



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105266788 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510764459. 3

(22) 申请日 2015. 11. 11

(71) 申请人 四川长虹电器股份有限公司

地址 621000 四川省绵阳市高新区绵兴东路
35 号

(72) 发明人 梁庆真 刘传银

(74) 专利代理机构 四川省成都市天策商标专利
事务所 51213

代理人 秦华云

(51) Int. Cl.

A61B 5/024(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

G06F 19/00(2011. 01)

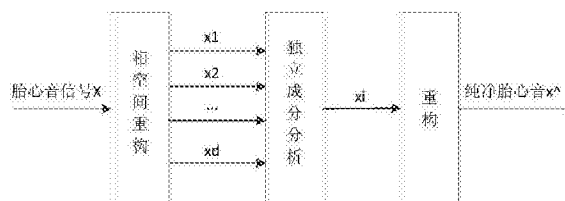
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种胎心音分离方法

(57) 摘要

本发明公开了一种胎心音分离方法,其方法步骤如下:A. 胎心音信号 X 进行相空间重构,将胎心音信号 X 的一维信号拓展到 m 维;B. 对拓展的 m 维行向量进行独立成分分析;C. 选取胎心音信号 X 中频率在 60-180Hz 范围内贡献率最大的独立成分,该独立成分为胎心音信号 x_i ;D. 对选取的独立成分胎心音信号 x_i 进行映射回相空间重构得到纯净胎心音信号 $\hat{x}$;E. 对得到的胎心音信号 $\hat{x}$ 进行进一步的处理,该处理包括计算胎心率处理。本发明通过相空间重构技术和盲信号处理技术将胎儿心音信号的提取出来,完成了对孕妇肚中胎儿心音的提取与处理,得到了比较纯净的胎音信号,为怀孕期间的胎儿检测与监护提供了一种新的方式。



1. 一种胎心音分离方法,其特征在于:其方法步骤如下:

A. 胎心音信号 X 进行相空间重构,将胎心音信号 X 的一维信号拓展到 m 维;

B. 对拓展的 m 维行向量进行独立成分分析;

C. 选取胎心音信号 X 中频率在 60-180Hz 范围内贡献率最大的独立成分,该独立成分为胎心音信号 x_i ;

D. 对选取的独立成分胎心音信号 x_i 进行映射回相空间重构得到纯净胎心音信号 $\hat{x}$;

E. 对得到的胎心音信号 $\hat{x}$ 进行进一步的处理,该处理包括计算胎心率处理。

2. 根据权利要求 1 所述的一种分离胎心音的方法,其特征在于,步骤 A 具体包括以下步骤:

A1. 对胎心音信号 X 分别由互信息法和算法计算出胎心音的延迟时间 τ 和嵌入维数 m ;

A2. 由选定延迟时间 τ 和嵌入维数 m 得到重构的相空间 $\{Z_n\}_{n=1}^{L-(m-1)\tau}$, 将一维信号拓展到 m 维。

3. 根据权利要求 1 所述的一种分离胎心音的方法,其特征在于,步骤 B 具体包括以下步骤:

B1. 将步骤 A 中拓展的 m 维行向量组成一个 m 维矩阵 $MixedS$;

B2. 对 $MixedS$ 进行中心化,使它的均值为 0;

B3. 对数据进行白化, $MixedS \rightarrow MixedS_white$, 记为 Z ;

B4. 在此应用中,独立元个数等于变量个数 m ,并设置最大迭代次数;

B5. 选择一个初始权矢量 W_p ;

B6. 令 $W_p = E\{Z_g(W_p^T Z)\} - E\{g'(W_p^T Z)\}W$, g 为选择的非线性函数;

B7. $W_p = W_p - \sum_{j=1}^{p-1} (W_p^T W_j) W_j$;

B8. 令 $W_p = W_p / \|W_p\|$;

B9. 若 W_p 不收敛的话,返回 B6;

B10. 令 $p = p+1$, 如果 p 小于等于 m , 返回 B5。

4. 根据权利要求 1 所述的一种分离胎心音的方法,其特征在于,步骤 C 具体包括以下步骤:

