



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101828903 A

(43) 申请公布日 2010.09.15

(21) 申请号 201010154559.1

(22) 申请日 2010.04.24

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 冯晶凌 刘伟 李阳 王炜 钱良

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王锡麟 王桂忠

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/0402 (2006.01)

H04B 17/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法

(57) 摘要

一种信号处理技术领域的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,包括以下步骤:对接收到的无线信号进行预处理,并开始计时;分别使用现有的线性检测方法对接收信号进行初步检测,将检测性能曲线优先的线性检测方法作为初次检测方法;当人体心电信号满足物理实现条件时,使用初次检测方法作为最优检测方法对接收信号进行检测;否则,使用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测;使用最优检测方法的接收信号进行检测的过程中,当人体姿态发生变化或者是计时器的时间大于时间阈值时,重新进行检测。本发明有效避免单一检测方法无法应对各种信道情况的问题,提高了检测方法筛选的效率,且提高了在人体周围非自由空间下的检测性能。

1. 一种人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,对接收到的无线信号进行预处理,得到信号的通用参数和人体心电信号,并开始计时;

步骤二,根据得到的通用参数,分别使用现有的线性检测方法对接收信号进行初步检测,得到每种线性检测方法下的信号谱特征,进而得到每个信号谱特征的检测性能曲线,将检测性能曲线优先的线性检测方法作为初次检测方法;

步骤三,提取步骤一中的人体心电信号,当人体心电信号满足物理实现条件时,使用初次检测方法作为最优检测方法对接收信号进行检测;否则,使用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测;

步骤四,使用最优检测方法的接收信号进行检测的过程中,当人体姿态发生变化时,返回步骤一,重新进行检测;否则,执行步骤五;

步骤五,当计时器的时间小于时间阈值 T 时,使用步骤三中的最优检测方法对无线体域网进行检测;否则,返回步骤一,重新进行检测。

2. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,所述的通用参数反映无线传输信道的基本信道特征,包括:信号载干比、信号载噪比、RSSI 值、信道冲击响应函数、多径时延分布概率密度函数和接收信号的先验同步信息。

3. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,步骤二中所述的现有的线性检测方法包括:匹配滤波器法、能量检测法和循环谱检测法。

4. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,步骤二中所述的初步检测,是:在 0.5ms – 5ms 的时间内,使用现有的线性检测方法对接收信号进行检测。

5. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,所述的检测性能曲线优先的线性检测方法,是:检测性能曲线中检测概率为 G 时,最小的信噪比所对应的线性检测方法。

6. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,步骤三中所述的物理实现条件,是:对人体心电信号做人体运动姿态的估计,得到当前节点与其最近节点的相对位置,当当前节点与其最近节点没有被人体阻挡时,当前节点与其最近节点有直射路径,人体心电信号满足物理实现条件;否则,人体心电信号不满足物理实现条件。

7. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,步骤四中所述的人体姿态发生变化,是:人体心电信号大于 5 跳人体心电信号的误差。

8. 根据权利要求 1 所述的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法,其特征是,步骤五中所述的时间阈值 T 的取值范围是: 1s – 10s 。

人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种信号处理技术领域的方法,具体是一种人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法。

背景技术

[0002] 无线设备正朝着小型化、个人化的方向发展,这其中非常具有代表性的就是无线自组网络的发展。在诸多无线应用领域中,医用无线技术得到了非常迅速的发展。为了能够实现医疗即时监护的目的,需要将传感器放置于身体的许多部位并及时地处理这些传感器测得的数据。于是无线体域网(WBAN)的概念被提出。无线体域网在医学领域的应用中,需要通过放置在人体表面的无线设备监测人体的生理信息,体域网进行汇总处理。由于是在人体附近工作,无线体域网中的信号传输功率等参数受到了约束。这就对整个无线体域网系统的信号检测能力提出了较高的要求。对于一般无线自由空间环境下的信号检测,现在已经提出了很多不同的线性检测方法(包括能量检测,循环谱检测,匹配滤波检测等)。

