



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106919732 B

(45) 授权公告日 2021. 04. 02

(21) 申请号 201611036642.2

(22) 申请日 2016.11.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106919732 A

(43) 申请公布日 2017.07.04

(30) 优先权数据
62/269,115 2015.12.18 US

(73) 专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡理工大学陈鲍雪莹
楼10楼1009室

(72) 发明人 李荣彬 陈增源 李莉华 袁伟

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 李昕巍 章侃钦

(51) Int. Cl.
G06K 9/00 (2006.01)
G06F 17/14 (2006.01)
G06F 17/15 (2006.01)
G06F 30/20 (2020.01)
G06F 119/14 (2020.01)

(56) 对比文件

US 2014/0133521 A1, 2014.05.15

CN 1456872 A, 2003.11.19

陈明奎等.《用多重自相关法检测微弱正弦信号》.《噪声与振动控制》.2006, (第5期), 摘要, 第28-30、61页.

于刚等.《强背景噪声中信号二次循环自相关检测与幅度估计》.《舰船电子对抗》.2008, 第31卷 (第4期), 第90页.

李一兵等.《多重自相关函数在微弱正弦信号检测中的应用》.《哈尔滨工程大学学报》.2004, 第25卷 (第4期), 第525-528页.

Yang Shaoqiong等.《Wavelet Analysis to Detect Multi-scale Coherent Eddy Structures and Intermittency in Turbulent Boundary Layer》.《2011 Eighth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)》.2011, 第1241-1245页.

审查员 毕斌

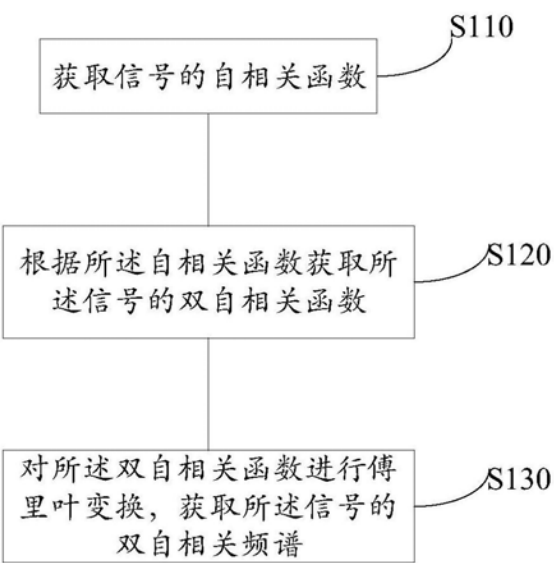
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于信号处理的方法及装置

(57) 摘要

本公开是关于一种用于信号处理的方法及装置,属于信号处理技术领域。一种用于信号处理的方法,包括:获取信号的自相关函数;根据所述自相关函数获取所述信号的双自相关函数;对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述信号的双自相关频谱。本发明能够实现对包含噪声的信号进行降噪处理。



1. 一种用于信号处理的方法,其特征在于,包括:

采用50000Hz的采样频率对切削力信号 $s(t)$ 进行采样得到的 N 个离散信号 $s[h]$, $h=0, 1, \dots, N-1$,其中,所述切削力信号 $s(t)$ 包含了直流、低频、高频以及噪声成分, N 为正整数;

获取离散信号 $s[h]$ 的自相关函数;

根据所述自相关函数获取所述离散信号 $s[h]$ 的双自相关函数;

对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述离散信号 $s[h]$ 的双自相关频谱;

所述切削力信号 $s(t)$ 为:

$$s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$$

其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声;

离散信号 $s[h]$ 的自相关函数 $R(h)$ 为:

$$R(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (s[i] - \bar{s})(s[i+h] - \bar{s})}{\sum_{i=0}^{N-1} (s[i] - \bar{s})^2}$$

其中, $\bar{s}$ 为 s 的样本均值: $\bar{s} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} s_i}{N}$, 当 $h \neq 0, 1, 2 \dots N-1$ 时, $s[h]$ 取值为0;

所述离散信号 $s[h]$ 的双自相关函数为:

$$RR(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (R[i] - \bar{R})(R[i+h] - \bar{R})}{\sum_{i=0}^{N-1} (R[i] - \bar{R})^2}$$

其中, $\bar{R}$ 是自相关函数 $R(h)$ 的均值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。

3. 一种用于信号处理的装置,其特征在于,包括:

