

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 9 月 21 日 (21.09.2023)



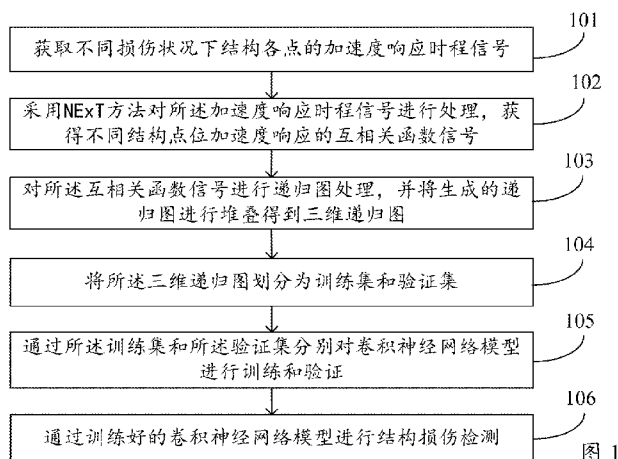
(10) 国际公布号
WO 2023/173531 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2022.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/088073
- (22) 国际申请日: 2022 年 4 月 21 日 (21.04.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210257028.8 2022年3月16日 (16.03.2022) CN
- (71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。
- (72) 发明人: 段元锋(DUAN, Yuanfeng); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 诸铸(ZHU, Qi); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 章红梅(ZHANG, Hongmei); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

- (74) 代理人: 北京高沃律师事务所(BEIJING GAOWO LAW FIRM); 中国北京市海淀区彩和坊路 11 号 6 层 602 室, Beijing 100080 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL,

(54) Title: NEXT-RECURRENCE PLOT-BASED STRUCTURAL DAMAGE DETECTION METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种基于NExT-递归图的结构损伤检测方法及系统



- 101 Obtain acceleration response time-history signals of structural points under different damage conditions
- 102 Process the acceleration response time-history signals by using a NExT method, to obtain cross-correlation function signals of acceleration responses of different structural points
- 103 Perform recurrence plot processing on the cross-correlation function signals, and stack generated recurrence plots to obtain a three-dimensional recurrence plot
- 104 Divide the three-dimensional recurrence plot into a training set and a verification set
- 105 Respectively train and verify a convolutional neural network model by means of the training set and the verification set
- 106 Perform structural damage detection by means of the trained convolutional neural network model

图 1

(57) Abstract: Disclosed are a NExT-recurrence plot-based structural damage detection method and system. The method comprises: obtaining acceleration response time-history signals of structural points under different damage conditions; processing the acceleration response time-history signals by using a NExT method, to obtain cross-correlation function signals of acceleration responses of different structural points; performing recurrence plot processing on the cross-correlation function signals, and stacking generated recurrence plots to obtain a three-dimensional recurrence plot; dividing the three-dimensional recurrence plot into a training set and a verification set; respectively training and verifying a convolutional neural network model by means of the training set and the verification set; and performing structural damage detection by means of the trained convolutional neural network model. According to the present invention, structural damage can be effectively detected, and detection accuracy and robustness are improved to the maximum extent.

PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种基于NExT-递归图的结构损伤检测方法及系统。该方法包括: 获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号; 采用NExT方法对所述加速度响应时程信号进行处理, 获得不同结构点位加速度响应的互相关函数信号; 对所述互相关函数信号进行递归图处理, 并将生成的递归图进行堆叠得到三维递归图; 将所述三维递归图划分为训练集和验证集; 通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训练和验证; 通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。本发明能够有效对结构的损伤进行检测, 最大限度提高检测的准确性和鲁棒性。

一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法及系统

本申请要求于 2022 年 3 月 16 日提交中国专利局、申请号为 202210257028.8、发明名称为“一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法
5 及系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及结构损伤检测技术领域，特别是涉及一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法及系统。

背景技术

10 传统的基于结构动力特性的损伤识别算法通常需要对结构损伤和结构动力的特性关系进行复杂的公式推导，对于不同的结构，动力特性与损伤的关系各不相同。对于复杂结构来说，相关的理论推导会大大提高该方法的使用门槛，并且结构的损伤往往同时影响其基频、模态以及模态曲率等，因此单一地根据某些动力特性进行损伤识别很难得到较好的准确度，
15 且这些特性在提取过程中往往会受到干扰导致失真，损伤识别结果精确度有待提高。

