



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108957403 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 12

(21) 申请号 201810603565.7

(22) 申请日 2018.06.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108957403 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(73) 专利权人 西安电子科技大学
地址 710071 陕西省西安市太白南路2号西安电子科技大学

(72) 发明人 齐小刚 袁列萍 刘立芳 冯海林 胡绍林

(74) 专利代理机构 西安长和专利代理有限公司
61227
专利代理师 黄伟洪

(51) Int. Cl.
G01S 5/22 (2006.01)

(56) 对比文件

KR 20130114437 A, 2013.10.17

CN 103616687 A, 2014.03.05

US 2012032855 A1, 2012.02.09

CN 107707324 A, 2018.02.16

CN 101339216 A, 2009.01.07

CN 104111082 A, 2014.10.22

Bo Qin, et al. Subsample Time Delay Estimation via Improved GCC PHAT Algorithm.《ICSP2008 Proceedings》.2008, 周吉.多场作用下电光材料光传输特性与电调控机制研究.《中国博士学位论文全文数据库工程科技I辑》.2017, 杨建辉等.基于广义互相关和多项式拟合的TDOA时延估计方法.《兰州交通大学学报》.2016,

审查员 吕玉婷

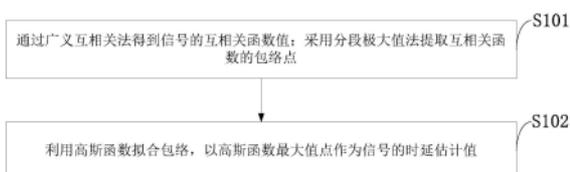
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法及系统

(57) 摘要

本发明属于无线电定向;无线电导航;采用无线电波测距或测速;采用无线电波的反射或再辐射的定位或存在检测;采用其他波的类似技术领域,公开了一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法及系统,通过广义互相关法得到信号的互相关函数值;采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值。本发明利用广义互相关计算互相关函数值;采用分段极大值包络提取的方法提取互相关函数的包络;采用高斯拟合的方式拟合包络;取包络最大值对应的时延为两信号的到达时延差值。本发明计算复杂度低,易于实现,仿真实验验证了算法的有效性、普适性和时延估计的准确性。



1. 一种基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计方法,其特征在于,所述基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计方法通过广义互相关法得到信号的互相关函数值;采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值;

所述基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计方法具体包括:

(1) 分段极大值包络提取;

(2) GCC的高斯拟合包络时延估计, n 个离散数据点 (x_i, y_i) , $i=1, 2, \dots, n$, 构造一个高斯函数 $g(x)$:

$$g(x) = A \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right);$$

使得 $\sum_{i=1}^n (g(x_i) - y_i)^2$ 取得最小值;

所述 (1) 具体包括:

步骤一, 数据预处理

设置每段数据长度: d_length , 每段数据: $R_{s1s2}(\tau) : d_R$;

分段个数: N_d

if ($d_R \% d_length == 0$)

$N_d = d_R / d_length$

else

$N_d = d_R / d_length + 1$

end if

步骤二, 包络提取, 即计算各段数据的极大值并存入集合形成初始包络点: $up_envelope$;

步骤三, 阈值计算: $threshold1 = \frac{\max(up_envelope) - \min(up_envelope)}{2}$;

步骤四, 查找 $up_envelope$ 中的最大值所在的数据段, 记为 R_max , 其长度为 d_R_m , 根据阈值进行数据补偿, 规则如下:

if $R_max(i') > threshold1, i' = 1, \dots, d_R_m$;

$up_envelope = up_envelope \cup R_max(i)$;

end if

步骤五, 获得最终包络点集合 $up_envelope$ 。

2. 一种实现权利要求1所述基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计方法的基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计系统, 其特征在于, 所述基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计系统包括:

提取互相关函数模块, 用于广义互相关法得到信号的互相关函数值; 采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;

拟合包络模块,用于利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值。

3.一种应用权利要求1所述基于广义互相关GCC的高斯拟合包络时延估计方法的声阵列传感器。

一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于无线电定向;无线电导航;采用无线电波测距或测速;采用无线电波的反射或再辐射的定位或存在检测;采用其他波的类似装置技术领域,尤其涉及一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法及系统。