采样模块,用于采用50000Hz的采样频率对切削力信号 $s(t)$ 进行采样得到的 N 个离散信号 $s[h]$, $h=0, 1, \dots, N-1$,其中,所述切削力信号 $s(t)$ 包含了直流、低频、高频以及噪声成分, N 为正整数

自相关函数获取模块,用于获取所述离散信号 $s[h]$ 的自相关函数,离散信号 $s[h]$ 的自相关函数 $R(h)$ 为:

$$R(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (s[i] - \bar{s})(s[i+h] - \bar{s})}{\sum_{i=0}^{N-1} (s[i] - \bar{s})^2}$$

其中, $\bar{s}$ 为 s 的样本均值: $\bar{s} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} s_i}{N}$, 当 $h \neq 0, 1, 2 \dots N-1$ 时, $s[h]$ 取值为0;

双自相关函数获取模块,用于根据所述自相关函数获取所述离散信号 $s[h]$ 的双自相关函数,所述离散信号 $s[h]$ 的双自相关函数为:

$$RR(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (R[i] - \bar{R})(R[i+h] - \bar{R})}{\sum_{i=0}^{N-1} (R[i] - \bar{R})^2}$$

其中, $\bar{R}$ 是自相关函数 $R(h)$ 的均值;

双自相关频谱获取模块, 用于对所述双自相关函数进行傅里叶变换, 获取所述信号的双自相关频谱;

所述切削力信号 $s(t)$ 为:

$$s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$$

其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声。

4. 根据权利要求3所述的装置, 其特征在于, 还包括: 加窗模块, 用于在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。

用于信号处理的方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及信号处理技术领域,尤其涉及一种用于信号处理的方法及装置。

背景技术

[0002] 切削力作为加工过程中稳定和可靠的信息来源,其大小和动态变化反应了切削过程中刀具与工件的相互作用的状态和工件表面形成过程。大量研究结果表明,切削状态的每个微小变化都能通过切削力的变化反应出来,检测切削力是目前国内外研究与应用最多的监控加工过程方法之一。通过监测加工过程切削力的实时变化,经过时序分析或其相关的数据信号处理,就可以用来进行切削过程相关科学问题的研究,如切削机理研究、工艺参数分析、材料切削性能研究等;优化加工过程工艺参数,提高加工质量;进行新型刀具设计和刀具涂层开发以及刀具切削性能评价;进行切削过程实时监测、刀具磨损和破坏的评估和预警以及实现自适应加工。

[0003] 频域分析是将时域信号变换至频域加以分析的方法。其目的是把复杂的时间历程波形,经过傅里叶变换分解为单一的谐波分量来研究,以获得信号的频率结果以及各谐波和相位信息。频域分析在无线电通讯、声呐系统、地球物理系统、图像分析以及超精密加工等领域有着极其重要的应用。

[0004] 现有主流的频谱分析方法是:基于二阶统计计算的功率谱密度。虽然功率谱密度计算简单,但是对于信号的降噪能力偏弱。在超精密加工过程中,切削力信号受复杂的环境因素的影响而包含了较多噪声,传统方法计算出的功率谱密度信噪比较低,这不利于通过分析切削力频谱而得到刀尖振动的信息。

[0005] 因此,需要一种新的用于信号处理的方法及装置。

[0006] 在所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本公开的背景的理解,因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0007] 本公开提供一种用于信号处理的方法及装置,能够实现对包含噪声的信号进行降噪处理。

[0008] 本公开的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然,或部分地通过本公开的实践而习得。

[0009] 根据本公开的一个方面,提供一种用于信号处理的方法,包括:

[0010] 获取信号的自相关函数;

[0011] 根据所述自相关函数获取所述信号的双自相关函数;

[0012] 对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述信号的双自相关频谱。

[0013] 在本公开的一种示例性实施例中,所述信号为用于超精密加工的切削力信号 $s(t)$ 。

[0014] 在本公开的一种示例性实施例中,所述切削力信号为:

[0015] $s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$

[0016] 其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声。

[0017] 在本公开的一种示例性实施例中,还包括:采用预设的采样频率对所述信号进行采样。

[0018] 在本公开的一种示例性实施例中,还包括:在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。

[0019] 根据本公开的一个方面,提供一种用于信号处理的装置,包括:

[0020] 自相关函数获取模块,用于获取信号的自相关函数;

