忘因子的递归最小二乘算法 RFF 动态更新生理参数时间序列模型为基础, 可根据不同的监护对象建立适应性的报警模型, 自动设置报警阈值。本发明能实时地根据观测数据和估计结果来自动调整模型参数, 使得遵循某种准则接近最佳值, 以实现“慢”时变生理参数时间序列的追踪, 保证模型的准确性。本发明可根据建模结果, 作前向 30 步预报, 确定预报值, 以及预报上下域值, 并将它自动设置为报警域值, 从而实现可根据不同的监护对象建立因人而异的报警模型, 自动设置报警阈值。本发明可应用于医院中的中央监护系统、重症监护病房、冠心病重症监护以及社区远程监护系统中。



1. 一种智能化监护系统报警方法，其特征在于步骤如下：

(1) 监护系统在线运行，获得数据，作为样本数据集 A ；监护系统的客户端由三个生理参数检测模块构成，分别是 630A 无创血压模块、811 心电/呼吸/体温模块、9003 血氧模块；

(2) 对样本数据集 A 进行预处理；

(3) 建模型类为 $AR(p)$ ；

(4) 模型阶数 $p=1:6$ ，分别对样本数据集 A ，应用最小二乘一次完成算法 LS ，辨识模型参数；

(5) 应用最终预报准则 FPE ，计算出相应于 $p=1:6$ 模型的 FPE 值，确定其中 FPE 最小值所对应的模型阶数为模型最佳阶数 $\hat{p}$ ；

(6) 对样本数据集 A ，设定模型 $AR(\hat{p})$ ，应用带遗忘因子的递归最小二乘算法 RFF ，辨识模型参数；

(7) 向前预报 30 步，确定预报上下阈值 PI ，并对监护对象处于何种状态做出判断；

(8) 应用 RFF 算法向前递推 30 步，修正模型参数，并重新开始预报和判断过程。

2. 根据权利要求 1 所述的智能化监护系统报警方法，其特征在于所述步骤

(1) 中获得数据是获得 600 个数据。

一种智能化监护系统报警方法

技术领域

本发明属于生物医学信号处理领域，尤其涉及一种智能化监护系统报警方法。

背景技术

现有的监护系统主要采用如下两种的报警方式：基于预置阈值的报警方式以及 M. Imboff 等人提出的基于时序建模的智能报警方法。这两种方式在使用过程中均存在一定问题。

基于预置阈值的报警方式是指：监护系统对监测的各项生命体征参数分别设定上下限(如：对于心率参数预先设定上限为120、下限为50，当监测值超出此范围时，即发出报警信息)，这种报警方式存在着增加系统运行复杂性、易出现误报警信息、无法反映监护对象身体状况变化等缺点。

通常的多参数生理监护仪可实现几个甚至多达十几种生理参数监护功能，监护内容涉及到心血管系统、呼吸系统。由于监护对象的身体状况各异，要求预置阈值也存在差异。因此往往需要为每个监护对象的各种生理参数分别预置阈值。这无疑增加系统运行的复杂性。

通常连续检测的过程数据集中都包含有 0.5%：10%，甚至 20% 的异常值，高质量的数据中也常有 0.01%：0.05% 的异常值。这些异常值表现为远离大多数观察值的形式出现。同时这些异常点通常会超出预置阈值，触发报警信息产生。在重症监护病房(ICUs)的生理参数连续监测系统中，这种现象同样经常出现。ICUs 起源于二战期间，在救护车中对全身麻醉情况下进行手术后的战士进行监

护，这一项技术在 1947—1952 年期间获得广泛的应用。目前 ICUs 的医疗监护技术已经非常完善，但是它的监护数据处理技术、智能报警算法在近二十年却一直引起相关研究人员的关注。其中主要原因就是由于在连续监护过程中，由于采用预置阈值的报警方式带来大量的误报警信息，给医护人员带来大量的额外工作负担。而这主要是由于检测仪器误差、以及由于监护对象移动产生的异常值造成的。

