(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109299640 B
(45)授权公告日 2021.12.07

(21)申请号 201810199762.7

(22)申请日 2018.03.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109299640 A

(43)申请公布日 2019.02.01

(30)优先权数据
201721026253 2017.07.24 IN

(73)专利权人 塔塔顾问服务有限公司
地址 印度孟买

(72)发明人 S·班纳吉 S·戴伊 A·穆克吉 S·比斯瓦斯

(74)专利代理机构 北京市中伦律师事务所 11410
代理人 杨黎峰 钟锦舜

(51)Int.Cl.
G06K 9/00(2006.01)

审查员 柳倩

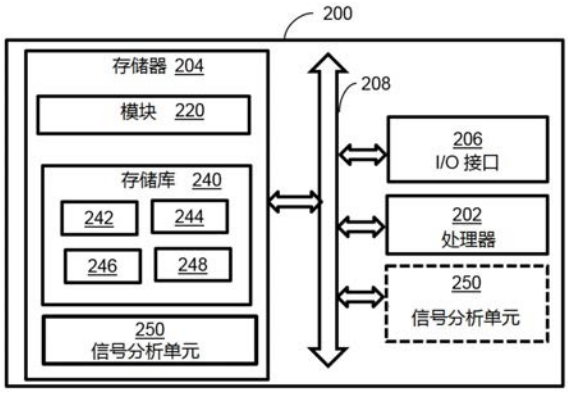
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

用于信号分析的系统和方法

(57)摘要

信号分析应用于各个工业和医疗领域。在信号分析中，小波分析起着重要的作用。小波分析需要识别与输入信号关联的母小波。然而，以自动方式识别与输入信号关联的母小波是具有挑战性的。本公开的系统和方法提供对与输入信号关联的小波进行自动选择的信号分析。本公开中提供的方法接收输入信号和与该信号关联的参数集合。进一步，将输入信号分析转化成波形。分析波形以提供图像单元。进一步，通过多个深度架构处理图像单元。深度架构提供了比较评分集合，并且通过利用该比较评分集合来确定匹配的小波族。



CN 109299640 B

1.一种用于通过在计算装置中实施来分析一个或多个信号的由处理器执行的方法,所述方法包括:

一个或多个硬件处理器接收所述一个或多个信号,其中所述一个或多个信号与至少一个信号参数和先验信息关联;

所述一个或多个硬件处理器基于优化的信号斩波窗口将所述一个或多个信号当中的每个信号斩波为多个斩波信号单元,其中所述优化的信号斩波窗口是具有最大数量的信号单元的窗口;

所述一个或多个硬件处理器将所述多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换为波形;

所述一个或多个硬件处理器将与所述多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较以确定理想窗口的大小,其中理想窗口比较是基于小波相似性比较算法;

所述一个或多个硬件处理器基于理想缩放窗口对与所述多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形,其中所述理想缩放窗口是尺寸与所述理想窗口相同的缩放窗口;

所述一个或多个硬件处理器通过将所述一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为与所述缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元;

所述一个或多个硬件处理器通过将所述一个或多个图像单元当中的每个图像单元与所述多个已知小波族进行比较来获得一个或多个母小波和所述一个或多个母小波的多个变体,以基于深度架构机制来获得比较评分集合;和

基于所述比较评分集合来确定匹配小波族。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,通过利用与所述一个或多个信号关联的所述至少一个信号参数和可用于所述一个或多个信号的所述先验信息来确定所述优化的信号斩波窗口。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,与每个信号关联的所述至少一个信号参数和可用于所述一个或多个信号的所述先验信息被存储在数据库中。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,基于所述深度架构机制来获得比较评分集合包括:

同时使用多个深度架构分析每个图像单元以获得所述比较评分集合,其中所述比较评分集合当中的每个比较评分指示所述图像单元与所述多个已知小波族的匹配百分比。

5.根据权利要求1所述的方法,其中基于所述比较评分集合来确定所述匹配小波族包括:

从多个深度架构接收与所述图像单元有关的所述比较评分集合;

通过利用多数投票算法根据与所述图像单元有关的比较评分集合获得多数投票;和

基于所述多数投票,用所述多个已知小波族当中的所述匹配小波族对所述一个或多个信号当中的与所述图像单元有关的信号进行标记,其中基于所述多数投票与预定阈值之间的比较将所述信号标记为已知小波族,其中基于所述多数投票与所述预定阈值之间的比较将所述信号标记为未知小波族。

6.一种用于分析一个或多个信号的信号分析系统,其中,所述信号分析系统包括:

一个或多个存储器，其包括编程指令和用于存储所述一个或多个信号的存储库、信号数据库、小波数据库、与所述一个或多个信号关联的至少一个信号参数以及可用于所述一个或多个信号的先验信息；

一个或多个硬件处理器，其可操作地联接到所述一个或多个存储器，其中所述一个或多个硬件处理器能够执行存储在所述一个或多个存储器中的编程指令；以及

信号分析单元，其中所述信号分析单元被配置为：

接收所述一个或多个信号，其中所述一个或多个信号与所述至少一个信号参数和所述先验信息关联；

基于优化的信号斩波窗口将所述一个或多个信号当中的每个信号斩波为多个斩波信号单元，其中所述优化的信号斩波窗口是具有最大数量的信号单元的窗口；

将所述多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换为波形以用于比较；

将与所述多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较以确定用于缩放的理想窗口的大小，其中所述比较是基于小波相似性比较算法；

通过利用理想缩放窗口对与所述多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形，其中所述理想缩放窗口是尺寸与所述理想窗口相同的缩放窗口；

通过将所述一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为与所述缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元；

通过将所述一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较来获得一个或多个母小波和所述一个或多个母小波的多个变体，以基于深度架构机制来获得比较评分集合；和

基于所述比较评分集合来确定匹配小波族。

7.根据权利要求6所述的信号分析系统，其中所述信号分析单元被配置为：

通过利用与所述一个或多个信号关联的所述至少一个信号参数以及可用于所述一个或多个信号的所述先验信息来确定所述信号斩波窗口。

8.根据权利要求6所述的信号分析系统，其中所述信号分析单元被配置为：

将与每个信号关联的所述至少一个信号参数以及可用于所述一个或多个信号的所述先验信息存储在所述存储库中。

9.根据权利要求6所述的信号分析系统，其中所述信号分析单元被配置为同时使用多个深度架构分析每个图像单元以基于所述深度架构机制来获得所述比较评分集合，其中所述比较评分集合当中的每个比较评分指示所述图像单元与多个已知小波族的匹配百分比。

10.根据权利要求6所述的信号分析系统，其中所述信号分析单元被配置为通过以下步骤基于所述比较评分集合来确定所述匹配小波族：

从多个深度架构接收与所述图像单元有关的所述比较评分集合；

通过利用多数投票算法根据与所述图像单元有关的所述比较评分集合获得多数投票；和

基于所述多数投票，用所述多个已知小波族当中的所述匹配小波族对所述一个或多个信号当中的与所述图像单元有关的信号进行标记，其中基于所述多数投票与预定阈值之间的比较将所述信号标记为已知小波族，其中基于所述多数投票与所述预定阈值之间的比较将所述信号标记为未知小波族。