[0003] 考虑到人体运动的高度随机性,在整个检测过程中加入人体运动估计作为辅助。在运动估计方面,Tanmay Pawar 等人在其发表在 IEEE 杂志上的《Transition Detection in Body Movement Activities for Wearable ECG(可携带式心电检测系统中人体运动过程的传输检测)》中详细阐述了使用人体 ECG(心电信号)信号作为人体运动估计的方法,论证了使用人体生理信号检测人体运动的可行性;Andrew Fort 等人则在 IEEE 杂志上的《Characterization of the UltraWideband Body Area Propagation Channel(超宽带体域传播的信道特性)》中具体研究了人体运动和姿态变化会对传输信号造成的影响,说明了人体姿态对人体周围信道的重要影响。

[0004] 实际上在人体周围的无线信号检测环境和标准自由空间有很大的不同。标准自由空间指的是可以用大尺度或者小尺度数学模型描述,各向同性沿各个轴特性一样且同类均匀结构的区域。在自由空间中的无线信号满足线性可加性,可以用适当的数学模型加以描述。由于无线体域网中的各个传感节点放置在人体表面,其相互之间的无线信道受到人体运动与姿态的影响非常严重。虽然在体域网内无线信道还受到周围环境以及天线自身特性的影响,但其中人体姿态起到非常重要的作用。因为对于由任意两个放置在人体体表的传感节点构成的无线信道,人体姿态的运动都会导致接收信号幅度的波动,改变信道的传输特性。而且由于人体运动的高度随机性和复杂性,无法使用数学模型加以建模预测,即不存在通用方式去预测不同人的运动,因此将人体周围空间定义为非可预测自由空间,后简称为非自由空间。

[0005] 在人体周围的非自由空间中,由于引入了人体自身的无规则运动,因此整个过程无法用数学模型描述,但在该空间中,对于任意无穷小时间 dt ,人体姿态固定不变可以得到一个标准自由空间,现有的很多线性检测方法可以在该标准的自由空间中使用。对时间 dt 做积分到整个时间过程后,尽管人体离散运动的连续积分结果属于自由空间,但姿态函数的引入会导致无规则运动参数并输入到最终积分结果,因此积分结果仍然为非自由空间。

但由于涉及到的线性检测方法在该空间中任意一个时刻确定的自由空间中可用,因此其在整个非自由空间中仍然适用。

[0006] 经对现有文献检索发现, Tefvik Yucek 等人在 IEEE 杂志上的《A Survey of Spectrum Sensing Algorithms for Cognitive Radio Applications (认知无线电应用中频谱感知方法的调查)》中详细阐述了包括能量检测, 匹配滤波检测, 循环谱检测, 合作检测在内的数种在自由空间中常用的信号频谱检测方式, 并根据目前现有的一些通信协议提出了具体的检测方式和性能分析, 初步论证了其可行性。但是该技术是围绕无线标准自由空间下展开的, 并没有专门针对无线体域网中的实际信道特性进行研究。其中任何一种独立的线性检测方法只能完成对一种固定环境下的信号检测, 考虑到人体姿态变化的复杂性, 该技术中提出的方法无法应对多变的人体周围多变的无线环境下的信号检测需要。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术的上述不足, 提供一种人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法。本发明通过使用特定的预处理过程得到可反映接收信号特性的可量化的统计参数, 将标准自由空间中常用的线性检测方式混合应用到人体周围的非线性空间的检测环境中, 根据非线性空间的特性调整统计参数, 动态选择最合适的检测方式, 避免了在非线性空间环境下任意单一检测方式的局限性; 同时引入通过检测人体生理信号估计人体运动的方式, 在人体运动过程中随人体运动及时调整选择参数以及检测方法, 从而有效提高系统的检测性能。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的, 本发明包括以下步骤:

[0009] 步骤一, 对接收到的无线信号进行预处理, 得到信号的通用参数和人体心电信号 (ECG), 并开始计时。

[0010] 所述的通用参数反映无线传输信道的基本信道特征, 包括: 信号载干比、信号载噪比、RSSI (接收的信号强度指示) 值、信道冲击响应函数、多径时延分布概率密度函数和接收信号的先验同步信息。

[0011] 步骤二, 根据得到的通用参数, 分别使用现有的线性检测方法对接收信号进行初步检测, 得到每种线性检测方法下的信号谱特征, 进而得到每个信号谱特征的检测性能曲线, 将检测性能曲线优先的线性检测方法作为初次检测方法。

[0012] 所述的现有的线性检测方法包括: 匹配滤波器法、能量检测法和循环谱检测法。

[0013] 所述的初步检测, 具体是: 在 0.5ms-5ms 的时间内, 使用现有的线性检测方法对接收信号进行检测。

[0014] 所述的检测性能曲线优先的线性检测方法, 是: 检测性能曲线中检测概率为 G 时, 最小的信噪比所对应的线性检测方法。

[0015] 步骤三, 提取步骤一中的人体心电信号, 当人体心电信号满足物理实现条件时, 使用初次检测方法作为最优检测方法对接收信号进行检测; 否则, 使用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测。

[0016] 所述的物理实现条件, 是: 对人体心电信号做人体运动姿态的估计, 得到当前节点与其最近节点的相对位置, 当当前节点与其最近节点没有被人体阻挡时, 当前节点与其最近节点有直射路径, 人体心电信号满足物理实现条件; 否则, 人体心电信号不满足物理实现

条件。

[0017] 步骤四,使用最优检测方法对接收信号进行检测的过程中,当人体姿态发生变化时,返回步骤一,重新进行检测;否则,执行步骤五。

[0018] 所述的人体姿态发生变化,是:人体心电信号大于 5 跳人体心电信号的误差。

[0019] 步骤五,当计时器的时间小于时间阈值 T 时,使用步骤三中的最优检测方法对无线体域网进行检测;否则,返回步骤一,重新进行检测。

[0020] 所述的时间阈值 T 的取值范围是:1s-10s。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0022] 1. 针对非自由空间中信道特性多变且无规律的特点,动态选择不同的线性检测方法,在人体周围非自由空间环境复杂多变的信道情况下,可以有效避免单一检测方法无法应对各种信道情况的问题。

[0023] 2. 分两步使用可用的通用参数和人体心电信号,让人体心电信号拥有更高的优先级,可使系统充分利用先验信息进行方法的快速选择或剔除,提高了检测方法筛选的效率。

[0024] 3. 加入了运动估计辅助,可以根据人体的运动情况动态地刷新选择参数,确保在预设的检测周期内,人体姿态的突然变化不会对检测性能造成很大影响,提高了在人体周围非自由空间下的检测性能。

具体实施方式

[0025] 下面对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0026] 实施例

[0027] 本实施例包括以下步骤:

[0028] 步骤一,对接收到的无线信号进行预处理,得到信号的通用参数和人体心电信号,并开始计时。

[0029] 所述的通用参数反映无线传输信道的基本信道特征,包括:信号载干比、信号载噪比、RSSI 值、信道冲击响应函数、多径时延分布概率密度函数和接收信号的先验同步信息。

[0030] 步骤二,根据得到的通用参数,分别使用现有的线性检测方法对接收信号进行初步检测,得到每种线性检测方法下的信号谱特征,进而得到每个信号谱特征的检测性能曲线,将检测性能曲线优先的线性检测方法作为初次检测方法。

[0031] 所述的现有的线性检测方法包括:匹配滤波器法、能量检测法和循环谱检测法。

[0032] 所述的初步检测,具体是:在 1ms 的时间内,使用现有的线性检测方法对接收信号进行检测。

[0033] 所述的匹配滤波器法,具体是:对接收到的无线信号进行 A/D 转换(模数转换),与先验的同步信号进行卷积后进行采样,对 N 个采样点进行求和得到判决统计量 T ,当 $T > \gamma$ 时,检测范围内存在其他节点;否则,检测范围内不存在其他节点,其中: γ 是判决门限。