在传统的损失识别算法的基础上，采用较为原始的加速度响应时程数据能更好地避免信息的丢失，但是时程数据对于动力特性的展现不太直接，也有缺陷。直接使用加速度响应所生成的递归图样本进行卷积神经网络的
20 损伤检测，所生成的递归图样本具有非一致性的特点，即在相同的损伤状态下，所生成的递归图也有很大的差别，因此，损伤识别结果精度不高。

发明内容

本发明的目的是提供一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法
及系统，有效对结构的损伤进行检测，最大限度提高检测的准确
性和鲁棒性。

为实现上述目的，本发明提供了如下方案：

5 一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法，包括：

获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号；

采用 NExT 方法对所述加速度响应时程信号进行处理，获得不
同结构点位加速度响应的互相关函数信号；

10 对所述互相关函数信号进行递归图处理，并将生成的递归图进
行堆叠得到三维递归图；

将所述三维递归图划分为训练集和验证集；

通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训
练和验证；

通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

15 可选地，获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号，
具体包括：

搭建结构的数值模型；

采用 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载；

基于所述风荷载计算抖振风力；

20 通过刚度折减模拟结构的不同损伤状况；

将所述抖振风力加载到不同损伤状况下的所述数值模型上，得
到不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

可选地，在对所述互相关函数信号进行递归图处理之前，还包括：

对所述互相关函数信号进行归一化处理。

可选地，当验证集中代价函数的误差计算值小于设定目标时，

5 确定所述卷积神经网络模型训练完成。

可选地，还包括：

生成与所述训练集和所述验证集不同平均风速、不同损伤状况以及在加速度响应中添加不同信噪比的白噪声的三维递归图，构建测试集；

10 通过所述测试集对训练好的卷积神经网络模型的鲁棒性进行测试。

本发明还提供了一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测系统，包括：

15 加速度响应时程信号获取模块，用于获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号；

互相关函数信号获取模块，用于采用 NExT 方法对所述加速度响应时程信号进行处理，获得不同结构点位加速度响应的互相关函数信号；

20 三维递归图确定模块，用于对所述互相关函数信号进行递归图处理，并将生成的递归图进行堆叠得到三维递归图；

划分模块，用于将所述三维递归图划分为训练集和验证集；

训练和验证模块，用于通过所述训练集和所述验证集分别对卷

积神经网络模型进行训练和验证；

结构损伤检测模块，用于通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

可选地，加速度响应时程信号获取模块具体包括：

5 数值模型搭建单元，用于搭建结构的数值模型；

风荷载产生单元，用于采用 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载；

抖振风力计算单元，用于基于所述风荷载计算抖振风力；

不同损伤状况模拟单元，用于通过刚度折减模拟结构的不同损伤状况；

加速度响应时程信号获取单元，用于将所述抖振风力加载到不同损伤状况下的所述数值模型上，得到不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：

15 本发明利用 NExT-递归图的数据处理方法生成不同损伤状况下的卷积神经网络训练样本，能有效实现对不同风荷载下的结构损伤检测，并且对信号中存在的白噪声具有较高鲁棒性。并且卷积神经网络相对于传统的机器学习算法，其对二维及以上的高维数据的特征提取具有先天优势，能有效提高其在结构损伤识别上的训练效率和泛化能力，具备较好的精度及较低的训练成本。

说明书附图

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对

实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法的流程图;
5 图;

图 2 为卷积神经网络结构图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没
10 有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

本发明的目的是提供一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法
系统,有效对结构的损伤进行检测,最大限度提高检测的准确性和鲁棒性。

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。
15

如图 1 所示,本发明提供的基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法,包括以下步骤:

步骤 101: 获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

步骤 102: 采用 NExT 方法对所述加速度响应时程信号进行处理,获得不同结构点位加速度响应的互相关函数信号。
20

步骤 103: 对所述互相关函数信号进行递归图处理,并将生成的递归

图进行堆叠得到三维递归图。

步骤 104: 将所述三维递归图划分为训练集和验证集。

步骤 105: 通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训练和验证。

5 步骤 106: 通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

其中, 步骤 101 具体包括:

搭建结构的数值模型, 用来模拟特定损伤下结构在风荷载下的动力响应; 因考虑到社会安全以及成本, 真实的结构无法人为地引入多种损伤工
况, 因此需要在结构的数值模型上引入损伤, 然后在数值结构上施加模拟
10 的风荷载。

根据 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载, 计算结构上不同位置的脉动风速, 计算出结构上各质点的抖振风力。由于静风力不产生加速度, 则不用考虑; 并且由于实际结构所受到的平均风速是随机的, 因此对于用于训练的样本, 生成时采用的平均风速与用于测试时采用的不相同。

15 考虑实际结构在出现损伤时, 通常会引起刚度的折减, 因此在本实例中通过刚度折减对结构的不同损伤状况进行模拟, 不同损伤状况包括不同的刚度折减率以及不同的损伤位置, 包括单处损伤以及多处损伤; 然后使用抖振风力对不同损伤状况下的数值结构模型进行加载, 得到不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

20 其中, 步骤 102-103 具体包括:

自然激励技术所采用的互相关函数计算公式为:

$$R_{AB}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} S_{AB}(k) \exp \left[j \frac{2\pi kn}{N} \right], \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

其中 $S_{AB}(k)$ 为离散的交叉谱密度函数, k 为离散的频率, $R_{AB}(n)$ 为离散时间 n 处的互相关函数。如针对自由度为 N 的结构, 利用 NExT 技术所产生的互相关函数结果为 $R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, \dots, R_{1N}$ 。

在生成递归图前, 需要对 NExT 处理后的信号有效段进行归一化处理:

$$\hat{R} = \frac{R - \min(R)}{\max(R) - \min(R)}$$

其中 R 为信号有效段, $\hat{R}$ 为归一化后的信号, 对归一化后的信号分别进行递归图处理, 则可以得到 N 种对应的递归图 (尺寸为 $M \times M$, M 为信号有效段对应点数), 将 N 张递归图进行堆叠即可得到三维 ($M \times M \times N$) 递归图。

其中步骤 104-105 具体包括:

将所述三维递归图中的 70% 作为训练集, 剩余 30% 作为验证集进行验证。

本实例所建立的卷积神经网络架构如图 2 所示, 卷积神经网络的搭建由卷积层、池化层和全连接层组成, 首先使用卷积层对矩阵信息进行特征提取, 之后用池化层降低数据维度并降低过拟合现象发生, 之后再使用与传统神经网络类似的全连接层, 将提取出来的特征映射到目标空间中。

卷积神经网络最后一层选择均方差函数作为代价函数, 来计算预测损伤与实际损伤之间的误差, 公式为 $L_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (f_{ij} - y_{ij})^2$; 其中 f_{ij} 代表第 i 个样本对应的标签上的第 j 个数值, y_{ij} 代表卷积神经网络在第 i 个样本的损伤预测向量上的第 j 个数值。

卷积层采用 ReLU 激活函数, 公式为 $y = \begin{cases} \alpha x & x < 0 \\ x & x \geq 0 \end{cases}$; 其中, α 为一个接

近 0 的正数, 通过反向传播计算代价函数在各个训练参数上的梯度, 采用小批量随机梯度下降算法对各参数进行更新。

利用上述步骤产生的训练集和训练方式对卷积神经网络进行训练, 直至对验证集中代价函数的误差计算值小于设定目标, 对各点损伤程度的预测精度达到要求。

按照上述步骤生成与训练集和验证集不同平均风速、不同损伤状况、在加速度响应中添加不同信噪比的白噪声的递归图测试样本集, 对训练得到的卷积神经网络进行鲁棒性测试。

本发明用于对土木工程领域的结构进行无损损伤识别, 提出了对结构上多点的加速度响应进行预先进行 NExT 处理的方法获得类自由衰减信号, 用于递归图的生成, 使得相同损伤下的递归图具有显著的类似特征, 同时采用卷积神经网络进行特征提取。NExT 处理能从原始结构信号中获取到类似的结构信号, 递归图能够有效表征相空间轨迹随时间的发展变化趋势和规律, 而卷积神经网络相对于传统的机器学习算法, 其对二维及以上的高维数据的特征提取具有先天优势, 能有效提高其在结构损伤识别上的训练效率和泛化能力, 具备较好的精度及较低的训练成本。