用于信号分析的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用和优先权

[0002] 本专利申请要求于2017年7月24日提交的印度专利申请201721026253的优先权。

技术领域

[0003] 本文的实施方式总体上涉及信号处理，并且具体地涉及用于信号分析的系统和方法。

背景技术

[0004] 信号分析是在工业、医学领域、天文学、核工程、子带编码、光学、湍流、地震预测等中使用的关键技术。在信号分析中，分析与信号关联的信息以确定系统或设备的功能。例如，通过分析患者的心脏信号，可以评估患者的心脏健康。但是，关于信号的信息在时域和频域上分布。可以使用时域分析来分析在时域上分布的信息。例如，在不同的时间间隔心脏信号速率可以不同。通常，可以使用例如快速傅立叶变换(FFT)、离散傅里叶变换(DFT)等技术来分析信号的频域。然而，在分析信号的时域时，关于频域的信息可能会丢失，并且在分析信号的频域时，关于时域的信息可能会丢失。

[0005] 传统方法能够分析信号的频域或信号的时域。但是，同时分析信号的频域和时域两者是一个挑战。因此小波变换用于同时分析信号的时域和频域。在小波变换中，母小波在分析信号中起着重要作用。母小波是用于生成具有不同级别的多种小波的原型函数。但是，选择母小波是一项具有挑战性的任务，因为母小波的属性集合和待分析信号的属性集合应当准确匹配。传统方法主要依赖于手动选择母小波，而一些自动化方法在以有效方式分析信号方面可能是低效的。

发明内容

[0006] 本公开的实施方式提出了技术改进，作为对传统系统中发明人所认可的对一个或多个上述技术问题的解决方案。例如，在一个实施方式中，提供了一种用于信号分析的方法。该方法包括一个或多个硬件处理器接收一个或多个信号，其中所述一个或多个信号与至少一个信号参数和先验信息关联。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器基于优化的信号斩波窗口将一个或多个信号当中的每个信号斩波为多个斩波信号单元。通过利用与所述一个或多个信号关联的至少一个信号参数和可用于所述一个或多个信号的先验信息来确定优化的信号斩波窗口。将与每个信号关联的至少一个信号参数以及可用于所述一个或多个信号的先验信息存储在数据库中。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器将多个斩波信号单元中的每个斩波信号单元转换成波形。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器将与多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较，来确定理想缩放窗口的大小。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器通过利用理想缩放窗口来对与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放，来获得一个或多个缩放波形。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器通过将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换

成与缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器通过将一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较而获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，以基于深度架构机制来获得比较评分集合。用于获得比较评分集合的深度架构机制同时使用多个深度架构分析每个图像单元以获得所述比较评分集合，其中所述比较评分集合当中的每个比较评分指示图像单元与已知小波族的匹配百分比。此外，该方法包括一个或多个硬件处理器基于比较评分集合来确定匹配小波族。

[0007] 另一方面，提供了一种用于信号分析的系统。该系统包括一个或多个存储器，其包括用于存储一个或多个信号的编程指令和存储库、信号数据库、小波数据库、与所述一个或多个信号关联的至少一个信号参数以及可用于所述一个或多个信号的先验信息；和一个或多个硬件处理器，其可操作地联接到一个或多个存储器，其中一个或多个硬件处理器能够执行存储在一个或多个存储器中的编程指令；以及信号分析单元，其中所述信号分析单元被配置为接收所述一个或多个信号，其中所述一个或多个信号与至少一个信号参数和先验信息关联。此外，信号分析单元被配置为基于优化的信号斩波窗口将所述一个或多个信号当中的每个信号斩波为多个斩波信号单元。此外，信号分析单元被配置为将多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换成波形。此外，信号分析单元被配置为将与多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较，以确定理想缩放窗口的大小。此外，信号分析单元被配置为通过利用理想缩放窗口将与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形。此外，信号分析单元被配置为通过将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为与缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元。此外，信号分析单元被配置为通过将一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较而获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，以基于深度架构机制来获得比较评分集合。此外，信号分析单元被配置为基于比较评分集合来确定匹配小波族；

[0008] 在又一方面，提供了一种计算机程序产品，其包括非暂时性计算机可读介质，非暂时性计算机可读介质在其中包含用于信号分析系统和方法的计算机程序。当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备接收一个或多个信号，其中该一个或多个信号与至少一个信号参数和先验信息关联。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备基于优化的信号斩波窗口将一个或多个信号当中的每个信号斩波为多个斩波信号单元。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备将多个斩波信号单元中的每个斩波信号单元转换成波形。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备将与多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较，以确定理想缩放窗口的大小。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备通过利用理想缩放窗口来对与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备通过将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换成与缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元。此外，当被在计算设备上执行时，计算机可读程序使计算设备通过将一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较来获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，以基于深度架构机制获得比较评分集合。此外，当被在计算设备上

执行时，计算机可读程序使计算设备基于比较评分集合来确定匹配小波族。

[0009] 应当理解，前面的一般性描述和下面的详细描述仅是示例性和解释性的，而并不限制所要求保护的本发明。

附图说明

[0010] 并入并构成本公开的一部分的附图示出了示例性实施方式，并且与说明书一起用于解释所公开的原理：

[0011] 图1图示了根据本公开的一些实施方式的实现用于信号分析的系统和方法的网络环境；

[0012] 图2示出了根据本公开的一些实施方式的用于信号分析的系统和方法的框图；

[0013] 图3描绘了根据本公开的一些实施方式的用于信号分析的系统和方法的架构图；

[0014] 图4示出了根据本公开的一些实施方式的用于创建小波数据库和信号数据库的流程图；

[0015] 图5示出了根据本公开的一些实施方式的用于在图3的各个深度架构中对母小波进行分类的流程图；和

[0016] 图6示出了根据本公开的一些实施方式的用于信号分析的详细流程图。

[0017] 本领域技术人员应该理解，本文中的任何框图表示实施本主题的原理的说明性系统和设备的概念性视图。类似地，应当理解，任何流程图、流程图表等表示可以实质上在计算机可读介质中表示并因此由计算机或处理器执行的各种过程，不管该计算机或处理器是否被明确示出。

具体实施方式

[0018] 参考附图描述示例性实施方式。在这些图中，附图标记的最左边的数字表示附图标记首次出现的数字。为了方便，在任何地方，在所有附图中使用相同的附图标记来表示相同或相似的部件。尽管在本文中描述了所公开原理的示例和特征，但是在不脱离所公开的实施方式的精神和范围的情况下，可以进行修改、适配和其它实施。意图是下面的详细描述仅被认为是示例性的，真正的范围和精神由以下权利要求指示。

[0019] 在信号处理领域中，小波分析对于执行信号分析起着关键的作用。小波分析一般用于分析时域和频域方面的信号，以找出信号的一个或多个各分量以做出一定的决策。例如，在分析用户的心脏健康时，相对于正常用户的心脏信号分析用户的心脏信号。心脏信号速率的变化可以用于识别与用户相关的心脏疾病。在小波分析中，母小波起着重要的作用，因为母小波可以被缩放和时移以产生子小波集合用于进一步分析。但是，以自动方式选择与已知小波族集合相关的最佳母小波是具有挑战性的。一些已知小波族包括Haar、Daubechies、Symlets、Coiflets、BiorSplines、ReverseBiorthogonal、Meyer、Dmeyer、Gaussian、Mexican_hat、Morlet、Complex Gaussian、Shannon、Frequency B-Spline、Complex Morlet等。