背景技术

[0002] 目前,业内常用的现有技术是这样的:被动目标探测以隐蔽性好、功耗低、成本少、不易干扰等优势在军事、国防安全、环境监测、紧急救援、军事侦察等领域占据重要地位。声阵列传感器网络是最为常用的被动探测技术之一,在自动探测、定位、识别及高速实时跟踪等方面展现出杰出的性能,且声波可绕过树木、乱石等障碍物,即便在雷达探测盲区,也能有效的搜索到目标。因此,声阵列传感器网络可以弥补主动式探测存在的问题,体现出较高的实用价值。精确的时延估计是声阵列传感器网络探测的核心环节,也是被动目标定位精度改善的关键步骤。最小均方自适应滤波法(LMS)和广义互相关函数法(GCC)是使用频率最高的方法,并且以这两种方法为基准,改进或衍生出的众多算法,提高了时延估计的准确性。然最小均方自适应滤波法易受环境、滤波器阶数等的影响,不能很好的逼近真实值;广义互相关函数法计算复杂度低、易于实现、实时性好且具有抗混响和噪声的能力,应用更为广泛。基于GCC声源时延估计方法从不同测试环境、不同声源对象等方面显现算法的健壮性和时延估计的精确性。现有技术一提出了一种基于频域概率模型的分频段时延估计校准算法,在GCC的基础上,对接收信号在频域进行分段训练建立测量节点和参考节点的概率模型,以各频段加权的方式获得这个信号的时延估计;这种方法解决了接收信号节点硬件性能及环境因素差异造成的时延估计精度低的问题,但该方法需要先验知识进行模型训练,实际中先验知识往往无法提前获知,且模型性能受频段划分及偏差阈值选择的限制,合理的频段划分和偏差阈值策略还需进一步研究确定。现有技术二提出了一种基于经验模态分解重构的二次相关时延估计方法,在进行相关前,采用倒谱法和谱减法结合的方法,区分了信号主导分量和噪声分量,并采用经验模态分解方法进行信号分解和重构,从而使得方法进行时延估计时抗噪性更优,互相关峰值更加锐利;这些预处理及降噪技术虽提高了时延估计精度,但计算复杂度极高,在系统生存期受限的情况极有可能导致整个系统瘫痪,无法达到探测目标的目的。现有技术三提出了一种广义互相关函数法与小波去噪算法相结合的新方法,该算法不仅可以抑制噪声,而且针对移动声源也可展现较优的时延估计性能,但小波的去噪效果受小波基的选择及分解尺度的制约。在噪声和混响环境下,GCC时延估计精度显著下降,为解决这一问题,二次互相关、希尔伯特变换、谱分析、匹配滤波等方法应运而生,然这些算法均采用优化算法锐化峰值,削弱噪声对时延估计的影响进而导致极高的计算复杂度,占用大量存储空间,造成系统巨大的存储开销。

[0003] 综上所述,现有技术存在的问题是:

[0004] (1) 现有技术一在模型建立时,需要先验知识,实际场景中,该要求往往难以满足,且模型的性能受频段划分及偏差阈值选择的限制,该技术并未给出合理最优的频段划分及

偏差阈值选择方案。

[0005] (2) 现有技术二采用各种信号预处理及降噪技术提高了时延估计精度,但该方法进行的高频信号的选择、分解、重构等操作,导致了极高的计算复杂度,给系统存储提出了更高的要求;若系统生存周期短,该技术将无法应用。

[0006] (3) 现有技术三在噪声和混响环境下,采用小波降噪技术进行信号预处理,但该技术降噪性能受小波基及分解尺度的制约,该技术中并未给出确定该参数的最佳方案。

[0007] (4) 为削弱噪声及混响对时延估计精度的影响,采用的二次互相关、希尔伯特变换、谱分析、匹配滤波等手段锐化GCC峰值,提高精度,但这些技术本身存在的性能制约因素与时延估计精度密切相关,像滤波器阶数限制、合理的谱分析高频信号选择策略确定等,这些方法将导致极高的计算复杂度,会给系统造成存储、功耗等负担,甚至因参数设置不合理使得整个系统崩溃。

[0008] 解决上述技术问题的难度和意义:

[0009] 针对上述技术问题,解决难度主要集中于如何获取目标声源的先验知识、模型参数最佳设置方案的确定及由计算复杂度高的优化算法导致的系统功耗及内存问题。实际中,因目标声源出现的随机性、数目的不确定性、目标状态的不可预测性等特性使得先验知识难以获得,基于先验知识的方法应用将受到限制,因此,研究无先验知识制约的时延估计方法对移动及固定目标探测意义重大;其次,模型参数设置的最优化方案确定研究不仅可以提升时延估计的精度和普适性,而且能减轻系统对成本、功耗、存储等负担,更利于基于时延估计的技术在工程中的实现。

发明内容

[0010] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法及系统。

[0011] 本发明是这样实现的,一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法,所述基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法通过广义互相关法得到信号的互相关函数值;采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值。

[0012] 进一步,所述基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法具体包括:

[0013] (1) 分段极大值包络提取;

[0014] (2) GCC的高斯拟合包络时延估计, n 个离散数据点 (x_i, y_i) ($i=1, 2, \dots, n$), 构造一个高斯函数 $g(x)$:

$$[0015] \quad g(x) = A \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right);$$

[0016] 使得 $\sum_{i=1}^n (g(x_i) - y_i)^2$ 取得最小值。

[0017] 进一步,所述(1)具体包括:

[0018] 步骤一,数据预处理

[0019] 设置每段数据长度:d_length;

[0020] 每段数据： $R_{s_1s_2}(\tau) : d_R$ ；
 [0021] 分段个数： N_d
 [0022] if ($d_R \% d_length == 0$)
 [0023] $N_d = d_R / d_length$
 [0024] else
 [0025] $N_d = d_R / d_length + 1$
 [0026] end if
 [0027] 步骤二，包络提取，即计算各段数据的最大值并存入集合形成初始包络点： $up_envelope$ ；

[0028] 步骤三，阈值计算： $threshold1 = \frac{\max(up_envelope) - \min(up_envelope)}{2}$ ；