[0021] 双自相关函数获取模块,用于根据所述自相关函数获取所述信号的双自相关函数;

[0022] 双自相关频谱获取模块,用于对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述信号的双自相关频谱。

[0023] 在本公开的一种示例性实施例中,所述信号为用于超精密加工的切削力信号 $s(t)$ 。

[0024] 在本公开的一种示例性实施例中,所述切削力信号为:

[0025] $s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$

[0026] 其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声。

[0027] 在本公开的一种示例性实施例中,还包括:采样模块,用于采用预设的采样频率对所述信号进行采样。

[0028] 在本公开的一种示例性实施例中,还包括:加窗模块,用于在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。

[0029] 根据本公开的用于信号处理的方法及装置,通过对自相关函数进行信号处理获取双自相关函数后再进行傅里叶变换,能够实现对包含噪声的信号进行降噪处理。

[0030] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本公开。

附图说明

[0031] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0032] 图1示意性示出根据本公开示例实施方式的一种用于信号处理的方法的流程图;

[0033] 图2示意性示出根据本公开示例实施方式的信号 $s(t)$ 示意图;

[0034] 图3示意性示出根据本公开示例实施方式的自相关函数 $R(h)$ 示意图;

[0035] 图4示意性示出根据现有技术中信号的功率谱密度PSD示意图;

[0036] 图5示意性示出根据本公开示例实施方式的双自相关频谱DCS示意图;

[0037] 图6示意性示出根据本公开示例实施方式的一种用于信号处理的装置的框图。

具体实施方式

[0038] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而,示例实施方式能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的范例;相反,提供这些实施方式使得本公开将更加全面和完整,并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。附图仅为本公开的示意性图解,并非一定是按比例绘制。图中相同的附图标记表示相同或类似的部分,因而将省略对它们的重复描述。

[0039] 此外,所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施方式中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本公开的实施方式的充分理解。然而,本领域技术人员将意识到,可以实践本公开的技术方案而省略所述特定细节中的一个或更多,或者可以采用其它的方法、组元、装置、步骤等。在其它情况下,不详细示出或描述公知结构、方法、装置、实现、材料或者操作以避免喧宾夺主而使得本公开的各方面变得模糊。

[0040] 以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本发明相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本发明的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0041] 图1示意性示出根据本公开示例实施方式的一种用于信号处理的方法的流程图。

[0042] 如图1所示,在步骤S110中,获取信号的自相关函数。

[0043] 在示例性实施例,所述信号为用于超精密加工的切削力信号 $s(t)$ 。当然,本公开不以此为限,本发明还可应用于处理其他类型的信号处理,例如声音信号、电流信号等。

[0044] 本发明实施例中的所谓的超精密加工是指,被加工零件的尺寸精度为0.1-0.01微米,加工表面粗糙度达 $Ra0.03-0.0051$ 微米数量级的加工技术。随着加工技术的发展,超精密加工的技术指标也在不断变化。

[0045] 超精密切削加工主要是用高精度的机床和单晶金刚石刀具进行的加工。一般称为金刚石刀具切削(Simple Point Diamond Turning,SPDT)。

[0046] 本发明实施例中的所谓的切削力,是指在切削过程中产生的作用在工件和刀具上的大小相等、方向相反的切削力。通俗的讲:在切削加工时,工件材料抵抗刀具切削时产生的阻力。

[0047] 在步骤S120中,根据所述自相关函数获取所述信号的双自相关函数。

[0048] 在示例性实施例,还包括:采用预设的采样频率对所述信号进行采样。

[0049] 在示例性实施例,还包括:在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。窗函数是一种除在给定区间之外取值均为0的实函数,目的是为了减少频谱泄露。可以采用的窗函数包括三角窗,汉宁窗,flattop窗,高斯窗等,但本公开不以此为限。

[0050] 可以根据信号的组成成分和分析信号的目的选择相应的窗函数。例如,如果测试信号有多个频率分量,且测试的目的是关注频率点而不是能量大小,一般选择汉宁窗;如果分析信号的目的是关注某个周期信号频率点的能量值,可以使用flattop窗。其中,通常所加的窗函数的长度与信号长度相同。

[0051] 还需要说明的是,通常窗函数是对称的,因此,对于长度为N的窗函数,可以存储窗函数的前一半长度的窗函数的系数,或者存储后一半长度的窗函数的系数,可以节约存储空间。

[0052] 在步骤S130中,对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述信号的双自相关频谱。