监护系统的目的更重要的是能尽快的发现身体状况的变化。监护系统中监护对象的状况归纳为如图 1、图 2、图 3、图 4 所示的四种。

图 1 是监护对象处于稳定状态的示意图。图 2 是监护系统有异常值出现的示意图，显示在 100、200、350 位置出现异常值，这些异常点经常是由于监护系统或者环境所造成的，并非反映监护对象身体状况真实的变化，因此虽然测量值超出预置阈值，但显然无需发出报警信息。相关统计资料显示在 ICUs 中超出 50% 的误报警信息是有异常值引起的。图 3 是监护对象出现状态偏移的示意图，图 4 是监护对象出现趋势变化的示意图，图 3 以及图 4 虽然检测值可能还未达到预置阈值，但是表示监护对象出现异常状况，要求及早发现，提请医护人员对监护对象的状况予以关注。因此对于图 3 以及图 4 中的两种状态要实现实时在线识别，并发出报警信息。

M. Imboff 等人提出的基于时序建模的智能报警方法是：

- (1) 采用自回归模型 $AR(2)$

$$z(t) = \phi_1 z(t-1) + \phi_2 z(t-2) + n(t);$$

- (2) 采用数据长度为 90 的数据窗，且以步长为 30 个数据向前移动；

- (3) 在每个时间窗中，前 60 个数据用于辨识 $AR(2)$ 模型的参数 ϕ_1 、 ϕ_2 ；后

将此模型作向前 30 步的预报，概率限为 95%，确定预报上下阈值 PI；

(4) 将后 30 个数据与 PI 做比较；

稳定状态(图 1)：所有的数据均未超出 PI 范围；

有异常值(图 2)：连续超出 PI 范围点个数 ≤ 5 个；

状态偏移(图 3)：连续超出 PI 范围点个数 >5 个。

M. Imboff 等人提出的基于时序建模的智能报警方法的核心思想是：通过采用低阶模型，尽量减少建模所需要的数据量，实现模型快速识别，但是这会使得模型精度降低，从而导致不准确的预报。

对于监护报警问题国内外许多学者都曾进行研究，并提出相关设想。Korhonen I 等提出当健康监护系统运行在长期的条件下如：超过一个月甚至一年，那么传感器数据的自动处理将变得非常关键；处理的内容涉及到误差的检测和补偿、监护参数的特征提取如：长期趋势的发现、以及必要的报警信息发布。杨杰等也谈到不同年龄、性别、体质、疾病的监护对象，其识别报警的模型应是不相同的，监护系统应该能根据不同年龄、性别、体质、疾病的监护对象，通过自学习来进行建模，并能根据多重识别模型进行识别推理。但他们都没有对此问题有完整解决方案提出。

发明内容

本发明的目的在于提供一种智能化监护系统报警方法，通过智能化监护数据分析方法的研究，对不同年龄、性别、体质、疾病的监护对象，建立因人而异的监护报警模型，实时的发现监护过程中出现的异常信息。

为此，本发明采用的技术方案如下：

(1) 监护系统在线运行，获得数据，作为样本数据集 A；监护系统的客户端由三个生理参数检测模块构成，分别是 630A 无创血压模块、811 心电/呼吸/

体温模块、9003 血氧模块；

- (2) 对样本数据集 A 进行预处理；
- (3) 建模型类为 $AR(p)$ ；
- (4) 模型阶数 $p=1:6$ ，分别对样本数据集 A ，应用最小二乘一次完成算法 LS ，辨识模型参数；
- (5) 应用最终预报准则 FPE ，计算出相应于 $p=1:6$ 模型的 FPE 值，确定其中 FPE 最小值所对应的模型阶数为模型最佳阶数 $\hat{p}$ ；
- (6) 对样本数据集 A ，设定模型 $AR(\hat{p})$ ，应用带遗忘因子的递归最小二乘算法 RFF （自适应滤波器算法），辨识模型参数；
- (7) 向前预报 30 步，确定预报上下阈值 PI ，并对监护对象处于何种状态做出判断；
- (8) 应用 RFF 算法向前递推 30 步，修正模型参数，并重新开始预报和判断过程。

所述步骤(1)中获得数据是获得 600 个数据。

本发明提出的方法以最终预报误差算法 FPE 模型定阶，及带遗忘因子的递归最小二乘算法 RFF 动态更新生理参数时间序列模型为基础的监护系统智能化生理参数分析和报警算法框架，可根据不同的监护对象建立适应性的报警模型，自动设置报警阈值。