[0029] 步骤四，查找 $up_envelope$ 中的最大值所在的数据段，记为 R_max ，其长度为 d_{R_m} ，根据阈值进行数据补偿，规则如下：

[0030] if $R_max(i) (i=1, \dots, d_{R_m}) > threshold1$ ；
 [0031] $up_envelope = up_envelope \cup R_max(i)$ ；
 [0032] end if

[0033] 步骤五，获得最终包络点集合 $up_envelope$ 。

[0034] 进一步，所述(2)具体包括：

[0035] 输入：传感器节点接收到的信号 s_1, s_2 ；

[0036] 步骤一，通过GCC方法计算 $R_{s_1s_2}(\tau)$ ；

[0037] 步骤二，采用分段极大值包络提取方法提取包络点： $up_envelope$ ；

[0038] 步骤三，利用高斯曲线，拟合步骤二中提取的包络点；

[0039]
$$g(\tau) = A \exp\left(-\left(\frac{\tau - B}{\sqrt{2}C}\right)^2\right)；$$

[0040] 步骤四，通过搜索高斯曲线函数最大值点得到时延估计值： $\hat{\tau}_{12} = \arg \max_{\tau} g(\tau)$ 。

[0041] 本发明的另一目的在于提供一种实现所述基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法的基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计系统，所述基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计系统包括：

[0042] 提取互相关函数模块，用于广义互相关法得到信号的互相关函数值；采用分段极大值法提取互相关函数的包络点；

[0043] 拟合包络模块，用于利用高斯函数拟合包络，以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值。

[0044] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法的声阵列传感器。

[0045] 综上所述，本发明的优点及积极效果为：本发明提出一种基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法，该方法利用广义互相关计算互相关函数值；采用分段极大值包络提取的方法提取互相关函数的包络；利用高斯拟合的方式拟合包络；取包络最大值对应的

时延为两信号的到达时延差值。本发明无需任何探测目标的先验知识,计算复杂度低,易于实现,仿真实验验证了算法的有效性、普适性和时延估计的准确性。

[0046] 本发明得到了国家自然科学基金项目 (No.61572435,61472305,61473222)、复杂电子系统仿真重点实验室基础研究基金 (No.DXZT-JC-ZZ-2015-015)、宁波市自然科学基金项目 (No.2016A610035,2017A610119) 资助。

附图说明

[0047] 图1是本发明实施例提供的基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法流程图。

[0048] 图2是本发明实施例提供的广义互相关时延估计流程图。

[0049] 图3是本发明实施例提供的基于GCC的高斯拟合包络时延估计方法的原理流程图。

[0050] 图4是本发明实施例提供的节点接收到的信号波形示意图。

[0051] 图5是本发明实施例提供的两种方法时延估计结果示意图。

[0052] 图6是本发明实施例提供的室外实验信号收集简图。

[0053] 图7是本发明实施例提供的声传感器接收信号时域波形示意图。

[0054] 图8是本发明实施例提供的两种算法时延估计结果示意图。

[0055] 图9是本发明实施例提供的三种算法时延估计误差比较示意图。

具体实施方式

[0056] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0057] 时延估计是基于声阵列传感器网络的被动目标探测与定位的关键技术之一。使用频率最高的广义互相关算法易受噪声干扰,难以满足精度的要求。为解决这个问题,本发明提出一种基于广义互相关的高斯拟合包络的时延估计方法,通过广义互相关法得到信号的互相关函数值;采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值;通过实测及MATLAB仿真,本发明的方法性能显著优于广义互相关法和二次相关法,具有较高的时延估计精度和抗噪性能。

[0058] 如图1所示,本发明实施例提供的基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法包括以下步骤:

[0059] S101:通过广义互相关法得到信号的互相关函数值;采用分段极大值法提取互相关函数的包络点;

[0060] S102:利用高斯函数拟合包络,以高斯函数最大值点作为信号的时延估计值。

[0061] 下面结合附图对本发明的应用原理作进一步的描述。

[0062] 1算法描述

[0063] 1.1信号模型

[0064] 间距为 d 的两个声音传感器 sensor_i 和 sensor_j 接收到的信号 $s_i(t)$ ($i, j=1, \dots, M$) 可以表示为:

[0065] $s_i(t) = a_i s(t - \tau_i) + n_i(t)$

[0066] $s_2(t) = a_2 s(t - \tau_2) + n_2(t)$;

[0067] 式中, $s(t)$ 为声源原始信号, a_i 为声音从声源传播到阵列的衰减且 $a_i \in (0, 1]$, τ_i 为声源到声音传感器的传播时间, $n_i(t)$ 为干扰噪声。

[0068] 1.2 广义互相关算法

[0069] 广义互相关算法是时延估计领域的经典算法, 通过频域加权处理方式提高信号中有效频谱的权重, 从而获得高精度的时延估计。算法流程图见图2。

[0070] 基于GCC的时延估计方法的计算步骤如下:

算法 1 GCC 时延估计

输入: 接收信号 s_1, s_2

Step1: 对两路信号进行傅里叶变换获得频域信号

$$S_1(\omega), S_2(\omega)$$

Step2: 计算互功率谱密度

$$G_{s_1 s_2}(\omega) = E\{S_1(\omega) S_2^*(\omega)\}$$

[0071]