[0034] 所述的能量检测法,具体是:对接收到的无线信号进行预滤波,去除带外噪声和邻近的其他信号后进行 A/D 转换,将转换结果进行平方后进行求和,得到判决统计量 T ,当 $T > \gamma'$ 时,检测范围内存在其他节点;否则,检测范围内不存在其他节点,其中: γ' 是判

决门限。

[0035] 所述的循环谱检测法,具体是:对接收到的无线信号 $Y[n]$ 进行 A/D 转换和 FFT(快速傅里叶)变换,将转换结果进行相关性计算后进行求和,得到判决统计量 T ,当 $T > \gamma''$ 时,检测范围内存在其他节点;否则,检测范围内不存在其他节点,其中: γ'' 是判决门限。

[0036] 所述的检测性能曲线优先的线性检测方法,是:检测性能曲线中检测概率为 G 时,最小的信噪比所对应的线性检测方法。

[0037] 本实施例中循环谱检测法得到的检测性能曲线优先,故循环谱检测法作为初次检测方法。

[0038] 步骤三,提取步骤一中的人体心电信号,当人体心电信号满足物理实现条件时,使用初次检测方法作为最优检测方法对接收信号进行检测;否则,使用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测。

[0039] 所述的物理实现条件,是:对人体心电信号做人体运动姿态的估计,得到当前节点与其最近节点的相对位置,当当前节点与其最近节点没有被人体阻挡时,当前节点与其最近节点有直射路径,人体心电信号满足物理实现条件;否则,人体心电信号不满足物理实现条件。

[0040] 本实施例中当前节点和其最近节点位于人体躯干两侧,没有直射路径,故不满足物理实现条件,选用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测。

[0041] 步骤四,使用能量检测法对信号进行检测的过程中,当人体姿态发生变化时,返回步骤一,重新进行检测;否则,执行步骤五。

[0042] 所述的人体姿态发生变化,是:人体心电信号大于 5 跳人体心电信号的误差。

[0043] 步骤五,当计时器的时间小于时间阈值 T 时,使用能量检测法对无线体域网进行检测;否则,返回步骤一,重新进行检测。

[0044] 本实施例中的时间阈值 T 是 5s。

[0045] 通过比较发现:在发射信号能量为 -35dbm,即恶劣信噪比的信道环境下,且虚警概率条件相同时,使用本实施例方法比一直使用能量检测法所得到的检测概率性能提高了 60% -70%。

[0046] 当无线环境快速变化时,现有的单一检测方式往往无法适应实际检测需要,而本实施例方法可以根据实际检测环境的变化动态调整检测方法,以达到最佳检测性能,同时引入的运动估计方法可以有效减少人体姿态的变化对信号检测效果的影响,提升检测效果。

专利名称(译)	人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法		
公开(公告)号	CN101828903A	公开(公告)日	2010-09-15
申请号	CN201010154559.1	申请日	2010-04-24
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	冯晶凌 刘伟 李阳 王伟 钱良		
发明人	冯晶凌 刘伟 李阳 王伟 钱良		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0402 H04B17/00 H04B17/309		
代理人(译)	王锡麟 王桂忠		
其他公开文献	CN101828903B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种信号处理技术领域的人体周围非自由空间环境下信号的线性检测方法，包括以下步骤：对接收到的无线信号进行预处理，并开始计时；分别使用现有的线性检测方法对接收信号进行初步检测，将检测性能曲线优先的线性检测方法作为初次检测方法；当人体心电信号满足物理实现条件时，使用初次检测方法作为最优检测方法对接收信号进行检测；否则，使用能量检测法作为最优检测方法对接收信号进行检测；使用最优检测方法的接收信号进行检测的过程中，当人体姿态发生变化或者是计时器的时间大于时间阈值时，重新进行检测。本发明有效避免单一检测方法无法应对各种信道情况的问题，提高了检测方法筛选的效率，且提高了在人体周围非自由空间下的检测性能。