本发明与现有技术相比，具有如下优点和有益效果：

- (1) 本发明应用 $AR(p)$ 模型来拟合生理参数时间序列，但模型阶数 p 由时序数据本身来确定，以提高模型的精度。
- (2) 本发明应用 RFF 自适应滤波器算法，实时地根据观测数据和估计结果

来自动调整模型参数，使得遵循某种准则接近最佳值，以实现“慢”时变生理参数时间序列的追踪，保证模型的准确性。

(3) 本发明可根据建模结果，应用预报理论，作前向 30 步预报，确定预报值，以及预报上下域值，并将它自动设置为报警域值，从而实现可根据不同的监护对象建立因人而异的报警模型，自动设置报警阈值。

附图说明

图 1 是监护对象处于稳定状态的示意图；

图 2 是监护系统有异常值出现的示意图；

图 3 是监护对象出现状态偏移的示意图；

图 4 是监护对象出现趋势变化的示意图；

图 5 是监护系统框图的示意图；

图 6 是监护系统的客户端示意图；

图 7 是本智能化监护系统报警方法的算法流程图；

图 8 是应用本方法对心率数据的分析处理结果；

图 9 是应用本方法对血样饱和度数据的分析处理结果。

具体实施方式

为了更好地理解本发明，下面结合附图对本发明作进一步地描述。

图 5 是监护系统框图的示意图，监护系统的客户端由三个生理参数检测模块构成，分别是 630A 无创血压模块、811 心电/呼吸/体温模块、9003 血氧模块，对监护对象的血压、心电、呼吸、体温、以及血氧等生理参数进行在线、连续检测；三个监护模块通过 PC104 总线系统构建客户端监护系统，客户端和社区远程监护系统之间通过 PC104 总线上的网络接口联接。

图 6 是监护系统的客户端示意图, 新型智能生理参数监护仪对监护对象的生理参数进行实时检测, 通过内嵌的智能化监护系统报警方法对数据进行分析处理, 识别出监护对象异常状况, 并将数据通过网络接口传给社区远程监护中心, 社区远程监护中心对此做出实时响应。

图 7 是本智能化监护系统报警方法的算法流程图, 应用 *RFF* 自适应滤波器算法, 实时地根据观测数据和估计结果来自动调整模型参数, 使得遵循某种准则接近最佳值, 以实现“慢”时变生理参数时间序列的追踪, 保证模型的准确性。

应用本方法对 PhysioBank 生理参数数据库的数据进行分析处理, 图 8 是应用本方法对心率数据的分析处理结果, 图 9 是应用本方法对血样饱和度数据的分析处理结果, 得出如下结论: (1)、建模结果满足基于残差分析的模型检验方法; (2)、预报结果通过和 M. Imboff 所提出的、用于重症监护病房监护系统的智能报警方法预报结果相比较, 证明本方法是一种性能更好、更优化的方法; (3)、此方法可对连续监测获得的生理参数时间序列进行分析处理, 实现在线、实时报警。

基于智能化监护系统报警方法, 构建的社区远程监护系统能实现对于缺乏自理能力的老年人、残疾人提供监护功能, 使他们恢复部份生活自理能力, 减轻家人的护理负担, 使他们更好地融入家庭生活。同时把若干分布于一定社区、医院或地方区域内的监护对象置于网络化监控系统之内, 对老年人、残疾人健康相关的生理参数进行实时检测, 并应用智能化监护系统报警方法进行分析处理, 识别出监护对象异常状况, 并发出报警信息。

本发明可对监护系统中连续监测获得的生命体征数据进行分析处理, 包括

心电、血压、血氧、脉搏、呼吸、体温，而且监护系统的采样率 $>1S$ ；本发明的建模结果满足基于残差分析的模型检验方法，另外本发明的分析结果和相关医学专家的分析结果基本相符，准确率达到 95%以上。