Step3: 计算频域加权函数 $\varphi_{s_1 s_2}$

Step4: 采用傅里叶逆变换计算获得互相关函数

$$\begin{aligned} R_{s_1 s_2}(\tau) &= IFFT\{\varphi_{s_1 s_2} G_{s_1 s_2}(\omega)\} \\ &= \int_0^\pi \varphi_{s_1 s_2} G_{s_1 s_2}(\omega) e^{-j\omega\tau} d\omega \end{aligned}$$

Step5: 最大值搜索获得时延估计值:

$$\hat{\tau}_{12} = \arg \max_{\tau} R_{s_1 s_2}(\tau)$$

[0072] 1.2 基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计方法

[0073] 广义互相关算法的时延估计精度停留在采样点水平, 且在低信噪比条件下, 时延估计性能显著下降, 基于此, 本发明高精度时延估计方法, 即基于广义互相关的高斯拟合包络时延估计算法, 算法原理的流程图如下图3所示。

[0074] A 分段极大值包络提取算法

[0075] 在广义互相关中, 由于噪声和混响环境的影响, 使得峰值不再尖锐, 而相关系数较大的值将对时延估计影响较大, 合理利用这些较大值对时延精确估计十分重要。本发明分段极大值包络提取方法, 既有效的利用了极大值信息, 又处理了极小值冗余信息, 使得时延估计更加精确。算法的计算步骤如下:

 算法 2 分段极大值包络提取算法

 输入: GCC 函数 $R_{s1s2}(\tau)$

Step1: 数据预处理

 设置每段数据长度: d_length ;

 每段数据: $R_{s1s2}(\tau):d_R$;

 分段个数: N_d

if

 $(d_R \% d_length == 0)$
 $N_d = d_R / d_length$

else

[0076]

 $N_d = d_R / d_length + 1$

end if

 Step2: 包络提取, 即计算各段数据的最大值并存入集合形成初始包络点: $up_envelope$

Step3: 阈值计算:

$$threshold1 = \frac{\max(up_envelope) - \min(up_envelope)}{2}$$

 Step4: 查找 $up_envelope$ 中的最大值所在的数据段, 记为 R_max , 其长度为 d_R_m , 根据阈值进行数据补偿, 规则如下:

 if $R_max(i) (i=1, \dots, d_R_m) > threshold1$
 $up_envelope = up_envelope \cup R_max(i)$

end if

 Step5: 获得最终包络点集合 $up_envelope$

[0077] B基于GCC的高斯拟合包络时延估计方法

 [0078] 假设已知n个离散数据点 $(x_i, y_i) (i=1, 2, \dots, n)$, 欲构造一个高斯函数 $g(x)$:

[0079]
$$g(x) = A \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right);$$

 [0080] 使得公式中高斯函数在各个点的偏差和最小, 即 $\sum_{i=1}^n (g(x_i) - y_i)^2$ 取得最小值。

[0081] 通过高斯曲线拟合能够实现点外预测, 精细点内计算, 提高时延估计的精度, 算法的计算步骤如下:

算法 3 基于 GCC 的高斯拟合包络时延估计方法

输入： 传感器节点接收到的信号 s_1, s_2

Step1: 通过 GCC 方法计算 $R_{s_1s_2}(\tau)$

Step2: 采用分段极大值包络提取方法提取包络点:
 $up_envelope$

[0082] Step3: 利用高斯曲线, 拟合 Step2 中提取的包络点

$$g(\tau) = A \exp\left(-\left(\frac{\tau - B}{\sqrt{2}C}\right)^2\right)$$

Step4: 通过搜索高斯曲线函数最大值点得到时延估

$$\text{计值: } \hat{\tau}_{12} = \arg \max_{\tau} g(\tau)$$

[0083] 下面结合时延仿真与性能分析对本发明的应用效果作详细的描述。

[0084] 为验证提出算法的性能,进行了室内、室外实测声源数据收集,根据声源特性及实验场景差异共设计了2组实验。采样频率 $f_s=61400\text{Hz}$,采样间隔 $T_s=4\text{s}$ 。并通过均方根误差(RMSE)评价指标将直接相关算法(CC)和二次相关算法与本发明提出的算法进行了实验估计性能对比分析。

[0085] A室内定点声源实验

[0086] 在实验中,声源目标距离左探头0.76m,距离右探头0.90m,距离差-0.14m。实验从收集到的信号中截取幅值较高的数据段,数据段长度取为2048个采样点,进行时延估计,两路信号时域波形如见图4。采用GCC和本发明提出的方法进行了时延估计,结果如下图5所示,由图可知,高斯曲线能够较好的展现互相关函数的变化趋势,并将两种方法多帧时延估计值的RMSE进行计算,见表1,本发明提出的方法与GCC方法相比,具有更低的均方根误差,时延估计精度更高。

[0087] 表1两种方法性能比较

[0088]

方法	真实值	GCC方法	提出的方法
时延值	-0.00041176	-0.00073294	-0.00038415
RMSE	0	0.000321176	0.00002765

