



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105629227 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201610042012. X

(22) 申请日 2016. 01. 21

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号

(72) 发明人 陈积明 张志浩 史治国 程鹏
孙优贤

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 邱启旺

(51) Int. Cl.

G01S 13/88(2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,该方法首先通过接收机接收来自发射机预编码后的信号波形;其次将接收到的信号分割成一段段信号,并对每段信号进行连续小波变换得到变换矩阵,然后计算变换矩阵的方差向量,最后通过计算方差向量的最大值,并与阈值比较从而检测墙后是否有人体运动。本发明采用连续小波变换解决了强噪声环境下的弱目标检测问题,能有效地检测隔墙人体运动与否,极大地提高了隔墙人体运动检测的准确性。

1. 一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤1,在墙的一侧布置第一发射机、第二发射机和接收机;首先第一发射机发送原始信号,接收机接收信号后,第二发射机发送同样的原始信号,接收机接收信号;然后通过两次接收的信号计算第二发射机的预编码信号;最后两台发射机同时发射信号,第一发射机发送原始信号,第二发射机发送预编码信号;

步骤2,接收机接收到两台发射机同时发送的叠加后的信号,并对接收到的信号按时间进行均匀分割;

步骤3,对步骤2分割的每段信号进行连续小波变换,得到一个连续小波变换矩阵 $A_{m \times n}$, m 代表量值个数, n 是每段信号的时间点个数,矩阵中的元素 A_{ij} 表示在 i 量值, j 时间点的连续小波变换值;

步骤4,对步骤3得到的连续小波变换矩阵 $A_{m \times n}$ 进行方差统计,即计算每个时间点上所有量值对应的连续小波变换值的方差 v_j ,最终得到这段信号所有时间点上的方差向量 $v_{1 \times n}$;

步骤5,计算方差向量 $v_{1 \times n}$ 的最大值 v_{\max} ;

步骤6,分别根据步骤1-5计算隔墙有人运动时的最大值 v'_{\max} 和隔墙无人运动时的最大值 v''_{\max} ;重复多次确定检测判断阈值 σ , σ 满足 $v''_{\max} < \sigma < v'_{\max}$;

步骤7,在进行隔墙人体运动检测时,根据步骤1-5计算一段信号的最大值 v_{\max} ,并与步骤6得到的阈值 σ 比较,如果 $v_{\max} > \sigma$,则检测为该段信号上隔墙有人体在运动;反之则为该段信号上隔墙无人运动;对步骤2分割的每段信号重复该步骤,从而给出隔墙人体运动的时刻以及运动的剧烈程度。

2. 根据权利要求1所述的一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,其特征在于,所述第一发射机、第二发射机和接收机在同一水平面上等距排列,且与墙面距离相等。

基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种隔墙人体运动检测方法,更具体地说是一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法。

背景技术

[0002] 一般视距内的人体检测,可以使用诸如红外、摄像机等光电设备来进行检测。这些技术常见于艺术馆和银行的入侵检测中。但是这些技术有很大的局限性,无法胜任对于石木质、混凝土等非透明介质墙体(或遮蔽物)后方物体的检测,所以采用的检测技术需具有透视效果。目前具有透视效果的检测技术常见有基于X射线和超声波回波等方式,可是这几种透视技术都不能很好地适应目前对于穿墙人体检测的需求。X射线属于高能射线,虽然能够穿透墙体,但是对人体有很大的伤害;而超声波回波对分层的介质有比较大的衰减。综上所述,采用对墙体有良好穿透性、对人体伤害可以忽略不计的特定频率电磁波作为隔墙人体运动检测的发射信号具有很好的可行性。电磁波作为发射信号,可穿透木门、混凝土墙等非金属介质,实现对墙后运动目标的探测。

[0003] 在防暴和紧急救援等特殊行动中,能否有效探测出房间内或墙壁后的人体运动信息将对作战和救援产生重大的影响,可以大幅度地减少伤亡人数。因此,能够对墙壁、木门等非金属、透明介质后方物体的检测技术受到了越来越多的关注。