[0053] 本实施方式提供的用于信号处理的方法,采用基于双自相关函数的双自相关频谱用于信号分析,其具备计算量小、降噪能力强的特点。

[0054] 下面以图2-图5所示的实施例进行举例说明。

[0055] 图2示意性示出根据本公开示例实施方式的信号s(t)示意图。

[0056] 以所述信号为用于超精密加工的切削力信号s(t)为例。

[0057] 在超精密加工中,切削力信号s(t)包含了直流、低频、高频以及噪声成分。在图2所示的实施例中,切削加工过程中,刀尖振动频率大约为14000Hz。本公开的频谱分析方法主要用于研究刀尖的高频振动,下面的双自相关频谱的计算均以刀尖振动频率大约为14000Hz为例进行说明。需要说明的是,该刀尖振动频率与刀具的结构尺寸以及切削条件有关,因此,其数值是可以根据实际应用场景发生变化的。

[0058] 假设所述切削力信号s(t)为:

[0059] $s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$

[0060] 其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声(White noise)。其中, ω_2 对应的频率14000Hz为刀尖振动频率。 ω_1 对应的频率13000Hz是刀尖振动时受阻尼作用产生的频率。

[0061] 白噪声或白噪声,是一种功率谱密度为常数的随机信号或随机过程。功率谱密度为常数,也就是说,信号在各个频率上的能量相同。由于白光是不同频率的各色光混杂而成,所以同样在不同频率下具有相等能量的噪音被称为“白”的。

[0062] 对上述切削力信号s(t)进行采样得到的离散的信号样本。其中采样频率可以是刀尖振动频率的两倍以上。在下面的实施例中,采用50,000Hz作为所述采样频率。

[0063] s(t)为包含白噪声的连续信号,经过采样(采样频率为 f_s)得到的N个样本点s[n],即s[0],s[1],s[2],...,s[N-1],当 $n \neq 0, 1, 2 \cdots N-1$ 时,s[n]取值为0。则s[n]的自相关函数R(h)为:

$$[0064] \quad R(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (s[i] - \bar{s})(s[i+h] - \bar{s})}{\sum_{i=0}^{N-1} (s[i] - \bar{s})^2} \quad (1)$$

[0065] 其中, $\bar{s}$ 为s的样本均值: $\bar{s} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} s_i}{N}$; 设采样时间为0.1s,采样频率为50000Hz,

所测得的切削力信号s(t)的自相关函数R(h)如图3所示。

[0066] 在现有技术中,直接采用上述自相关函数R(h)求得信号的功率谱密度PSD(power spectral density, PSD),如图4所示。

[0067] 在物理学中,信号通常是波的形式表示,例如电磁波、随机振动或者声波。当波的功率频谱密度乘以一个适当的系数后将得到每单位频率波携带的功率,这被称为信号的功率谱密度。功率谱密度的单位通常用每赫兹的瓦特数(W/Hz)表示,后者使用波长而不是频率,即每纳米的瓦特数(W/nm)来表示。

[0068] 在本实施例中,继续计算信号s[n]对应的双自相关函数RR(h):

$$[0069] \quad RR(h) = \frac{\sum_{i=0}^{N-h-1} (R[i] - \bar{R})(R[i+h] - \bar{R})}{\sum_{i=0}^{N-1} (R[i] - \bar{R})^2} \quad (2)$$

[0070] 其中 $\bar{R}$ 自相关函数 $R(h)$ 的均值。

[0071] 接着,根据上述双自相关函数 $RR(h)$ 通过以下公式获得该信号的双自相关频谱DCS (Double Correlation Spectrum):

$$[0072] \quad DCS(f) = X(k) = \sum_{h=0}^{N-1} RR(h) e^{-i \frac{2\pi}{N} hk} \quad (3)$$

[0073] 其中, $k=0, 1, 2, \dots, N-1$, i 为虚数单位, $X(k)$ 为傅里叶级数, f 为频率:

$$[0074] \quad f = \frac{fs}{N} k。$$

[0075] 图5示意性示出根据本公开示例实施方式的双自相关频谱DCS示意图。

[0076] 根据图4和5的两图的比较可以看出,双自相关频谱DCS相对于传统功率谱密度PSD,背景噪声明显减小,信号的信噪比提高。

[0077] 上述图3-5的实施例中将原始信号 $s(t)$ 采样离散化后求取双自相关频谱DCS,在其他实施例中,也可以直接将连续的原始信号 $s(t)$ 进行信号处理求取双自相关频谱DCS。