[0089] B室外定点声源试验

[0090] 室外采用线性阵列进行声源信号收集,图6展示了室外测量的场景简图。在测量中,1节点与2节点距离12.5m,2节点与3节点距离14.5m,目标距离1声音传感器19.8m,距离2传感器10.4m,距离3声音传感器12.24m;采样频率 $F_s=50000\text{Hz}$,采样时间 $T_s=20\text{s}$ 。

[0091] 三个声音传感器节点接收到的信号时域波形见图7。采用GCC与本发明提出的方法的时延估计结果如图8所示。由图8可知,本发明提取的上下包络能够很高的反映相关函数的变化趋势,通过高斯拟合平滑的方式,可以抑制噪声对时延估计的影响。与真实值,GCC时延方法比较的结果如下表2所示:

[0092] 表2算法性能比较

指标	信号	真实值	GCC 方法	提出方法
[0093] 时延	节点 1 和节点 2	0.0276 4	0.02516	0.02584
	节点 2 和节点 3	-0.005 41	-0.0109	-0.010103
RMSE		0	0.00398	0.003248

[0094] 表2中的数据显示,在噪声复杂及混响环境中,本发明提出的方法能够有效的估计出时延,且均方误差较小,而广义互相关法会因各种噪声的影响出现很大的偏差。结合室内测量和室外测量,本发明提出的方法具有抗噪性和健壮性。以GCC和二次相关算法(second correlation)为参考,采用多帧信号时延估计,其结果如图9所示。由图9的均方误差结果可知,本发明提出的方法显著优于参考算法,精度更高,稳定性更强。

[0095] 随着电子技术、网络技术、通信技术等不断快速发展,基于组网的应用渗透进各个领域,并扮演重要角色,而节点位置信息的精确获取是组网应用扩展的不可或缺的研究课题。近年来,以声阵列为框架的被动目标探测得到广泛应用,研究和探索精确的时延估计算法对被动声源定位意义重大。本发明在传统广义互相关的基础上提出一种基于高斯拟合的包络时延估计方法,巧妙的利用了拟合的思想,即拟合结果展现的是总体趋势,不会因为某个点异常出现较大偏差,这削弱了噪声的影响且平滑使得时延估计更加精确。