C1. 计算步骤 B 中 m 个独立成分在频率为 60-180Hz 内的能量贡献率;

C2. 贡献率最大的即为胎心音信号 x_i 。

5. 根据权利要求 1 所述的一种分离胎心音的方法,其特征在于,步骤 D 具体包括以下步骤:

D1. 由 $Z_i = A_u * x_i$ 将 x_i 映射回相空间;式中 x_i 为胎心音信号; A_u 为混合矩阵中与其相应的列, Z_i 为与其相应的相空间。

D2. 最后胎音信号 $\hat{x}$ 根据式 $\hat{x} = \frac{1}{x} \sum_{i=1}^x Z_i$ 重建,得到纯净胎心音 $\hat{x}$;式中 Z_{i_i} 为相空间 Z_i 中的第 i 个行向量。

6. 根据权利要求 1 所述的一种分离胎心音的方法,其特征在于,步骤 E 具体包括以下步

骤：

- E1. 提取第一心音、第二心音包络；
- E2. 计算出胎心率。

一种胎心音分离方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理技术领域,尤其涉及一种胎心音分离方法。

背景技术

[0002] 怀孕期间的胎儿检测时母婴保健的重要过程。进行长期有效监控的胎儿检测,可以帮助产科医生确定胎儿的健康,尽可能早诊断,早治疗。要实现胎儿监护,先要取得反映胎儿健康状况的信号。通常有两种,即心音和心电信号。(1) 胎儿心音信号 (Fetal heart sound)。心音是心肌舒缩和瓣膜启闭时振动所产生的声信号,反映了心脏活动的状态。根据相邻两个第一心音或第二心音的时间间隔,即可算出胎心率。(2) 胎儿心电信号 (Fetal Electrocardiogram, FECG)。心电信号是心脏节律性活动的原发性信号。

[0003] 目前对检测胎儿健康的技术很大程度上依靠超音波影像,但是这种技术不能提供长期的对胎儿疾病的预测。胎儿心音的提取可以通过在母体腹部放置一个敏感的传感器来实现,然而由于母体内羊水和母体组织的声波阻尼,我们所能听到的声音能量非常低。所以,该信号常常受到来自母体、外界环境以及传感器自身所造成的噪声干扰。又加上胎儿心音的能量低,频谱范围广泛 (20-150Hz),使得提取胎儿心音变得很困难。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足之处,本发明的目的在于提供一种胎心音分离方法,通过相空间重构技术和盲信号处理技术将胎儿心音信号的提取出来,完成了对孕妇肚中胎儿心音的提取与处理,得到了比较纯净的胎音信号,为怀孕期间的胎儿检测与监护提供了一种新的方式。

[0005] 本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0006] 一种胎心音分离方法,其方法步骤如下:

[0007] A. 胎心音信号 X 进行相空间重构,将胎心音信号 X 的一维信号拓展到 m 维;

[0008] B. 对拓展的 m 维行向量进行独立成分分析;

[0009] C. 选取胎心音信号 X 中频率在 60-180Hz 范围内贡献率最大的独立成分,该独立成分为胎心音信号 x_i ;

[0010] D. 对选取的独立成分胎心音信号 x_i 进行映射回相空间重构得到纯净胎心音信号 $\hat{x}$;

[0011] E. 对得到的胎心音信号 $\hat{x}$ 进行进一步的处理,该处理包括计算胎心率处理。

[0012] 本发明优选步骤 A 的技术方案是:步骤 A 具体包括以下步骤:

[0013] A1. 对胎心音信号 X 分别由互信息法和算法计算出胎心音的延迟时间 τ 和嵌入维数 m;

[0014] A2. 由选定延迟时间 τ 和嵌入维数 m 得到重构的相空间 $\{Z_n\}_{n=1}^{L-(m-1)\tau}$, 将一维信号拓展到 m 维。