[0020] 本发明通过接收信号作为输入并分析信号从而以自动方式从已知小波族中识别母小波，因此跳过了传统方法中使用的特征工程化，从而克服了传统信号分析方法的局限性。此外，本公开使用优化的窗口大小以使用小波变换来执行信号分析。另外，本公开通过

利用多个深度架构以自动方式选择优化的母小波和母小波变体集合。多个深度架构最初使用数据集的集合进行训练。此外，多个深度架构在处理时学习并更新学习权重。参考图1至图6进一步详细描述对用于信号分析的系统和方法的实施。

[0021] 现在参考附图，并且更具体地参考图1至图6，其中在所有附图中相似的附图标记一致地表示相应的特征，示出了优选实施方式，并且在以下示例性系统和/或方法的上下文中描述了这些实施方式。

[0022] 图1示出了根据本主题的示例性实施方式的实现用于信号分析的系统102的网络环境100。用于信号分析的系统102(以下称为系统102)被配置用于使用一个或多个已知小波变换和多个深度架构进行信号分析。一个或多个已知的小波变换包括连续小波变换(CWT)、离散小波变换(DWT)、快速小波变换(FWT)、提升方案和广义提升方案、小波包分解(WPD)、平稳小波变换(SWT)、评分阶傅里叶变换(FRFT)、评分阶小波变换(FRWT)等。系统102可以在计算设备中，例如计算设备104中实施。

[0023] 尽管考虑到在服务器上实施系统102来解释本公开，但可以理解的是，系统102还可以在多种计算系统中实施，诸如膝上型计算机、台式计算机、笔记本、工作站、基于云的计算环境等。在一个实施方式中，系统102可以在基于云的环境中实施。应该理解，系统102可以通过一个或多个用户设备106-1、106-2...106-N(在下文统称为用户设备106)或驻留在用户设备106上的应用程序被多个用户访问。用户设备106的示例可以包括但不限于便携式计算机、个人数字助理、手持设备、智能手机、平板电脑、工作站等。用户设备106通过网络108通信地联接到系统102。

[0024] 在实施方式中，网络108可以是无线网络或有线网络或其组合。在示例中，网络108可以实施为计算机网络，实施为不同类型的网络之一，例如虚拟专用网络(VPN)、内联网、局域网(LAN)、广域网(WAN)、互联网等。网络106可以是专用网络或共享网络，其表示使用多种协议(例如超文本传输协议(HTTP)、传输控制协议/网际协议(TCP/IP)和无线应用协议(WAP))的不同类型的网络的关联，以相互通信。此外，网络108可以包括多种网络设备，包括路由器、网桥、服务器、计算设备、存储设备。网络108内的网络设备可以通过通信链路与系统102交互。

[0025] 如上所述，系统102可以在计算设备104，例如手持设备、膝上型计算机或其它便携式计算机、平板电脑、移动电话、PDA、智能电话和台式计算机中实施。系统102还可以在工作站、大型计算机、服务器和网络服务器中实施。在一个实施方式中，系统102可以联接到数据存储库，例如存储库112。存储库112可以存储通过系统102处理、接收和生成的数据。在可替选实施方式中，系统102可以包括数据存储库112。参考图2进一步详细描述系统102的部件和功能。

[0026] 图2图示了根据本公开的一些实施方式的用于分析信号的信号分析系统200的框图。信号分析系统200(以下称为系统200)可以是系统102(图1)的示例。在示例性实施方式中，系统200可以实施在系统(例如系统102(图1))中，或者与其直接通信。系统200包括一个或多个硬件处理器例如处理器202、至少一个存储器例如存储器204、I/O接口206和信号分析单元250，或与之通信。在一个实施方式中，信号分析单元250可以被实施为系统200中的独立单元，其包括输入信号接收模块(在图2中未示出)、信号分析器模块(在图2中未示出)、小波分析器模块(在图2中未示出)、深度架构模块(在图2中未示出)，评分投票模块(在图2

中未示出)和比较模块(在图2中未示出)。在另一个实施方式中,信号分析单元250可以被实施为存储器204中的模块,其包括输入信号接收模块(在图2中未示出)、信号分析器模块(在图2中未示出)、小波分析器模块(在图2中未示出)、深度架构模块(在图2中未示出)、评分投票模块(在图2中未示出)以及比较模块(在图2中未示出)。处理器202、存储器204和I/O接口206可以通过系统总线(例如系统总线208)或类似的机构联接。

[0027] I/O接口206可以包括多种软件和硬件接口,例如web接口、图形用户接口等。接口206可以包括多种软件接口和硬件接口,例如用于外围设备(例如键盘、鼠标、外部存储器、相机设备和打印机)的接口。此外,接口206可以使得系统102能够与例如web服务器和外部数据库的其它设备进行通信。接口206可以促进各种网络和协议类型内的多种通信,所述网络和协议类型包括有线网络,例如局域网(LAN)、线缆等,以及无线网络,例如无线LAN(WLAN)、蜂窝电话或卫星。为此,接口206可以包括用于将多个计算系统彼此连接或与另一个服务器计算机连接的一个或多个端口。I/O接口206可以包括用于将多个设备彼此连接或与另一个服务器连接的一个或多个端口。

[0028] 硬件处理器202可以实施为基于操作指令操纵信号的一个或多个微处理器、微型计算机、微控制器、数字信号处理机、中央处理单元、状态机、逻辑电路和/或任何设备。除其它能力之外,硬件处理器202被配置为获取并执行存储在存储器204中的计算机可读指令。

[0029] 存储器204可以包括本领域已知的任何计算机可读介质,包括例如易失性存储器例如静态随机存取存储器(SRAM)和动态随机存取存储器(DRAM),和/或非易失性存储器例如只读存储器(ROM)、可擦除可编程ROM、闪存、硬盘、光盘和磁带。在一个实施方式中,存储器204包括多个模块220;和存储库240,用于存储通过模块220中的一个或多个和信号分析单元250处理、接收和生成的数据。模块220可以包括执行特定任务或实施特定抽象数据类型的例行程序、程序、对象、部件、数据结构等。

[0030] 存储器204还包括模块220和数据存储库240。模块220包括补充由信号分析系统200执行的应用程序或功能的程序或编码指令。其中,模块220可以包括执行特定任务或实施特定抽象数据类型的例行程序、程序、对象、部件和数据结构。模块220还可以用作基于操作指令操纵信号的信号处理机、状态机、逻辑电路和/或任何其它设备或部件。此外,模块220可以通过硬件、通过由处理单元执行的计算机可读指令或通过其组合来使用。模块220可以包括多个子模块(未示出)。模块220可以包括补充由信号分析系统200执行的应用程序或功能的计算机可读指令。

[0031] 数据存储库240可以包括接收的输入信号242、信号数据库244、小波数据库246和其它数据248。另外,其中其它数据248可以用作由于执行模块220和与信号分析单元250关联的模块中的一个或多个模块而处理、接收或生成的数据。存储库240还被配置为保持与存储在数据存储库240中的信号相关的先验信息以及多个信号参数。

[0032] 虽然数据存储库240示出为在信号分析系统200的内部,但应注意,在可替选实施方式中,数据存储库240也可实施为在信号分析系统200的外部,其中数据存储库240可以被存储在与信号分析系统200通信地联接的数据库(在图2中未示出)内。包含在这种外部数据库内的数据可以被周期性地更新。例如,可以将新数据添加到数据库(在图2中未示出)中和/或可以修改现有数据和/或可以从数据库(在图2中未示出)中删除无用数据。在示例中,数据可以被存储在外部系统,例如轻量级目录访问协议(LDAP)目录和关系数据库管理系统