[0004] 传统的穿墙超宽带雷达虽然能够实现隔墙人体运动的检测,但是其占用大量的带宽,发射功率大,且有非常大的天线阵列。而占用带宽小,发射功率低、体积较小的无线通信设备来实现隔墙人体运动检测具有非常大的挑战性,要在强噪声下实现弱目标的检测。目前关于这种便携式设备实现的隔墙人体运动检测方法的技术有待深入研究与探讨。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提出一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,能够有效地提高检测准确性。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,该方法包括以下步骤:

[0007] 步骤1,在墙的一侧布置第一发射机、第二发射机和接收机;首先第一发射机发送原始信号,接收机接收信号后,第二发射机发送同样的原始信号,接收机接收信号;然后通过两次接收的信号计算第二发射机的预编码信号;最后两台发射机同时发射信号,第一发射机发送原始信号,第二发射机发送预编码信号;

[0008] 步骤2,接收机接收到两台发射机同时发送的叠加后的信号,并对接收到的信号按时间进行均匀分割;

[0009] 步骤3,对步骤2分割的每段信号进行连续小波变换,得到一个连续小波变换矩阵 $A_{m \times n}$, m 代表量值个数, n 是每段信号的时间点个数,矩阵中的元素 A_{ij} 表示在 i 量值, j 时间点的连续小波变换值;

[0010] 步骤4,对步骤3得到的连续小波变换矩阵 $A_{m \times n}$ 进行方差统计,即计算每个时间点上所有量值对应的连续小波变换值的方差 v_j ,最终得到这段信号所有时间点上的方差向量 $V_{1 \times n}$;

[0011] 步骤5,计算方差向量 $V_{1 \times n}$ 的最大值 v_{\max} ;

[0012] 步骤6,分别根据步骤1-5计算隔墙有人运动时的最大值 v'_{\max} 和隔墙无人运动时的最大值 v''_{\max} ;重复多次确定检测判断阈值 σ , σ 满足 $v''_{\max} < \sigma < v'_{\max}$;

[0013] 步骤7,在进行隔墙人体运动检测时,根据步骤1-5计算一段信号的最大值 v_{\max} ,并与步骤6得到的阈值 σ 比较,如果 $v_{\max} > \sigma$,则检测为该段信号上隔墙有人体在运动;反之则为该段信号上隔墙无人运动;对步骤2分割的每段信号重复该步骤,从而给出隔墙人体运动的时刻以及运动的剧烈程度。

[0014] 优选地,所述第一发射机、第二发射机和接收机在同一水平面上等距排列,且与墙面距离相等。

[0015] 本发明提出的基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,可自主适应不同的环境,检测准确性高、误判率低。与现有技术相比,本发明具有如下优势:

[0016] 1.采用连续小波变换进行信号处理,相比传统的时域分析,检测的准确率更高,误判率更低,同时检测灵敏度也更高;

[0017] 2.可以实现实时检测,根据接收到的信号进行相应的信号处理,并实时给出检测的结果;

[0018] 3.可以适应不同的环境以及不同的人体运动模式,而不用事先针对环境以及运动模式的改变而进行相应的改变;

[0019] 4.检测盲区小,在有效的检测区域都可以实现检测。

附图说明

[0020] 图1是发射机和接收机的流程图;

[0021] 图2是基于连续小波变换的信号处理流程图;

[0022] 图3是隔墙静止的方差图;

[0023] 图4是隔墙人体运动的方差图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0025] 本发明给出了一种基于连续小波变换的隔墙人体运动检测方法,信号的发送和接收过程如图1所示,所用到的是两台发射机和一台接收机。首先,第一发射机发送信号,接收机接收到信号;其次第二发射机发送与第一发射机同样的信号,接收机接收到信号;然后根据两次接收到的信号,计算出预编码后的信号;最后让两台发射机同时发送信号,接收机接收信号。这里第一发射机还是发送原来的信号,而第二发射机则是发送刚刚计算出来的预编码后的信号。

[0026] 在上述信号发送与接收的基础上,本发明所述的检测方法,如图2所示,包括以下步骤:

[0027] 步骤1,首先让接收机和两台发射机放在墙的一侧运行一段时间,接收机将接收到

来自墙后以及墙这边的多种反射信号叠加的信号；

[0028] 步骤2,对接收到的信号按时间进行均匀分割,将其分割成一段段的小信号,这里具体分割成1s的信号数据；

[0029] 步骤3,对分割后的每段小信号进行连续小波变换(CWT)

$$CWT(t, \omega) = \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{1/2} \int s(t') \psi^* \left(\frac{\omega}{\omega_0} (t' - t) \right) dt',$$

得到一个连续小波变换矩阵 $A_{m \times n}$,该矩阵

的行数 m 代表量值的个数;而矩阵的列数 n 则是每段信号的时间点个数。所以该变换矩阵不仅与量值有关,而且与时间也有关,矩阵中的元素 A_{ij} 表示在 i 量值, j 时间点的连续小波变换值;

[0030] 步骤4,由于隔墙静止与隔墙人体运动的连续小波变换存在显著的区别,采用方差统计的方法来分析连续小波变换的变化趋势。具体是对每列进行方差统计,即计算每个时间点上所有量值对应的连续小波变换值的方差 v_j ,它反映了在当前时刻在所有量值上的波动情况。计算完每列的方差后可以得到这段信号所有时间点的方差向量 $v_{1 \times n}$;

[0031] 步骤5,计算方差向量 $v_{1 \times n}$ 的最大值 v_{\max} ;

[0032] 步骤6,分别根据步骤1-5计算隔墙有人运动时的最大值 v'_{\max} 和隔墙无人运动时的最大值 v''_{\max} ;重复多次确定检测判断阈值 σ , σ 满足 $v''_{\max} < \sigma < v'_{\max}$;

[0033] 步骤7,在进行隔墙人体运动检测时,根据步骤1-5计算一段信号的最大值 v_{\max} ,并与步骤6得到的阈值 σ 比较,如果 $v_{\max} > \sigma$,则检测为该段信号上隔墙有人体在运动;反之则为该段信号上隔墙无人运动;对步骤2分割的每段信号重复该步骤,从而给出隔墙人体运动的时刻以及运动的剧烈程度。

[0034] 本发明中的检测判断阈值是根据隔墙静止下与隔墙人体运动多次实验得出的,该阈值具有可靠性,可以适应不同的环境以及不同的运动模式。

[0035] 本发明采用带宽小、发射功率低的发射机即可实现隔墙人体运动,并可保证检测精度。相比于传统穿墙超宽带雷达那样占用大量的带宽、高发射功率及非常大的天线阵列,本发明具有显著优势。

[0036] 实施例

[0037] 将两台发射机和一台接收机布置在墙的一侧,运动人体在墙的另一侧随意地行走。两台发射机和接收机在同一水平面上等距排列,且与墙面距离相等。实验的墙体为25cm厚的混凝土墙,其衰减为20dB。发射机的带宽为1MHz,发射功率为100mW,发射频率为2.4GHz,包含3个定向天线。为了让运动模式更加简单且有规律,定义了两种运动模式,1)平行于墙面行走和2)垂直墙面行走。

[0038] 图3和图4展示隔墙静止和隔墙有人体运动的一段时间内的方差图,从图中可以看出静止时的方差波动较小,其最大值 v_{\max} 也相对较小;而反观运动时,其方差发生明显的波动,其最大值 v_{\max} 也较大。

[0039] 根据本发明方法,对隔墙人体运动的检测率可达90%,相对于传统穿墙超宽带雷达占用大量的带宽、高发射功率,本发明方法在窄带宽和低发射功率的条件下也具有较高的检测精度。