[0015] 本发明优选步骤 B 的技术方案是：步骤 B 具体包括以下步骤：

[0016] B1. 将步骤 A 中拓展的 m 维行向量组成一个 m 维矩阵 MixedS；

[0017] B2. 对 MixedS 进行中心化,使它的均值为 0；

[0018] B3. 对数据进行白化, $MixedS \rightarrow MixedS_white$, 记为 Z；

[0019] B4. 在此应用中,独立元个数等于变量个数 m,并设置最大迭代次数；

[0020] B5. 选择一个初始权矢量 W_p ；

[0021] B6. 令 $W_p = E\{Z_g(W_p^T Z)\} - E\{g'(W_p^T Z)\}W$, g 为选择的非线性函数；

[0022] B7. $W_p = W_p - \sum_{j=1}^{J-1} (W_p^T W_j)W_j$ ；

[0023] B8. 令 $W_p = W_p / ||W_p||$ ；

[0024] B9. 若 W_p 不收敛的话,返回 B6；

[0025] B10. 令 $p = p+1$, 如果 p 小于等于 m, 返回 B5。

[0026] 本发明优选步骤 C 的技术方案是：步骤 C 具体包括以下步骤：

[0027] C1. 计算步骤 B 中 m 个独立成分在频率为 60-180Hz 内的能量贡献率；

[0028] C2. 贡献率最大的即为胎心音信号 x_i 。

[0029] 本发明优选步骤 D 的技术方案是：步骤 D 具体包括以下步骤：

[0030] D1. 由 $Z_i = Au * x_i$ 将 x_i 映射回相空间；式中 x_i 为胎心音信号；Au 为混合矩阵中与其相应的列, Z_i 为与其相应的相空间。

[0031] D2. 最后胎音信号 $\hat{x}$ 根据式 $\hat{x} = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d Z_i$ 重建,得到纯净胎心音 $\hat{x}$ ；式中 Z_i 为相空间 Z_i 中的第 i 个行向量。

[0032] 本发明优选步骤 E 的技术方案是：步骤 E 具体包括以下步骤：

[0033] E1. 提取第一心音、第二心音包络；

[0034] E2. 计算出胎心率。

[0035] 本发明较现有技术相比,具有以下优点及有益效果：

[0036] 本发明通过对采集的胎心音信号进行相空间重构,将一维的信号拓展到多维,达到混叠信号的数目不少于源信号数目的条件,然后通过 ICA(独立成分分析)盲源分离方法估计得到源信号。对提取到的比较纯净的胎音信号做进一步的分析,就能为怀孕期间的胎儿检测与监护提供一种新的方式。

附图说明

[0037] 图 1 为本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合实施例对本发明作进一步地详细说明：

[0039] 实施例一

[0040] 如图 1 所示,一种胎心音分离方法,包括以下步骤：

[0041] 第一步. 胎心音信号相空间重构；

[0042] A1. 分别由互信息法和 Cao 算法计算出胎心音的延迟时间 τ 和嵌入维数 m；

[0043] A2. 由选定嵌入维数 m 和延迟时间 τ 得到重构的相空间 $\{Z_n\}_{n=1}^{L-(m-1)\tau}$, 将一维信号拓展到多维, 即 m 维。

[0044] 第二步. 对拓展的 m 维行向量进行独立成分分析;

[0045] B1. 将步骤一中拓展的多维行向量组成一个多维矩阵 $MixedS$;

[0046] B2. 对 $MixedS$ 进行中心化, 使它的均值为 0;

[0047] B3. 对数据进行白化, $MixedS \rightarrow MixedS_white$, 记为 Z ;

[0048] B4. 在此应用中, 独立元个数等于变量个数 m , 并设置最大迭代次数;

[0049] B5. 选择一个初始权矢量 (随机的) W_p ;

[0050] B6. 令 $W_p = E\{Z_g(W_p^T Z)\} - E\{g'(W_p^T Z)\}W$, g 为选择的非线性函数;

[0051] B7. $W_p = W_p - \sum_{j=1}^{p-1} (W_p^T W_j)W_j$;

[0052] B8. 令 $W_p = W_p / \|W_p\|$;

[0053] B9. 假如 W_p 不收敛的话, 返回 B6;

[0054] B10. 令 $p = p+1$, 如果 p 小于等于 m , 返回 B5。

[0055] 第三步. 胎心音信号独立成分的选取;