(RDBMS)中。在另一个实施方式中，在数据存储库240中存储的数据可以分布在信号分析系统200和外部数据库之间。

[0033] 信号分析系统200的信号分析单元250可以被配置为接收一个或多个信号，其中一个或多个信号与至少一个信号参数关联。在本文中，一个或多个信号是指用于将数据从一个位置传送到另一个位置的电流或电磁场。该一个或多个信号可以与多个信号参数和多个先验信息关联。与一个或多个信号关联的多个信号参数包括电压、振幅、角频率、相位角等。与一个或多个信号关联的多个信号参数和多个先验信息被存储在信号数据库和小波数据库中。在一个实施方式中，关于一个或多个信号的先验信息可以包括与信号有关的信息。参照图4进一步解释创建信号数据库和小波数据库的方法。

[0034] 此外，信号分析系统200的信号分析单元250还可以被配置为基于优化的信号斩波窗口将一个或多个信号中的每个信号斩波为多个斩波信号单元。这里，通过利用与一个或多个信号关联的至少一个信号参数和可用于一个或多个信号的先验信息来获得优化的信号斩波窗口。这里，窗口大小集合被应用于一个或多个信号以生成多个信号单元。此外，可以选择窗口大小集合当中产生最大数量的信号单元的窗口大小作为优化的信号斩波窗口。

[0035] 此外，信号分析系统200的信号分析单元250可以被配置为将多个斩波信号单元中的每个斩波信号单元转换成波形。信号分析单元250还被配置为将与多个斩波信号单元对应的每个波形和与多个已知小波族关联的多个波形进行比较以确定用于缩放的理想窗口大小。这里，所述比较基于小波相似性比较算法，例如能量-熵比算法进行。此外，基于理想缩放窗口对与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形。

[0036] 信号分析系统200的信号分析单元250还被配置为通过将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为与缩放波形对应的图像来获得一个或多个图像单元。此外，通过将一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较来获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，从而基于深度架构机制获得比较评分集合。这里，深度架构机制包括多个深度架构。深度架构包括深度信念网络、卷积神经网络、卷积深度信念网络、大存储器存储与检索(LAMSTAR)神经网络，深度玻尔兹曼机、堆叠(去噪)自动编码器、深度堆叠网络、张量深度堆叠网络(T-DSN)、钉-板式(Spike-and-Slab)RBM(SSRBM)、复合分层深度模型、深度编码网络、多层核心机、深度Q网络和存储器网络变体。参照图5说明通过单独深度架构计算比较评分集合当中的比较评分的方法。

[0037] 现在参考图5，描述了根据本公开的一些实施方式的用于在单独深度架构中对母小波进行分类的流程图。在步骤512，从小波分析器306接收图像单元。在步骤514，通过深度网络1分析图像单元并获得评分。评分为：1)最佳窗口大小和2)针对识别已知小波族的特定集合的偏置。在步骤516，通过深度网络2对应于与小波族关联的偏置获得母小波集合。母小波集合具有最佳的窗口大小。在步骤518，获得多个级别的子小波集合，并且通过深度网络3识别与所接收的图像单元等效的小波族。这里，子小波的窗口大小可以在匹配母小波的理想窗口大小内。此外，在步骤522针对图像单元的所识别的小波族计算比较评分。

[0038] 信号分析系统200的信号分析单元250还被配置为基于使用多个深度架构与图像单元关联的比较评分集合来确定匹配小波族。这里，通过以下步骤来确定匹配小波族：(i)从多个深度架构接收与图像单元有关的比较评分集合；(ii)通过利用多数投票算法从关于图像单元的比较评分集合中获得多数投票和(iii)通过利用多数投票来标记一个或多个信

号当中的与具有匹配小波族的图像单元有关的信号。这里，具有高于预定阈值的多数投票的图像单元被标记为已知小波族，并且一个或多个信号当中的与具有低于预定阈值的多数投票的图像单元有关的信号被标记为未知小波族。

[0039] 图3描绘了根据本公开的一些实施方式的用于信号分析的系统和方法的架构图。输入信号302被接收并被输入到信号分析器304。在一个实施方式中，输入信号可以是原始信号。可以以在线模式或离线模式的至少一种来接收输入信号。另外，输入信号包括与输入信号302关联的至少一个信号参数和先验信息。信号分析器304基于优化的信号斩波窗口将输入信号302斩波为多个斩波信号单元。优化的信号斩波窗口通过利用与输入信号302关联的至少一个信号参数来确定。这里，与每个信号关联的至少一个信号参数和关于该信号的先验信息被存储在信号数据库316中。斩波信号单元被输入到小波分析器306。小波分析器306将多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换成波形。将该波形和与多个已知小波族关联的一个或多个波形进行比较以确定用于缩放的理想窗口大小。此外，对每个波形执行缩放以获得一个或多个缩放的波形。这里，使用优化的缩放窗口来执行缩放。此外，以自动方式将缩放的波形转换为相应的图像以获得图像单元。将图像单元同时输入到“N”个深度架构。每个深度架构计算给定图像单元的评分。例如，对于给定的图像单元，深度架构1 308可以对给定图像单元所属的小波族提供比较评分。类似地，深度架构2 310可以对给定图像单元所属的小波族提供比较评分。类似地，“N”个深度架构可以针对给定的图像单元提供相应的比较评分。将由深度架构308、310、312....314计算的各个比较评分作为输入给到评分投票器318。评分投票器318识别给定图像单元的多数投票。如果多数投票高于预定阈值，则确定模块320确定给定图像单元的小波族，并更新信号数据库316和小波数据库322。如果多数投票低于预定阈值，则确定模块320发送用于人决定的图像单元以识别新的小波族。例如，对于给定的图像单元，对于Coiflets小波族的来自深度架构1 308的比较评分是10，对于Symlets小波族的来自深度架构2 310的比较评分是8，而对于Coiflets小波族的来自深度架构3 312的比较评分是10，那么多数投票是针对Coiflets小波族。投票表明，给定的图像单元属于Coiflets小波族，因此图像单元所属的信号来自Coiflets小波族。此外，在小波数据库322中用给定图像单元标记该小波族，并且在信号数据库316中用该小波族标记该信号。

[0040] 小波数据库322和信号数据库316使用大数据集进行训练。在一个实施方式中，用户可以搜索万维网(WWW)并用相应的母小波类别标记该信号。这里，存储在数据库中的信号及其相关数据集的示例表示如下：

[0041] <信号数据集1><母小波2><母小波8>

[0042] <信号数据集2><母小波5>

[0043] .....

[0044] .....