[0096] 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。

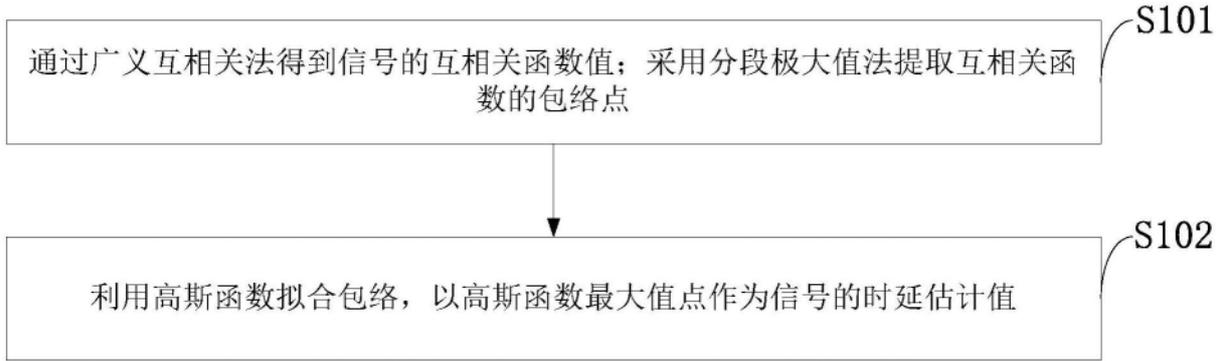


图1

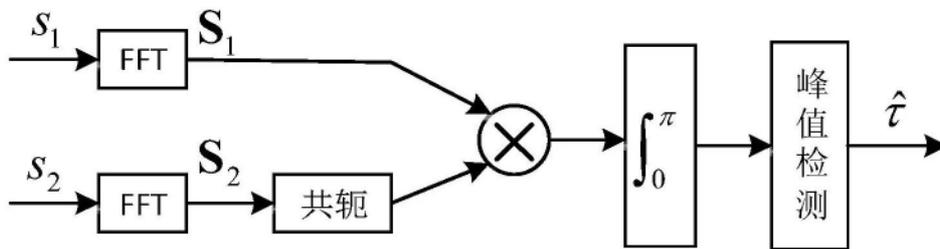


图2