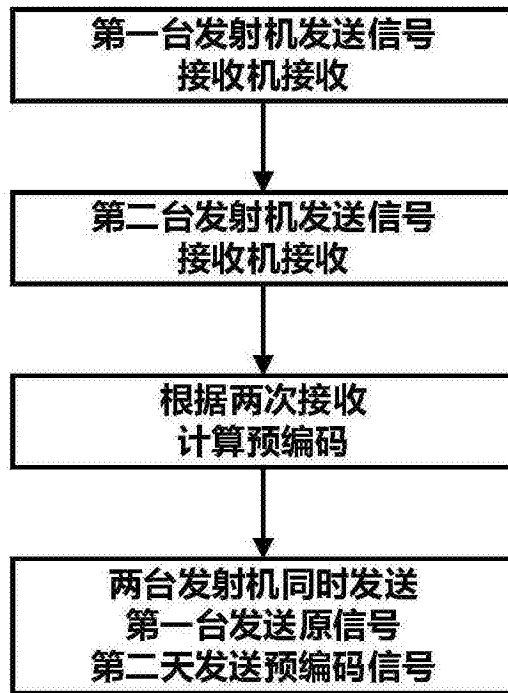


图1

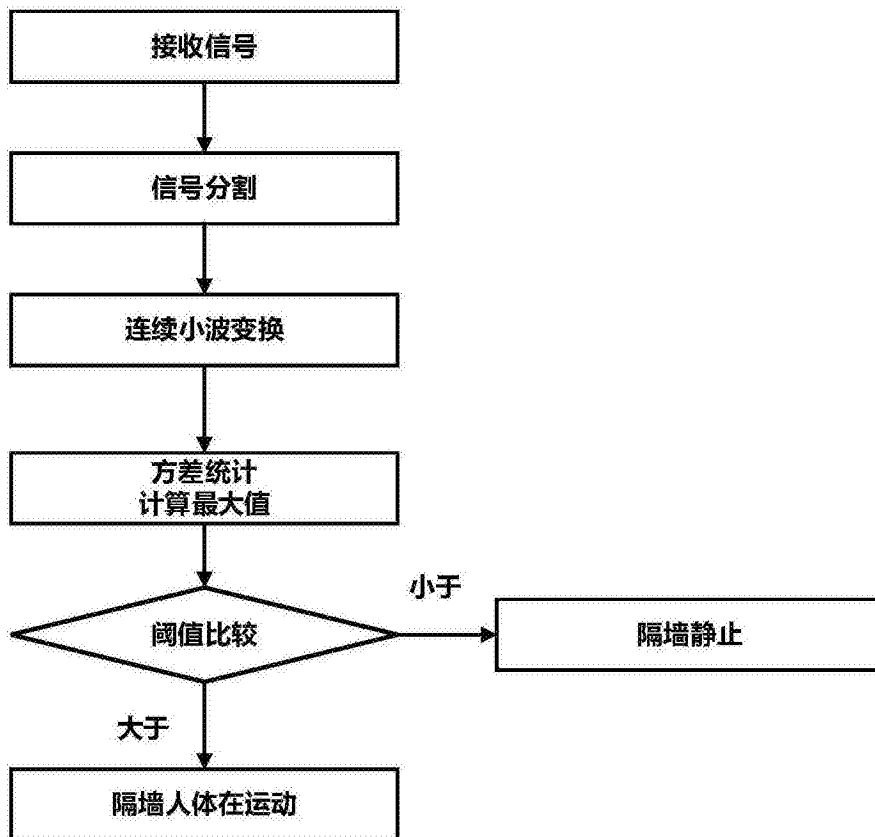


图2