[0045] <信号数据集“n”><母小波“n”>

[0046] 在另一个实施方式中，可以以自动方式构建小波数据库322和信号数据库316。图4示出了根据本公开的一些实施方式的用于用信号数据集创建小波数据库322和信号数据库316的流程图。在一个实施方式中，可以在步骤402下载在WWW上可用的多个数据集以获得下载的数据集的集合。此外，在步骤410对下载的数据集进行预处理以获得一个或多个预处理

的数据集。在步骤412，将小波变换应用于一个或多个预处理的数据集以使用与提取的小波关联的一个或多个参数来获得一个或多个组成用小波。这里，从信号数据库316取出与一个或多个预处理的数据集关联的一个或多个参数，并以自动方式将其转换为小波集合。在步骤414，针对组成用小波计算质量评分。在步骤416，基于预定的质量评分阈值，将组成用小波收录在小波数据库322中。例如，如果质量评分高于预定质量评分阈值，则将组成用小波收录在数据库中。通过利用与多个与系统200关联的性能历史记录关联的信息集合来获得质量评分阈值。此外，将具有高于预定质量评分的质量评分的组成用小波在信号数据库316中更新。在步骤418，如果质量评分低于预定质量评分阈值，则将组成用小波发送给人类专家以进一步验证。

[0047] 在另一个实施方式中，通过利用一个或多个小波关键字406来提取小波集合和与该组小波关联的参数，来通过利用web抓取工具408来搜索WWW中可用的多个文档。web抓取工具是用于以有规律和自动的方式浏览WWW的计算机程序或软件机器人。文档包括学术论文、学术文章、其它文档和图像。在步骤412，对小波集合应用小波变换以使用与小波集合关联的一个或多个参数来获得一个或多个组成用小波。这里，从小波数据库322中取出与小波集合关联的一个或多个参数并以自动方式将其转换成小波集合。在步骤414，针对组成用小波计算质量评分。在步骤416，基于预定的质量评分阈值，将组成用小波收录在小波数据库322中。例如，如果质量评分高于预定质量评分阈值，则将组成用小波收录在数据库中。通过利用与多个与系统200关联的性能历史记录关联的信息集合来获得质量评分阈值。此外，将具有高于预定质量评分的质量评分的组成用小波在信号数据库316中更新。步骤418，如果质量评分低于预定质量评分阈值，则将组成用小波发送给人类专家以进一步验证。

[0048] 图6图示了根据本公开的一些实施方式的用于信号分析的方法600的详细流程图。可以在计算机可执行指令的一般背景下描述方法600。通常，计算机可执行指令可以包括执行特定功能或实施特定抽象数据类型的例行程序、程序、对象、部件、数据结构、过程、模块、功能等。方法600还可以在分布式计算环境中实施，分布式计算环境由通过通信网络链接的远程处理设备执行功能。描述方法600的顺序不意图被解释为限制，而是可以以任何顺序组合任何数量的所描述的方法块来实施方法600或可替选方法。此外，可以用任何合适的硬件、软件、固件或其组合来实施方法600。

[0049] 在602，系统200通过一个或多个硬件处理器接收一个或多个信号，其中该一个或多个信号与至少一个信号参数关联。在604，系统200基于优化的信号斩波窗口，通过一个或多个硬件处理器将一个或多个信号当中的每个信号斩波成多个斩波信号单元。通过利用与一个或多个信号关联的至少一个信号参数和可用于一个或多个信号的先验信息来确定优化的信号斩波窗口。与每个信号关联的至少一个信号参数和可用于该一个或多个信号的先验信息被存储在存储库中。在606，系统200通过一个或多个硬件处理器将多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换成波形以用于比较。在608，系统200通过一个或多个硬件处理器将与多个斩波信号单元对应的每个波形与多个与多个已知小波族关联的多个波形进行比较，以确定理想缩放窗口的大小。在610，系统200通过一个或多个硬件处理器利用理想缩放窗口对与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形。在612，系统200通过一个或多个硬件处理器将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为与缩放波形对应的图像，以获得一个或多个图像单元。在614，系统200通过一个或多个

硬件处理器将一个或多个图像单元当中的每个图像单元与多个已知小波族进行比较以获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，从而基于深度架构机制获得比较评分集合。用于获得比较评分集合的深度架构机制同时使用多个深度架构分析每个图像单元以获得比较评分集合，其中比较评分集合当中的每个比较评分指示图像单元与已知小波族的匹配百分比。在616，系统200通过一个或多个硬件处理器基于比较评分集合来确定匹配小波族。这里，通过利用以下步骤来确定匹配小波族：(i)从多个深度架构接收与图像单元有关的比较评分集合，(ii)通过利用多数投票算法从与图像单元有关的比较评分集合中获得多数投票和(iii)基于多数投票，用多个已知小波族当中的匹配的小波族对一个或多个信号当中的与图像单元有关的信号进行标记。这里，基于多数投票与预定阈值之间的比较而将输入信号标记为已知小波族。此外，基于多数投票与预定阈值之间的比较而将输入信号标记为未知小波族。

[0050] 书面说明书描述了本文的主题以使得本领域的任何技术人员能够获得和使用这些实施方式。主题实施方式的范围由权利要求限定，并且可以包括本领域技术人员想到的其它修改。如果这些其它修改具有与权利要求的字面语言并无不同的相似要素，或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质区别的等同要素，则这些其它修改被确定为在权利要求的范围内。

[0051] 多个实施方式公开了用于信号分析的方法和系统，其能够通过以自动方式识别与信号关联的母小波来分析信号。这里，系统通过利用多个深度架构提供了优化的信号分析。通过消除传统信号分析方法的特征工程化部分，利用深度架构进一步提高了系统的效率。除了处理已知的小波变换之外，该系统还能够处理新的小波变换。此外，在本公开中，可以以自动方式创建小波数据库和信号数据库。

[0052] 然而，要理解的是，保护的范围扩展到这种程序并且此外扩展到其中具有消息的计算机可读装置；当程序在服务器或移动设备或任何合适的可编程设备上运行时，这种计算机可读存储装置包含用于实施方法的一个或多个步骤的程序代码装置。硬件设备可以是任何类型的可以被编程的设备，包括例如，任何类型的计算机，如服务器或个人计算机等，或其任何组合。该装置还可以包括可以是例如硬件装置(如专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA))的装置，或者硬件装置和软件装置的组合，例如，ASIC和FPGA，或者至少一个微处理器和至少一个其中存储有软件模块的存储器。因此，装置可以包括硬件装置和软件装置。这里描述的方法实施方式可以用硬件和软件来实现。设备还可以包括软件装置。或者，可以在不同的硬件设备上(例如，使用多个CPU)实现实施方式。

[0053] 这里的实施方式可以包括硬件元件和软件元件。以软件实现的实施方式包括但不限于固件、常驻软件、微码等。由本文描述的多个模块执行的功能可以在其它模块或其它模块的组合中实现。为了该说明书的目的，计算机可用或计算机可读介质可以是能够包括、存储、通信、传播或传输供指令执行系统、装置或设备使用或与其结合的程序的任何装置。

[0054] 阐述所示步骤以解释所示的示例性实施方式，而应当预料到，持续的技术发展将改变执行特定功能的方式。本文呈现这些示例是为了说明而不是限制。此外，为了便于描述，在本文中已任意定义功能构建块的界限。可以定义可替选界限，只要适当地执行指定的功能及其关系即可。基于本文包含的教导，可替选方案(包括本文描述的那些的等同方案、扩展方案、变型方案、偏差方案等)对于相关领域的技术人员可以显而易见。这些可替选方

案落入所公开实施方式的范围和精神内。此外，词语“包括”、“具有”和“包含”以及其它类似形式旨在意义上等同并且是开放性的，因为这些词语中的任何一个之后的项并非意味着该项的详尽列表或者意味着仅限于列出的项。还必须注意的是，除非上下文另外明确指出，否则如本文和所附权利要求中所使用的，单数形式“一”、“一个”和“所述”包括复数形式。