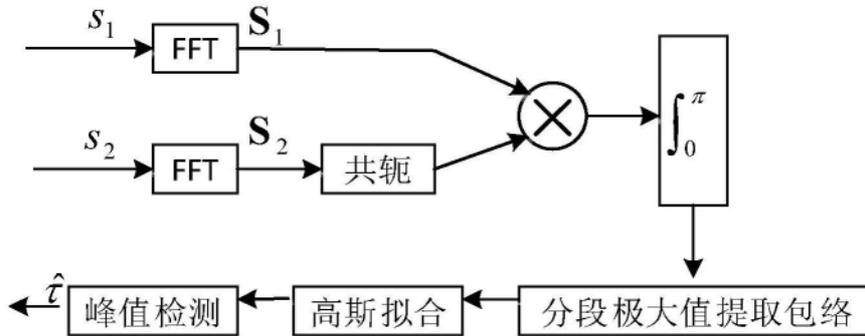


图3

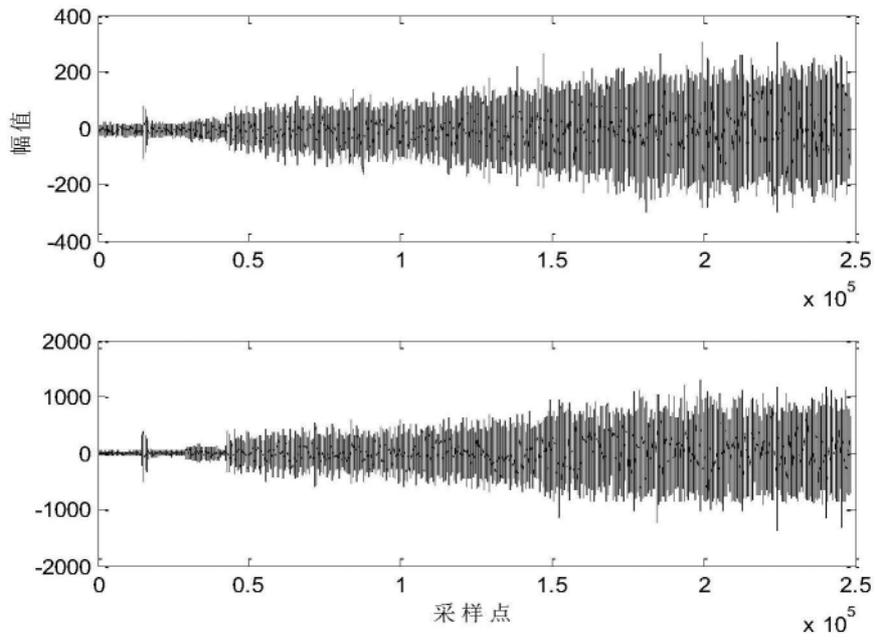


图4

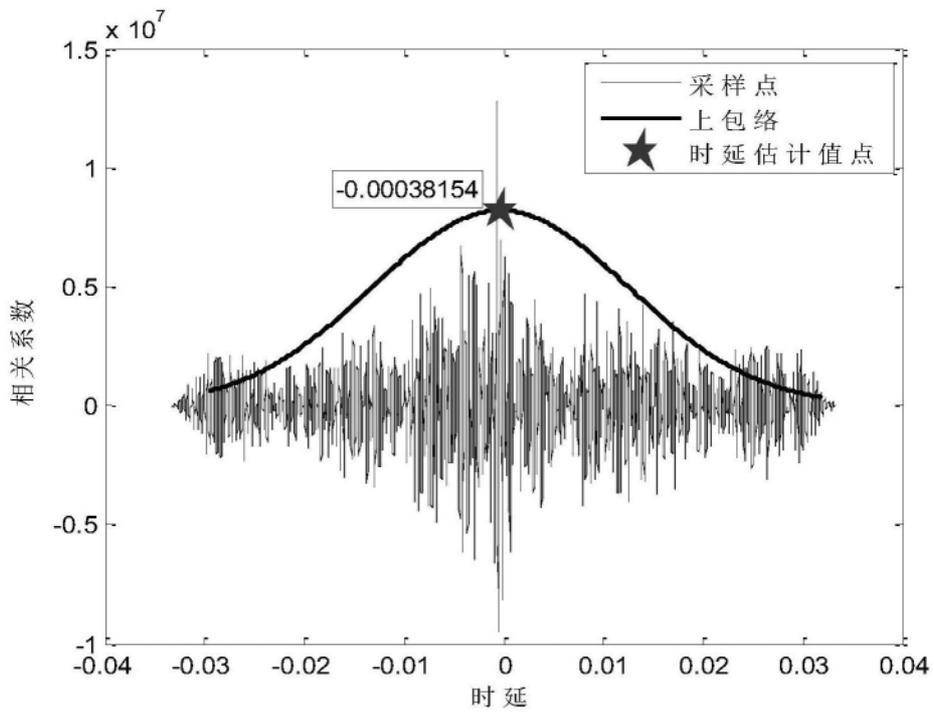


图5

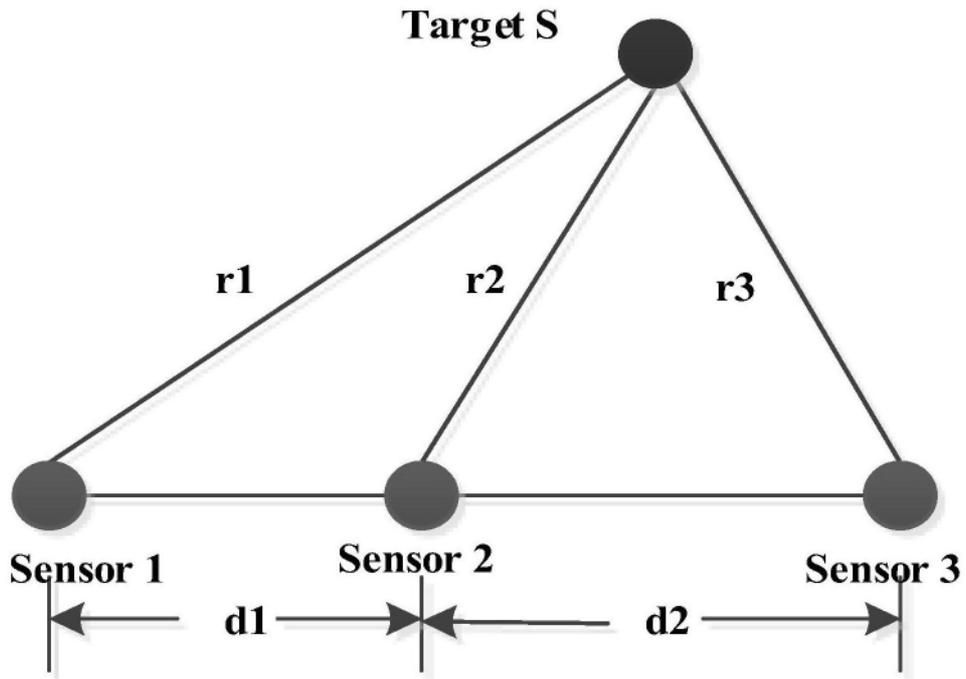