[0078] 对连续的信号 $s(t)$ 求取其自相关函数 $R(t)$:

$$[0079] \quad R(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)s(t+\tau)dt \quad (4)$$

[0080] 公式(4)中 t 为时间, $s(t)$ 为 t 时刻传感器测量得到的切削力, τ 为延时时间。

[0081] 现有技术中,直接对上述自相关函数进行傅里叶变换获取功率谱密度PSD:

$$[0082] \quad PSD(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(t)e^{-2\pi ift} dt \quad (5)$$

[0083] 本发明实施例中,继续计算信号 $s(t)$ 对应的双自相关函数 $RR(t)$:

$$[0084] \quad RR(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(t) * R(t+\tau) \quad (6)$$

[0085] 然后,根据上述双自相关函数 $RR(t)$ 计算关于信号 $s(t)$ 对应的双自相关频谱DCS (f) :

$$[0086] \quad DCS(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} RR(t)e^{-2\pi ift} dt \quad (7)$$

[0087] 如果原始信号 $s(t)$ 是周期函数,其自相关函数 $R(t)$ 也是周期函数,并且原始信号 $s(t)$ 和其自相关函数 $R(t)$ 的周期是相同的。用原始信号 $s(t)$ 的双自相关函数 $RR(t)$ 代替自相关函数 $R(t)$ 进行傅里叶变换,就增加了信号中周期成分的幅值,降低了信号中非周期成分的幅值。并且相对于高阶频谱,双自相关频谱仅仅是二阶频谱,计算量较小。因此,本实施方式中基于双自相关函数 $RR(t)$ 的频谱同时具备计算量小、降噪能力强的特点。

[0088] 图6示意性示出根据本公开示例实施方式的一种用于信号处理的装置的框图。

[0089] 如图6所示,该用于信号处理的装置200包括自相关函数获取模块210、双自相关函数获取模块220以及双自相关频谱获取模块230。

[0090] 其中自相关函数获取模块210用于获取信号的自相关函数。

[0091] 其中双自相关函数获取模块220用于根据所述自相关函数获取所述信号的双自相关函数。

[0092] 其中双自相关频谱获取模块230用于对所述双自相关函数进行傅里叶变换,获取所述信号的双自相关频谱。

[0093] 在示例性实施例中,所述信号为用于超精密加工的切削力信号 $s(t)$ 。

[0094] 在示例性实施例中,所述切削力信号为:

[0095] $s(t) = \sin(\omega_1 t + p_1) + \sin(\omega_2 t + p_2) + N(0, 6)$

[0096] 其中, $\omega_1 = 2\pi * 13000 \text{ rad/s}$, $p_1 = 20 \text{ rad}$, $\omega_2 = 2\pi * 14000 \text{ rad/s}$, $p_2 = 30 \text{ rad}$, $N(0, 6)$ 为均值为0、方差为6的高斯白噪声。

[0097] 在示例性实施例中,还包括:采样模块,用于采用预设的采样频率对所述信号进行采样。

[0098] 在示例性实施例中,还包括:加窗模块,用于在获取所述信号的自相关函数之前对所述信号进行加窗。

[0099] 本发明实施例中其它内容参考上述发明实施例中的内容,在此不再赘述。

[0100] 本公开的用于信号处理的方法及装置,通过用原始信号 $s(t)$ 的双自相关函数 $RR(t)$ 代替自相关函数 $R(t)$ 进行傅里叶变换,这样计算得到的频谱就是双自相关频谱。双自相关频谱相比于功率谱密度有着更高的信噪比,这对于信号谐波分析有着积极意义。其可以用于超精密加工切削力的基于双自相关函数的频域分析,双自相关频谱计算算法相对于传统功率谱密度计算方法提高了对信号的降噪能力,提高了信噪比。

[0101] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后,将容易想到本发明的其它实施方案。本申请旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本发明的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本发明的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0102] 以上具体地示出和描述了本公开的示例性实施方式。应可理解的是,本公开不限于这里描述的详细结构、设置方式或实现方法;相反,本公开意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效设置。