[0055] 此外，可以在实现与本公开一致的实施方式时利用一个或多个计算机可读存储介质。计算机可读存储介质是指可以存储处理器可读的信息或数据的任何类型的物理存储器。因此，计算机可读存储介质可以存储用于由一个或多个处理器执行的指令，包括用于使处理器执行与本文描述的实施方式一致的步骤或阶段的指令。术语“计算机可读介质”应该被理解为包括有形项并不包括载波和瞬态信号，即为非瞬态的。示例包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、易失性存储器、非易失性存储器、硬盘驱动器、CD ROM、DVD、闪存驱动器、盘以及任何其它已知的物理存储介质。

[0056] 意图上，本公开和示例应仅被认为是示例性的，其中所公开的实施方式的真实范围和精神由所附权利要求表明。

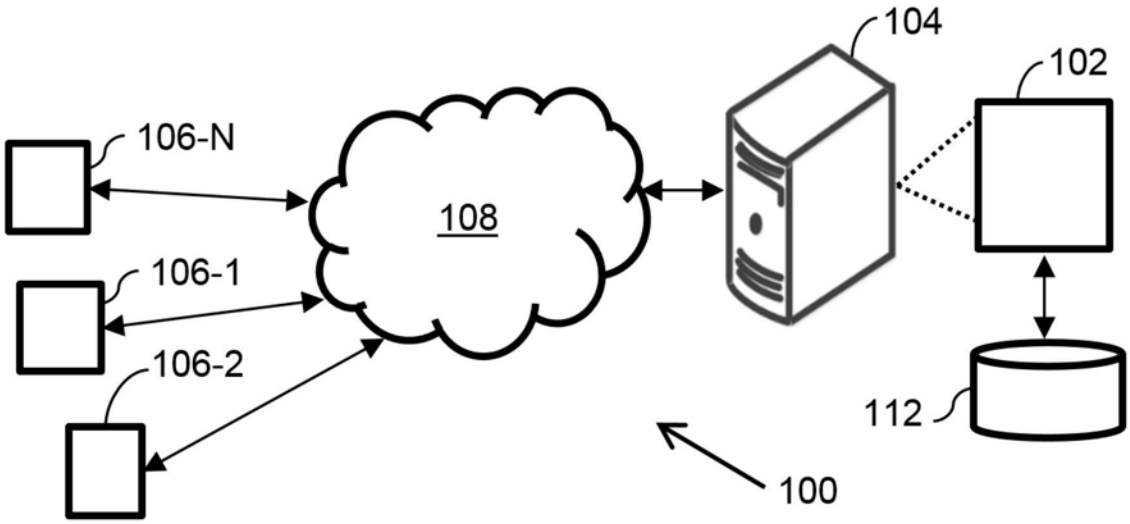

104
102
106-N
108
106-1
106-2
112
100

图1

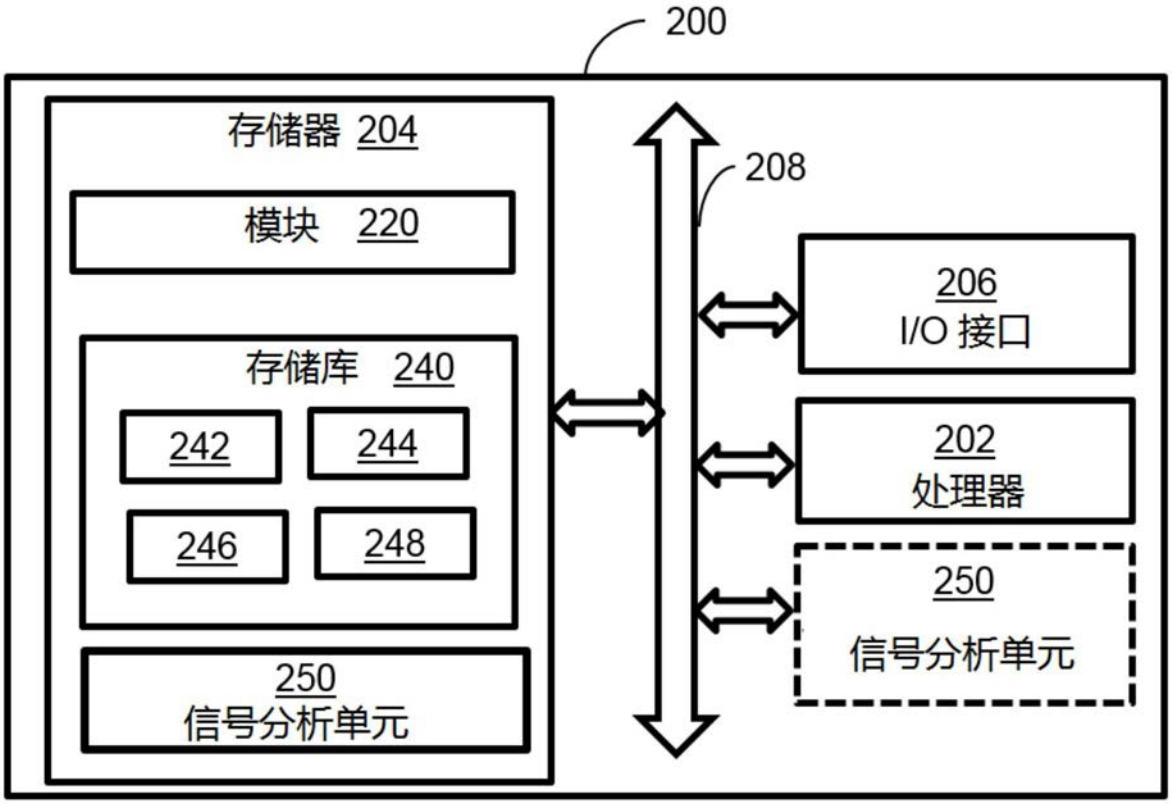

200
存储器 204
模块 220
存储库 240
242
244
246
248
250
信号分析单元
208
206
I/O 接口
202
处理器
250
信号分析单元