图6

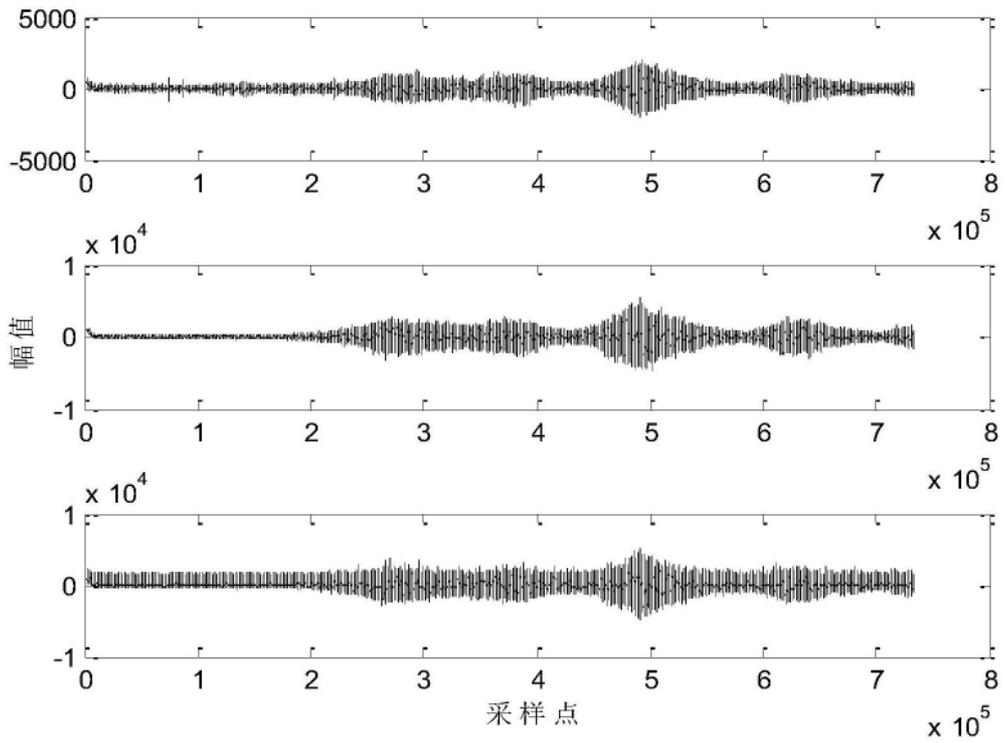


图7

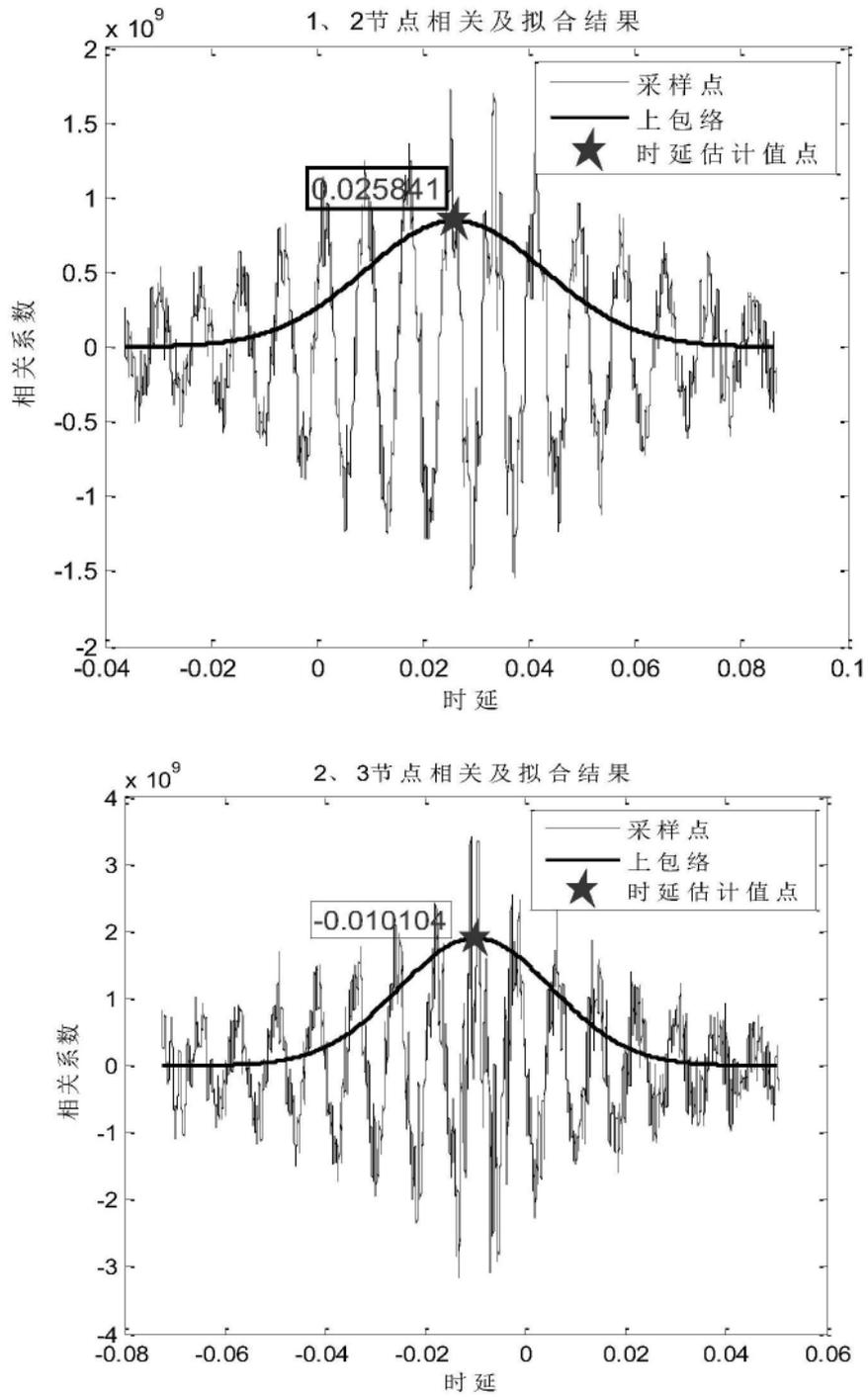


图8

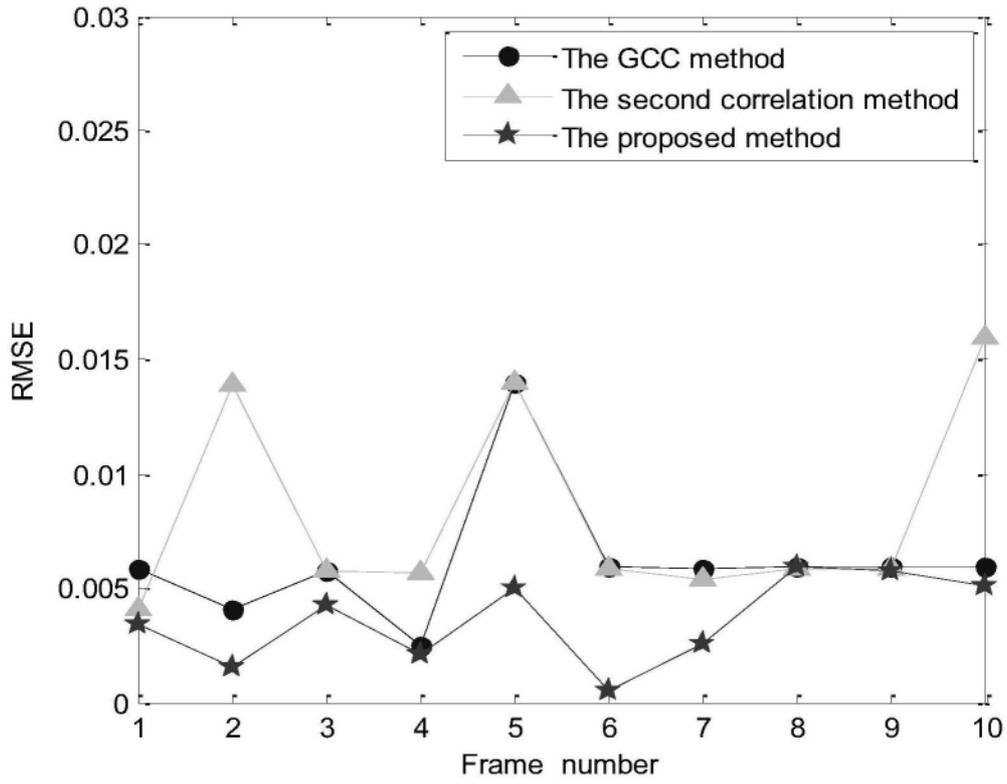


图9