本发明可应用于医院中的中央监护系统、重症监护病房(ICU)、冠心病重症监护(CCU)以及社区远程监护系统中，对连续监测的生命体征参数进行分析处理，发现异常信息。

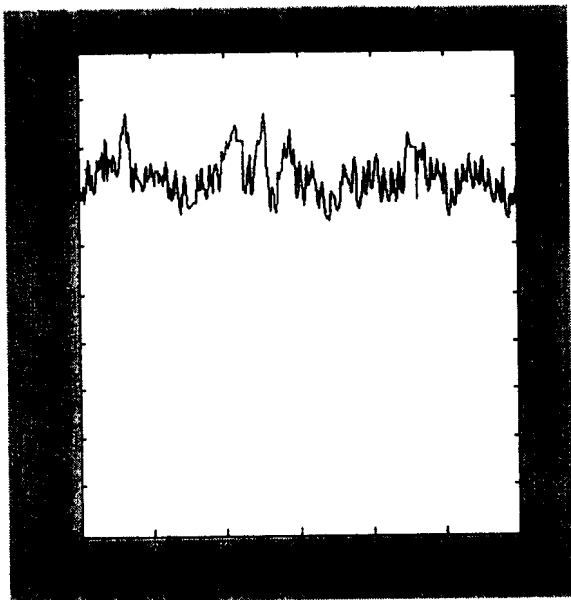


图 1

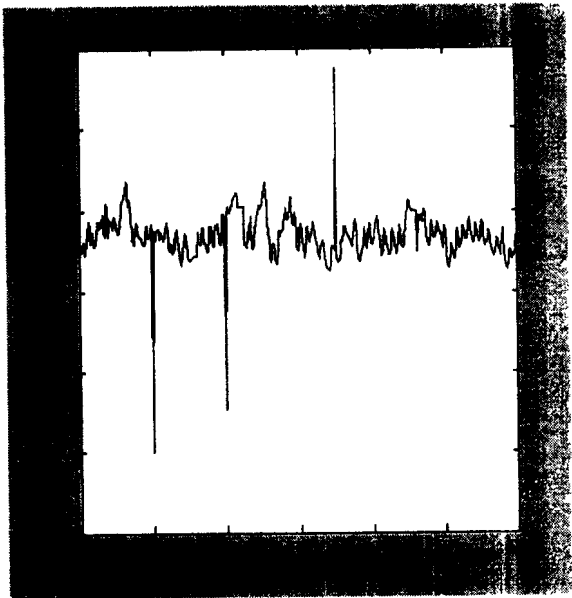


图 2

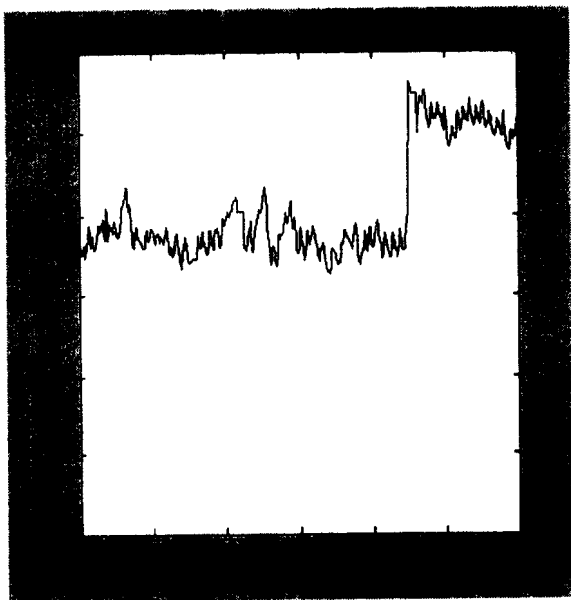


图 3

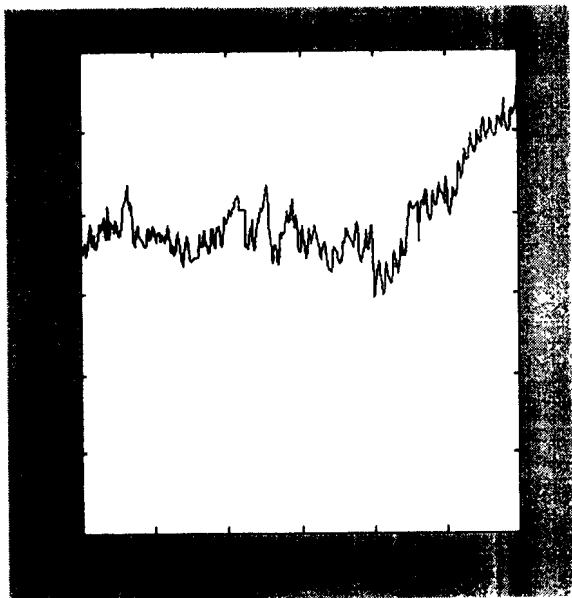


图 4