图2

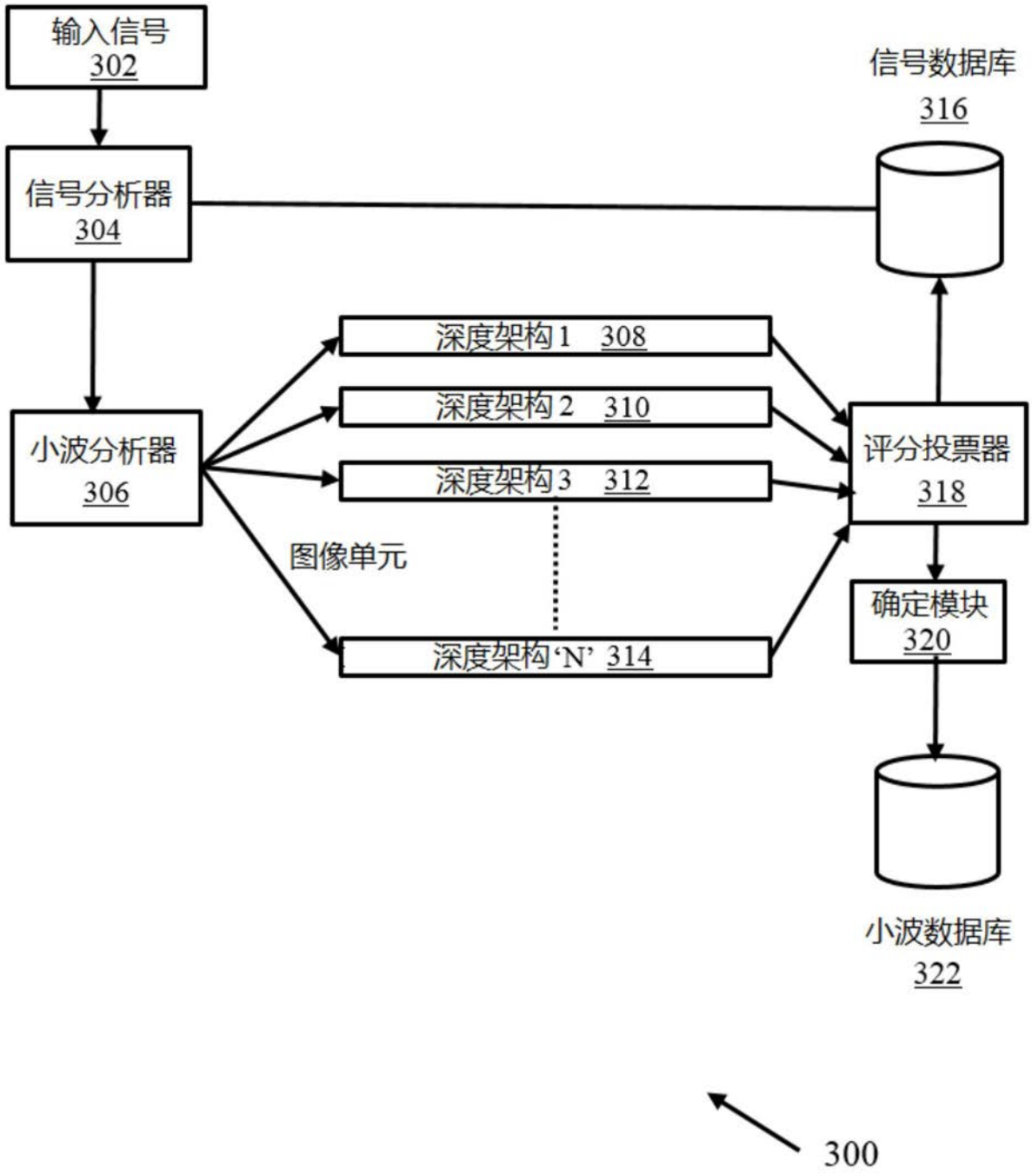

输入信号
302
信号分析器
304
小波分析器
306
信号数据库
316
深度架构1 308
深度架构2 310
深度架构3 312
图像单元
深度架构'N' 314
评分投票器
318
确定模块
320
小波数据库
322
300

图3

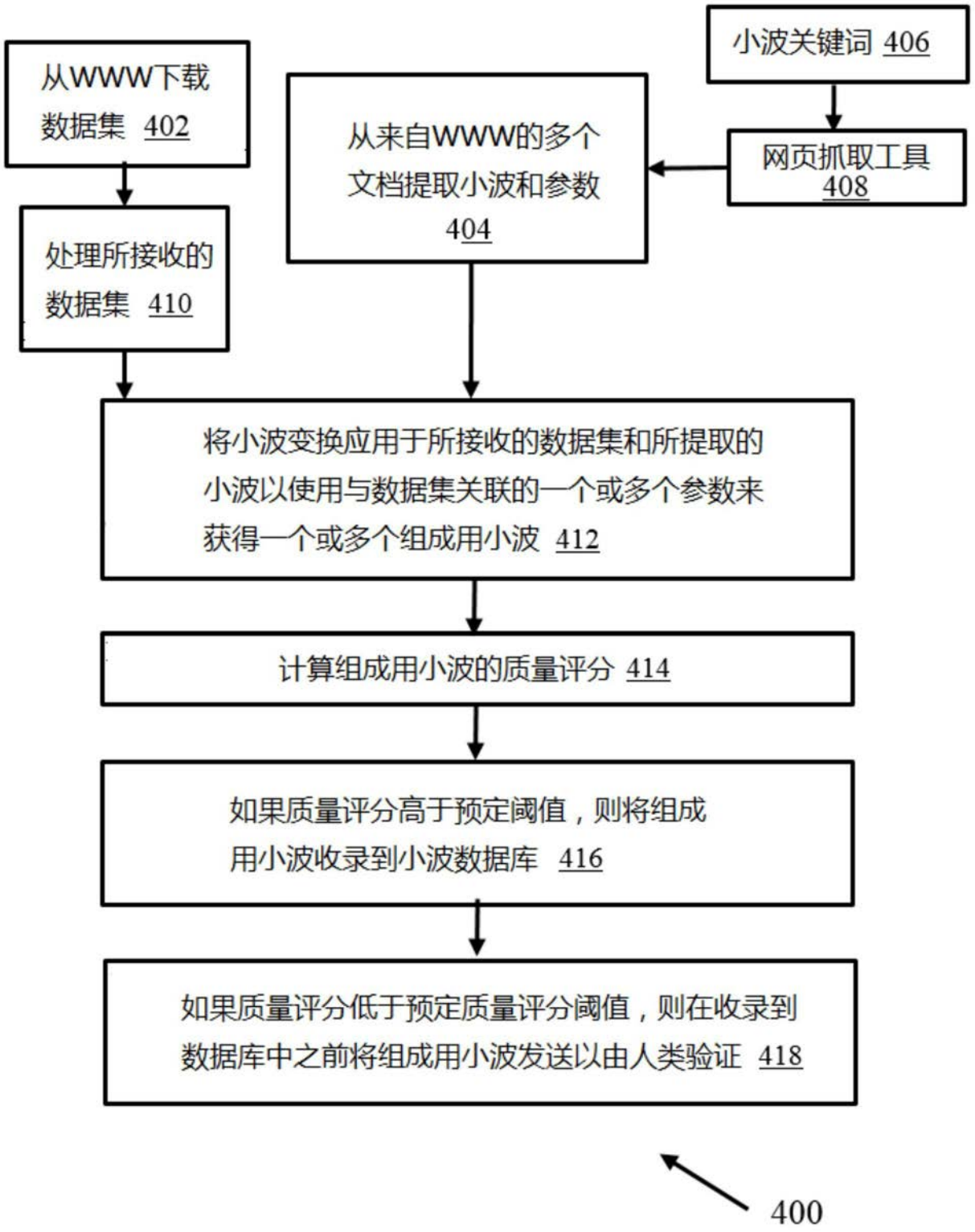

小波关键词 406
从WWW下载数据集 402
网页抓取工具 408
从来自WWW的多个文档提取小波和参数 404
处理所接收的数据集 410
将小波变换应用于所接收的数据集和所提取的小波以使用与数据集关联的一个或多个参数来获得一个或多个组成用小波 412
计算组成用小波的质量评分 414
如果质量评分高于预定阈值，则将组成用小波收录到小波数据库 416
如果质量评分低于预定质量评分阈值，则在收录到数据库中之前将组成用小波发送以由人类验证 418
400