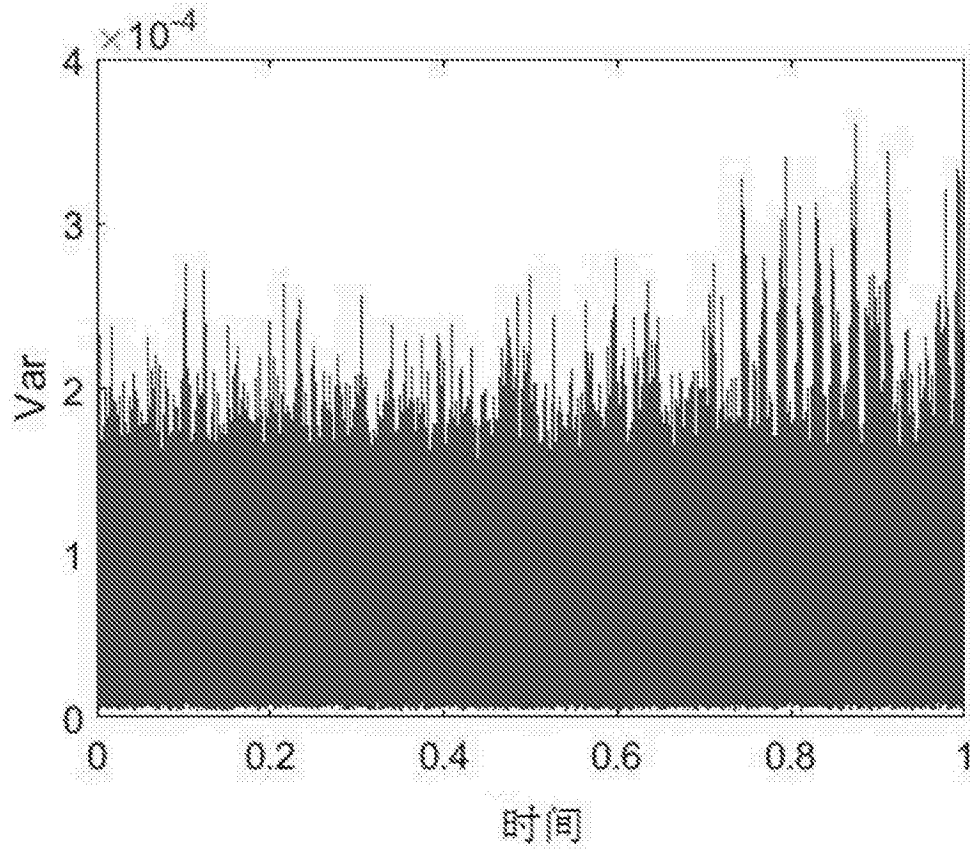


图3

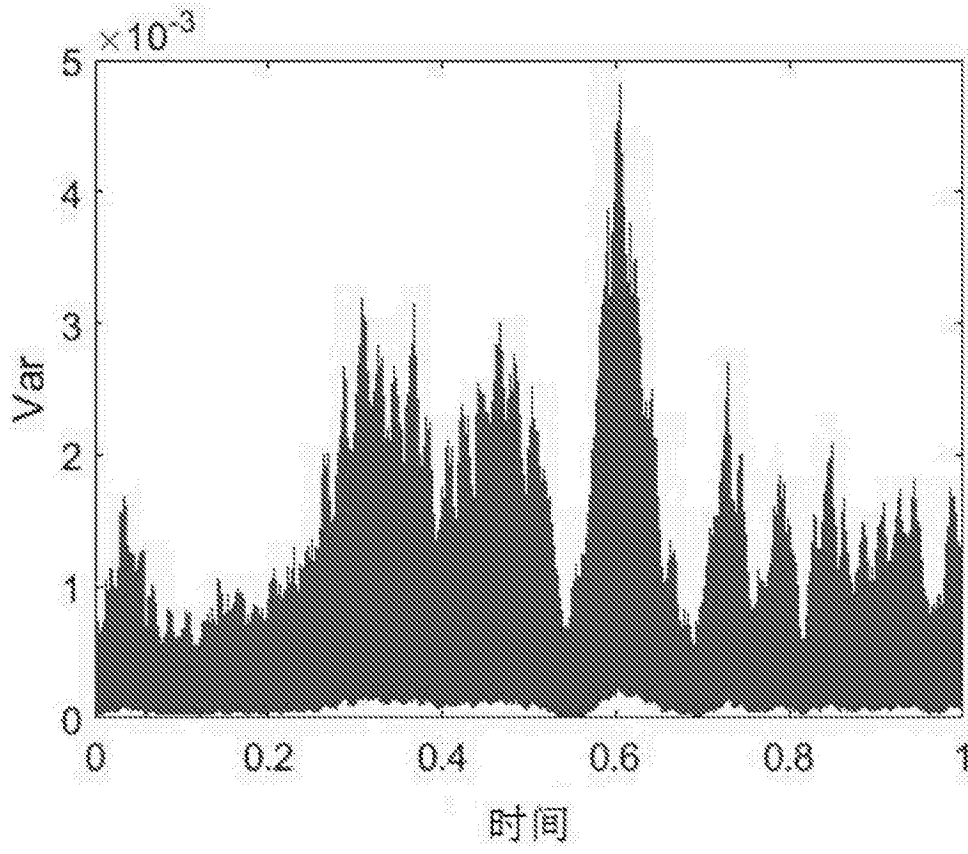


图4