[0056] C1. 计算步骤二中 m 个独立成分在频率为 60–80Hz 以及 140–180Hz 内的能量贡献率;

[0057] C2. 贡献率最大的即为胎心音信号 x_i 。

[0058] 第四步. 对步骤三中的 x_i 进行重构得到胎心音信号;

[0059] D1. 由 $Z_i = Au * x_i$ 将 x_i 映射回相空间; 式中 x_i 为胎心音信号 ($1 \times n$ 的行向量); Au 为混合矩阵中与其相应的列 ($d \times 1$ 的列向量), Z_i 为与其相应的相空间 ($d \times n$ 的矩阵)。

[0060] D2. 最后胎心音信号 $\hat{x}$ 根据式 $\hat{x} = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d Z_i$ 重建, 得到纯净胎心音; 式中 Z_i 为相空间 Z_i 中的第 i 个行向量。

[0061] 第五步. 对步骤四中的得到纯净胎心音信号可以做进一步的处理, 比如提取胎心率等等监护指标。

[0062] 实施例二

[0063] 如图 1 所示, 一种胎心音分离方法, 其方法步骤如下:

[0064] A. 胎心音信号 X 进行相空间重构, 将胎心音信号 X 的一维信号拓展到 m 维;

[0065] B. 对拓展的 m 维行向量进行独立成分分析;

[0066] C. 选取胎心音信号 X 中频率在 60–180Hz 范围内贡献率最大的独立成分, 该独立成分为胎心音信号 x_i ;

[0067] D. 对选取的独立成分胎心音信号 x_i 进行映射回相空间重构得到纯净胎心音信号 $\hat{x}$;

[0068] E. 对得到的胎心音信号 $\hat{x}$ 进行进一步的处理, 该处理包括计算胎心率处理。

[0069] 本发明优选步骤 A 的技术方案是: 步骤 A 具体包括以下步骤:

[0070] A1. 对胎心音信号 X 分别由互信息法和算法计算出胎心音的延迟时间 τ 和嵌入维数 m ;

[0071] A2. 由选定延迟时间 τ 和嵌入维数 m 得到重构的相空间 $\{Z_n\}_{n=1}^{L-(m-1)\tau}$, 将一维信号拓展到多维, 即 m 维。

[0072] 本发明优选步骤 B 的技术方案是: 步骤 B 具体包括以下步骤:

[0073] B1. 将步骤 A 中拓展的多维行向量组成一个多维矩阵 MixedS;

[0074] B2. 对 MixedS 进行中心化, 使它的均值为 0;

[0075] B3. 对数据进行白化, $MixedS \rightarrow MixedS_white$, 记为 Z ;

[0076] B4. 在此应用中, 独立元个数等于变量个数 m , 并设置最大迭代次数;

[0077] B5. 选择一个初始权矢量 (随机的) W_p ;

[0078] B6. 令 $W_p = E\{Z_g(W_p^T Z)\} - E\{g'(W_p^T Z)\}W$, g 为选择的非线性函数;

[0079] B7. $W_p = W_p - \sum_{j=1}^{p-1} (W_p^T W_j) W_j$;

[0080] B8. 令 $W_p = W_p / \|W_p\|$;

[0081] B9. 若 W_p 不收敛的话, 返回 B6;

[0082] B10. 令 $p = p+1$, 如果 p 小于等于 m , 返回 B5。

[0083] 本发明优选步骤 C 的技术方案是: 步骤 C 具体包括以下步骤:

[0084] C1. 计算步骤 B 中 m 个独立成分在频率为 60-180Hz 内的能量贡献率;

[0085] C2. 贡献率最大的即为胎心音信号 x_i 。

[0086] 本发明优选步骤 D 的技术方案是: 步骤 D 具体包括以下步骤:

[0087] D1. 由 $Z_i = A_u * x_i$ 将 x_i 映射回相空间; 式中 x_i 为胎心音信号; A_u 为混合矩阵中与其相应的列, Z_i 为与其相应的相空间。