图4

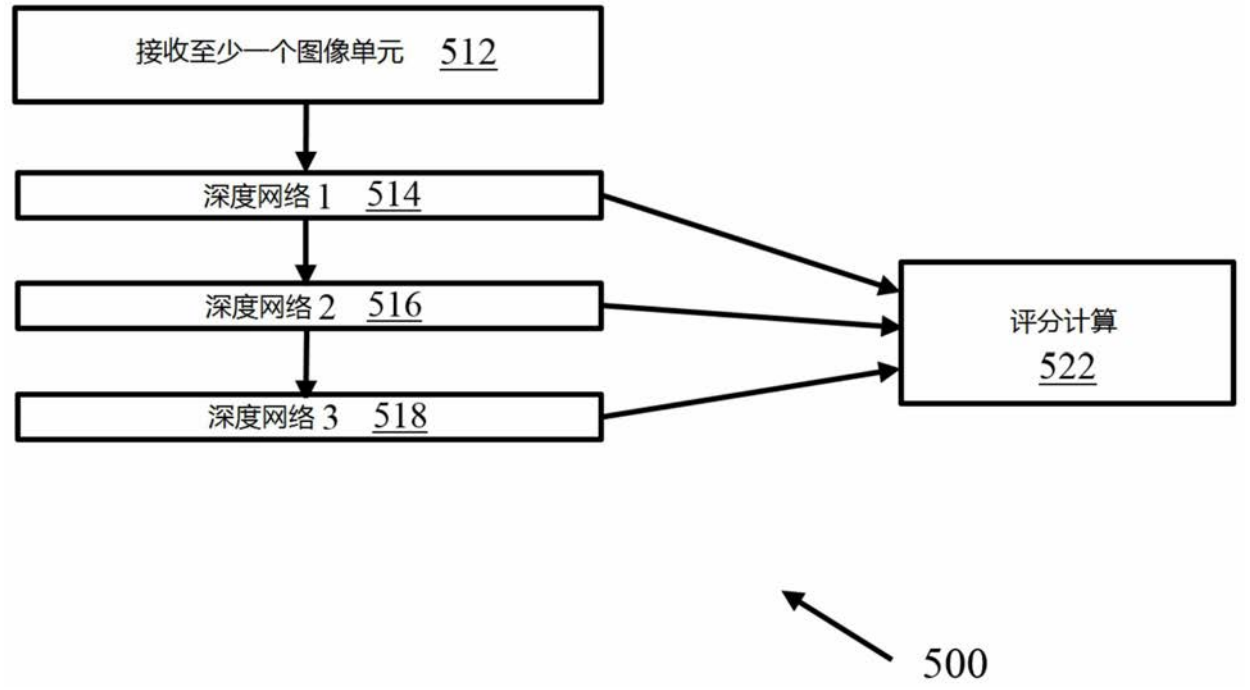


图5

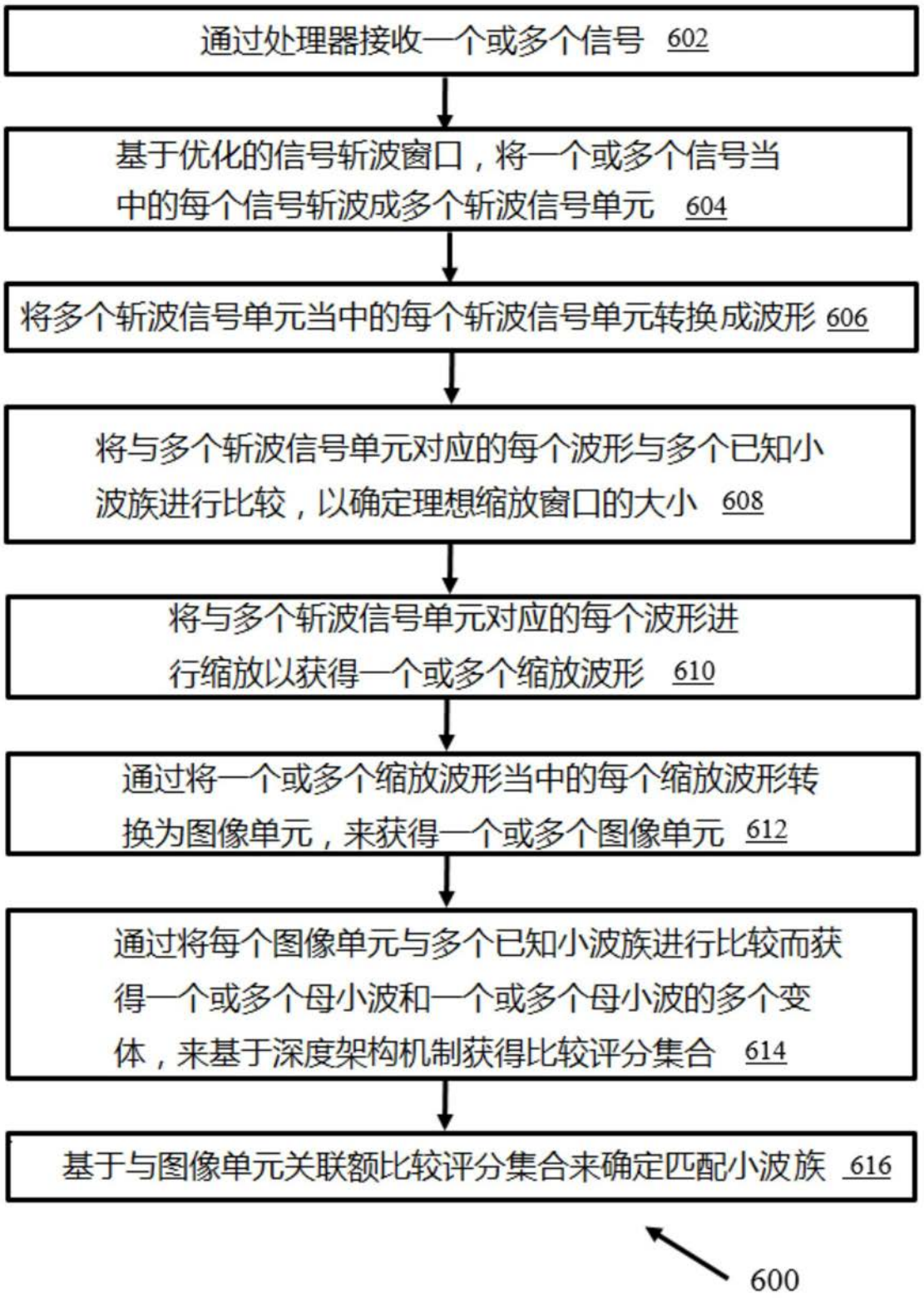

通过处理器接收一个或多个信号 602
基于优化的信号斩波窗口，将一个或多个信号当中的每个信号斩波成多个斩波信号单元 604
将多个斩波信号单元当中的每个斩波信号单元转换成波形 606
将与多个斩波信号单元对应的每个波形与多个已知小波族进行比较，以确定理想缩放窗口的大小 608
将与多个斩波信号单元对应的每个波形进行缩放以获得一个或多个缩放波形 610
通过将一个或多个缩放波形当中的每个缩放波形转换为图像单元，来获得一个或多个图像单元 612
通过将每个图像单元与多个已知小波族进行比较而获得一个或多个母小波和一个或多个母小波的多个变体，来基于深度架构机制获得比较评分集合 614
基于与图像单元关联额比较评分集合来确定匹配小波族 616
600

图6