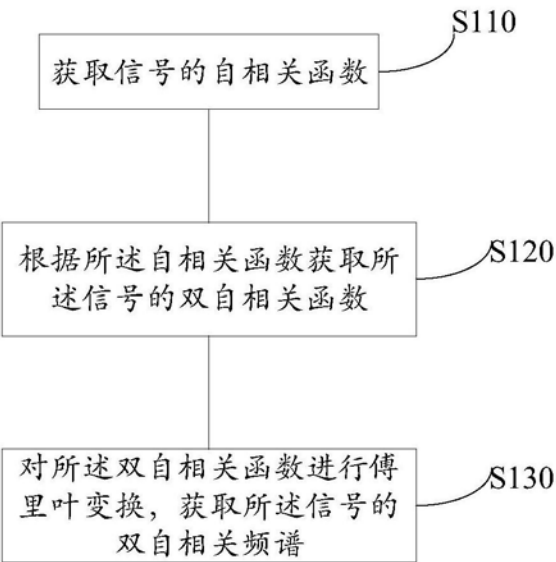


图1

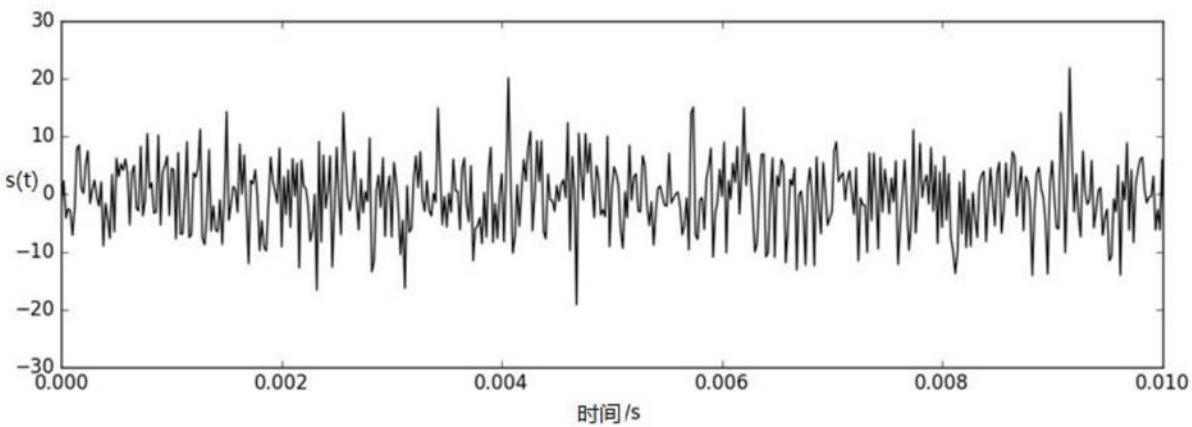


图2

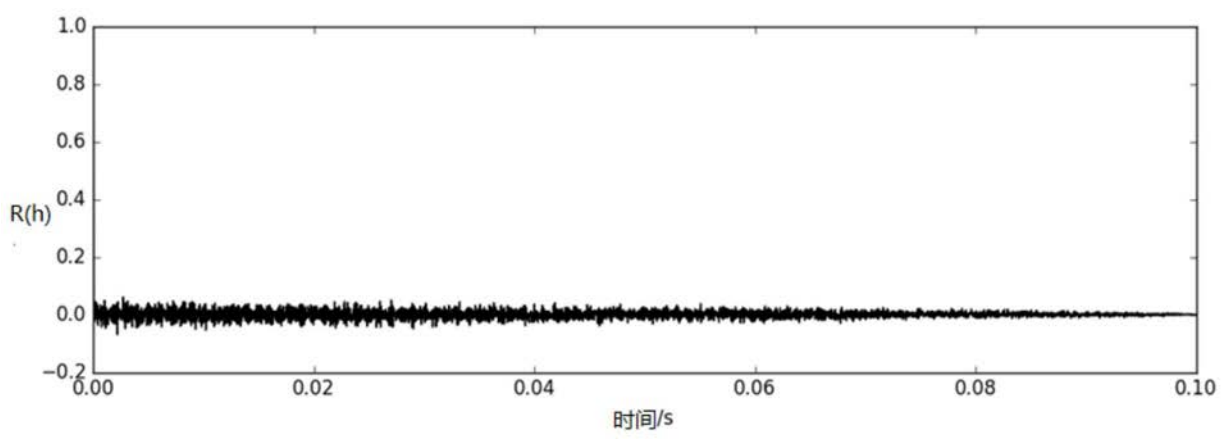


图3