[0088] D2. 最后胎音信号 $\hat{x}$ 根据式 $\hat{x} = \frac{1}{\alpha} \sum_{i=1}^{\alpha} Z_i$ 重建, 得到纯净胎心音 $\hat{x}$; 式中 Z_i 为相空间 Z_i 中的第 i 个行向量。

[0089] 本发明优选步骤 E 的技术方案是: 步骤 E 具体包括以下步骤:

[0090] E1. 提取第一心音、第二心音包络;

[0091] E2. 计算出胎心率。

[0092] 一般采集到的胎心音信号一般会受到母体心音、环境噪音和仪器噪音的干扰, 这些干扰一般来自不同的源。本发明的目的在于通过对采集的胎心音信号进行相空间重构, 将一维的信号拓展到多维, 达到混叠信号的数目不少于源信号数目的条件, 然后通过 ICA (独立成分分析) 盲源分离方法估计得到源信号。对提取到的比较纯净的胎音信号做进一步的分析, 就能为怀孕期间的胎儿检测与监护提供一种新的方式。

[0093] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

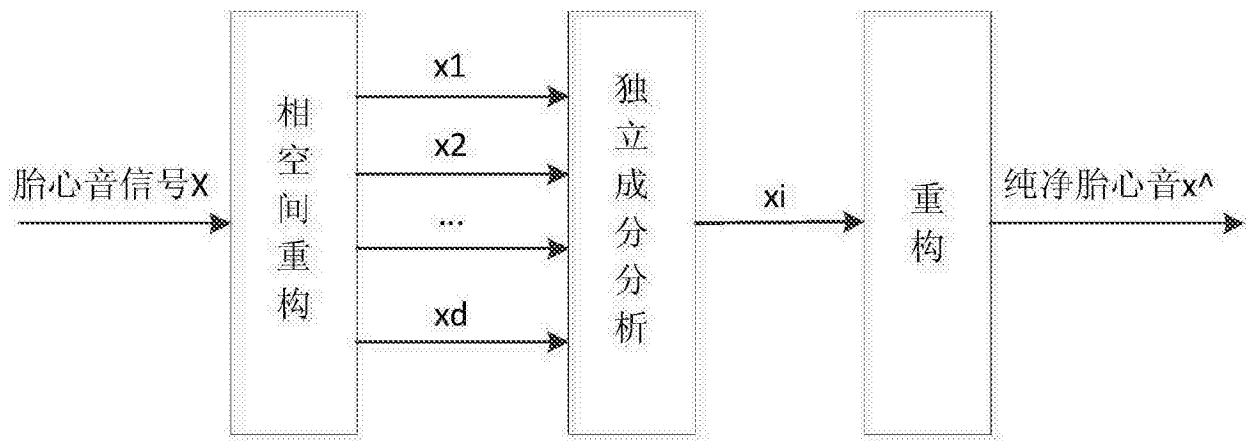


图 1

专利名称(译)	一种胎心音分离方法		
公开(公告)号	CN105266788A	公开(公告)日	2016-01-27
申请号	CN201510764459.3	申请日	2015-11-11
[标]申请(专利权)人(译)	四川长虹电器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	四川长虹电器股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	四川长虹电器股份有限公司		
[标]发明人	梁庆真 刘传银		
发明人	梁庆真 刘传银		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00 G06F19/00		
代理人(译)	秦华云		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种胎心音分离方法，其方法步骤如下：A.胎心音信号X进行相空间重构，将胎心音信号X的一维信号拓展到m维；B.对拓展的m维向量进行独立成分分析；C.选取胎心音信号X中频率在60-180Hz范围内贡献率最大的独立成分，该独立成分为胎心音信号 x_i ；D.对选取的独立成分胎心音信号 x_i 进行映射回相空间重构得到纯净胎心音信号 $x^{\wedge}$ ；E.对得到的胎心音信号 $x^{\wedge}$ 进行进一步的处理，该处理包括计算胎心率处理。本发明通过相空间重构技术和盲信号处理技术将胎儿心音信号的提取出来，完成了对孕妇肚中胎儿心音的提取与处理，得到了比较纯净的胎音信号，为怀孕期间的胎儿检测与监护提供了一种新的方式。