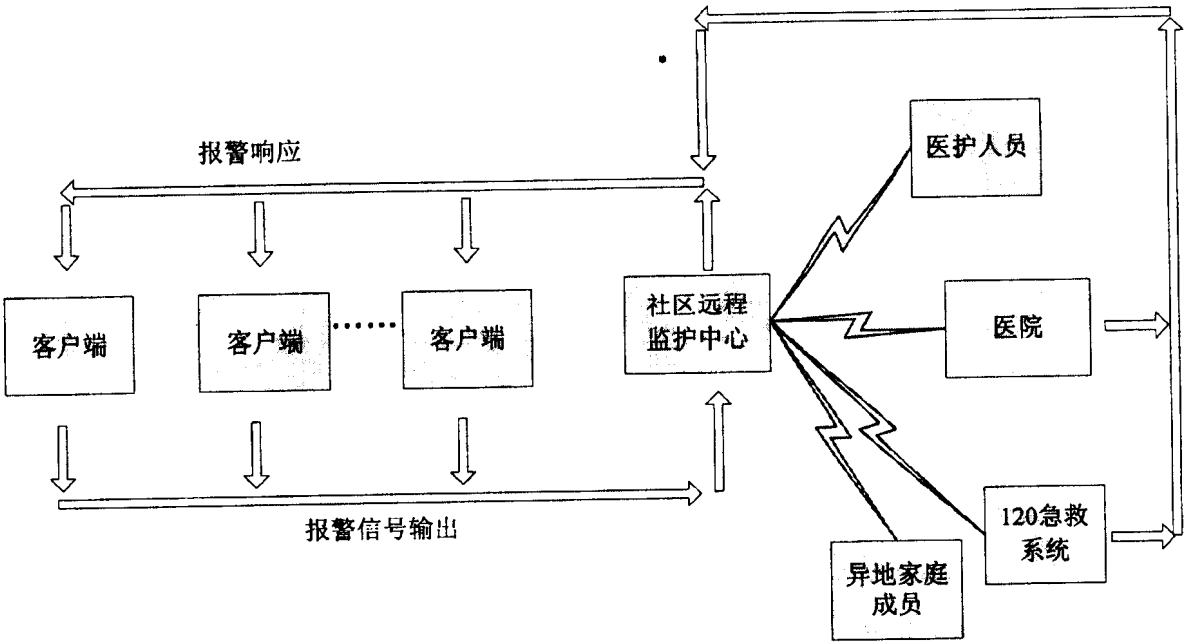


图 5

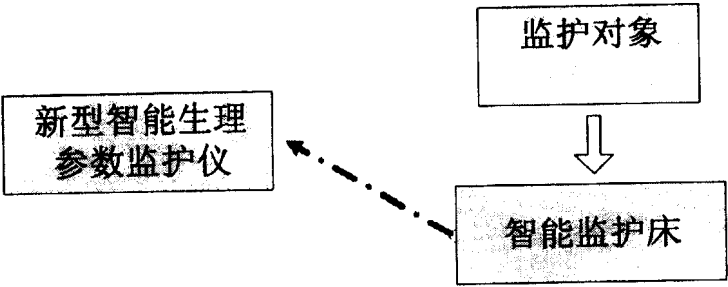


图 6

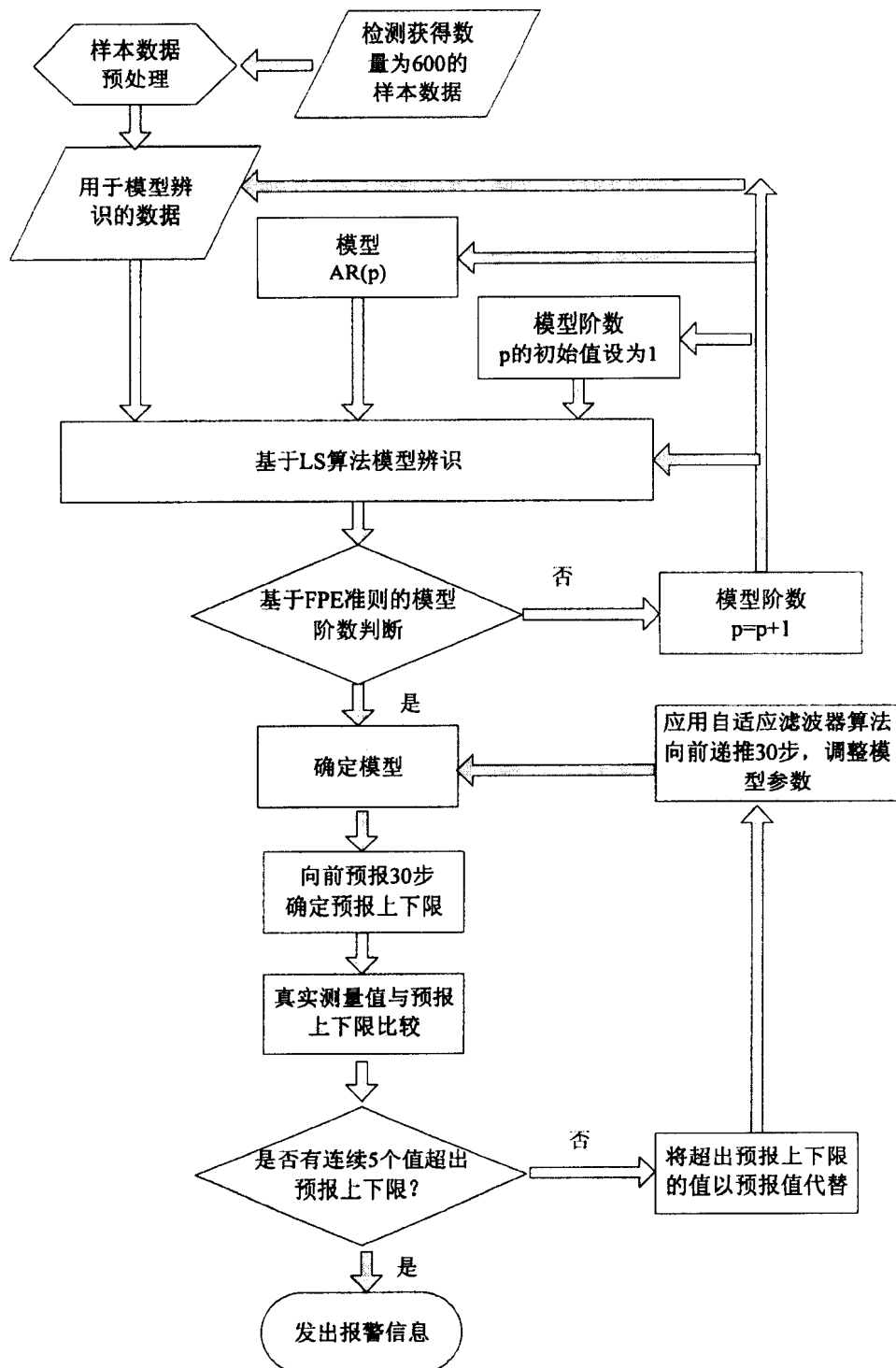


图 7

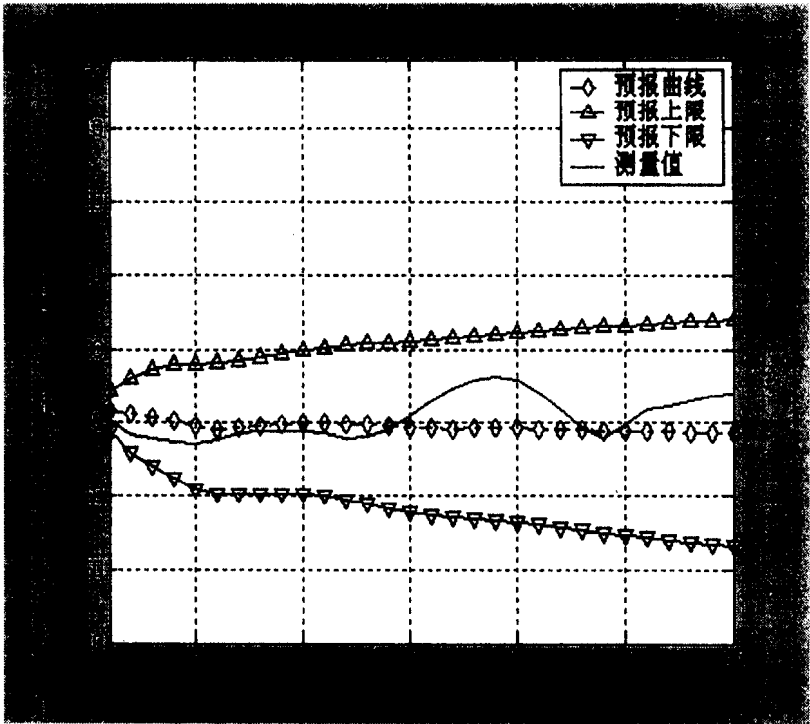


图 8

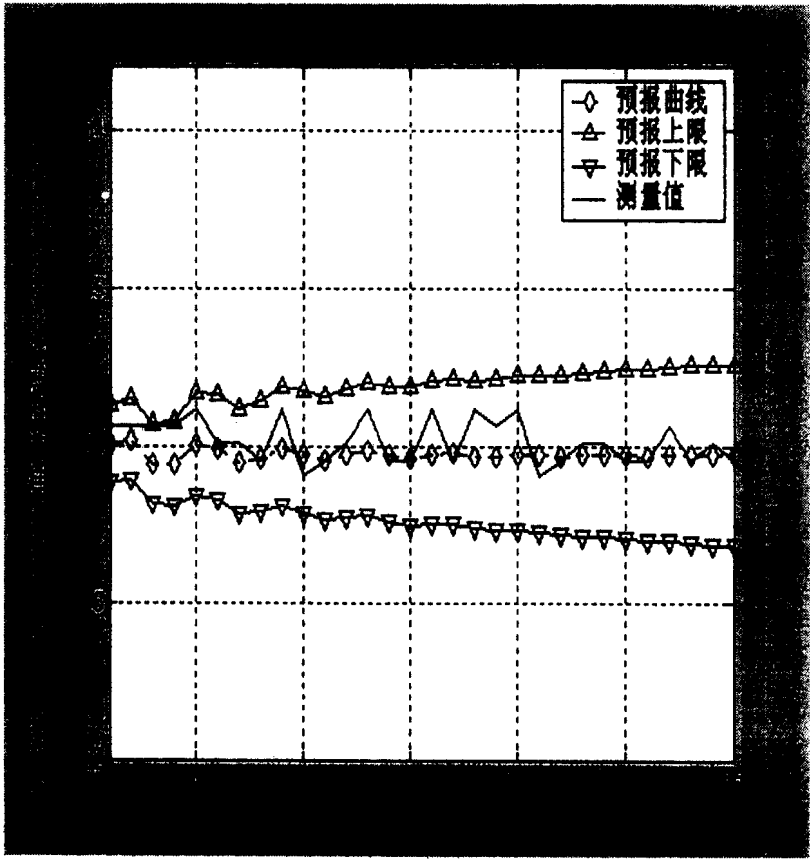


图 9

专利名称(译)	一种智能化监护系统报警方法		
公开(公告)号	CN100340207C	公开(公告)日	2007-10-03
申请号	CN200610033077.4	申请日	2006-01-20
[标]申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
[标]发明人	谢存禧 邹焱飏		
发明人	谢存禧 邹焱飏		
IPC分类号	A61B5/00 G06F19/00 G08B21/00		
代理人(译)	何淑珍		
审查员(译)	徐可		
其他公开文献	CN1803088A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种智能化监护系统报警方法，以最终预报误差算法FPE模型定阶，及带遗忘因子的递归最小二乘算法RFF动态更新生理参数时间序列模型为基础，可根据不同的监护对象建立适应性的报警模型，自动设置报警阈值。本发明能实时地根据观测数据和估计结果来自动调整模型参数，使得遵循某种准则接近最佳值，以实现时变生理参数时间序列的追踪，保证模型的准确性。本发明可根据建模结果，作前向30步预报，确定预报值，以及预报上下域值，并将它自动设置为报警域值，从而实现可根据不同的监护对象建立因人而异的报警模型，自动设置报警阈值。本发明可应用于医院中的中央监护系统、重症监护病房、冠心病重症监护以及社区远程监护系统中。