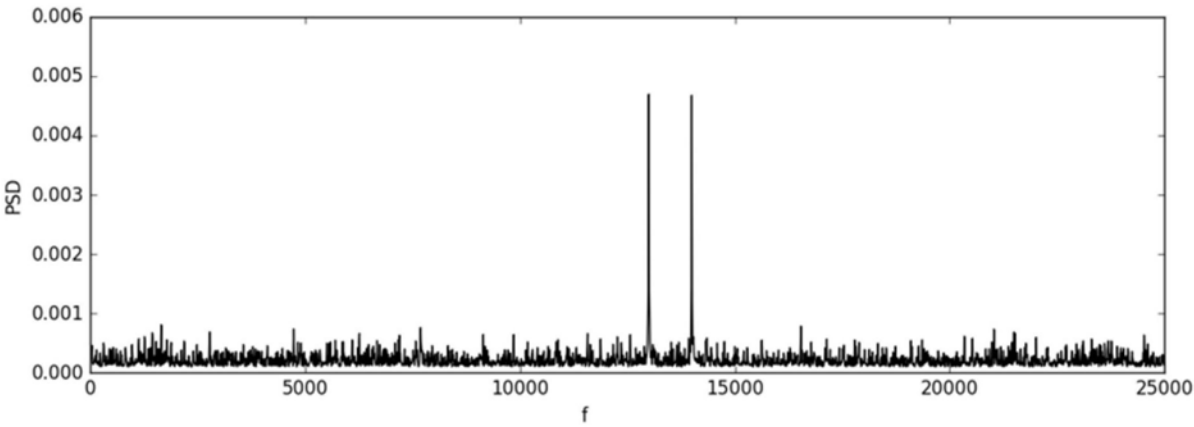


图4

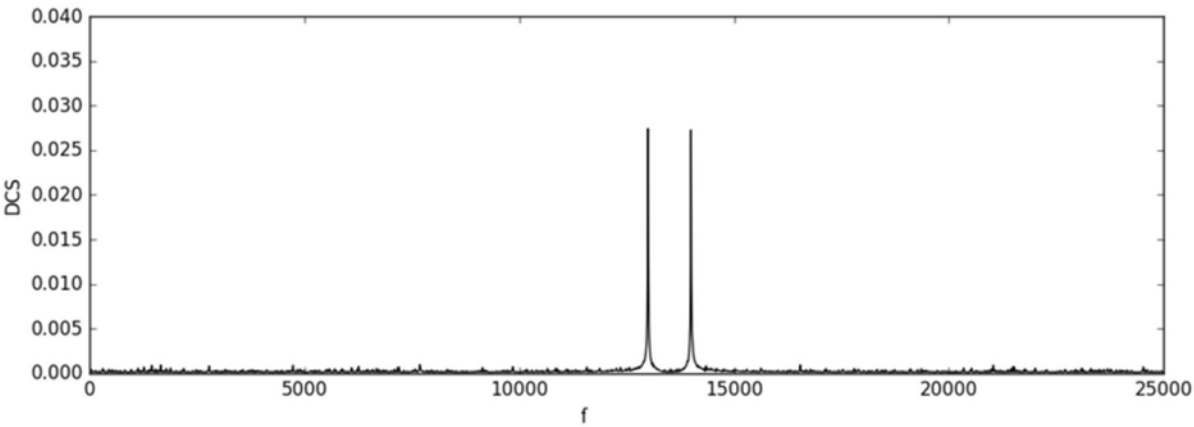


图5

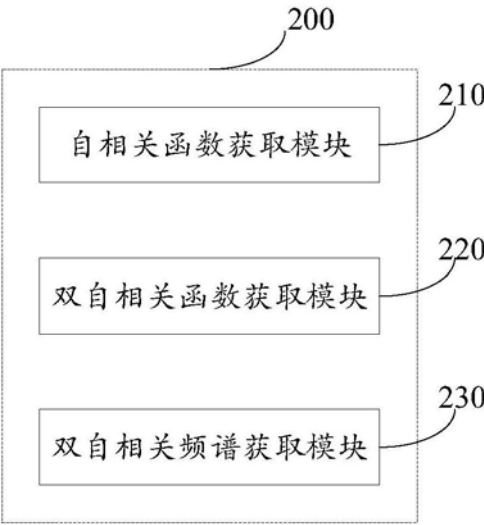


图6