本发明还提供了一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测系统, 包括:

加速度响应时程信号获取模块, 用于获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

互相关函数信号获取模块, 用于采用 NExT 方法对所述加速度响应时程信号进行处理, 获得不同结构点位加速度响应的互相关函数信号。

三维递归图确定模块,用于对所述互相关函数信号进行递归图处理,并将生成的递归图进行堆叠得到三维递归图。

划分模块,用于将所述三维递归图划分为训练集和验证集。

训练和验证模块,用于通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训练和验证。

结构损伤检测模块,用于通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

其中,加速度响应时程信号获取模块具体包括:

数值模型搭建单元,用于搭建结构的数值模型。

风荷载产生单元,用于采用 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载。

抖振风力计算单元,用于基于所述风荷载计算抖振风力。

不同损伤状况模拟单元,用于通过刚度折减模拟结构的不同损伤状况。

加速度响应时程信号获取单元,用于将所述抖振风力加载到不同损伤状况下的所述数值模型上,得到不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围

上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1、一种基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法，其特征在于，包括：

获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号；

采用 NExT 方法对所述加速度响应时程信号进行处理，获得不同结构
点位加速度响应的互相关函数信号；

5 对所述互相关函数信号进行递归图处理，并将生成的递归图进行堆叠
得到三维递归图；

将所述三维递归图划分为训练集和验证集；

通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训练和
验证；

10 通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

2、根据权利要求 1 所述的基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法，
其特征在于，获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号，具体
包括：

搭建结构的数值模型；

15 采用 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载；

基于所述风荷载计算抖振风力；

通过刚度折减模拟结构的不同损伤状况；

将所述抖振风力加载到不同损伤状况下的所述数值模型上，得到不同
损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

20 3、根据权利要求 1 所述的基于 NExT-递归图的结构损伤检测方法，
其特征在于，在对所述互相关函数信号进行递归图处理之前，还包括：

对所述互相关函数信号进行归一化处理。

4、根据权利要求1所述的基于NExT-递归图的结构损伤检测方法，其特征在于，当验证集中代价函数的误差计算值小于设定目标时，确定所述卷积神经网络模型训练完成。

5 5、根据权利要求1所述的基于NExT-递归图的结构损伤检测方法，其特征在于，还包括：

生成与所述训练集和所述验证集不同平均风速、不同损伤状况以及在加速度响应中添加不同信噪比的白噪声的三维递归图，构建测试集；

通过所述测试集对训练好的卷积神经网络模型的鲁棒性进行测试。

6、一种基于NExT-递归图的结构损伤检测系统，其特征在于，包括：
10 加速度响应时程信号获取模块，用于获取不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号；

互相关函数信号获取模块，用于采用NExT方法对所述加速度响应时程信号进行处理，获得不同结构点位加速度响应的互相关函数信号；

15 三维递归图确定模块，用于对所述互相关函数信号进行递归图处理，并将生成的递归图进行堆叠得到三维递归图；

划分模块，用于将所述三维递归图划分为训练集和验证集；

训练和验证模块，用于通过所述训练集和所述验证集分别对卷积神经网络模型进行训练和验证；

20 结构损伤检测模块，用于通过训练好的卷积神经网络模型进行结构损伤检测。

7、根据权利要求6所述的基于NExT-递归图的结构损伤检测系统，其特征在于，加速度响应时程信号获取模块具体包括：

数值模型搭建单元, 用于搭建结构的数值模型;

风荷载产生单元, 用于采用 Kaimal 谱生成的随机风场产生风荷载;

抖振风力计算单元, 用于基于所述风荷载计算抖振风力;

不同损伤状况模拟单元, 用于通过刚度折减模拟结构的不同损伤状况;

- 5 加速度响应时程信号获取单元, 用于将所述抖振风力加载到不同损伤状况下的所述数值模型上, 得到不同损伤状况下结构各点的加速度响应时程信号。

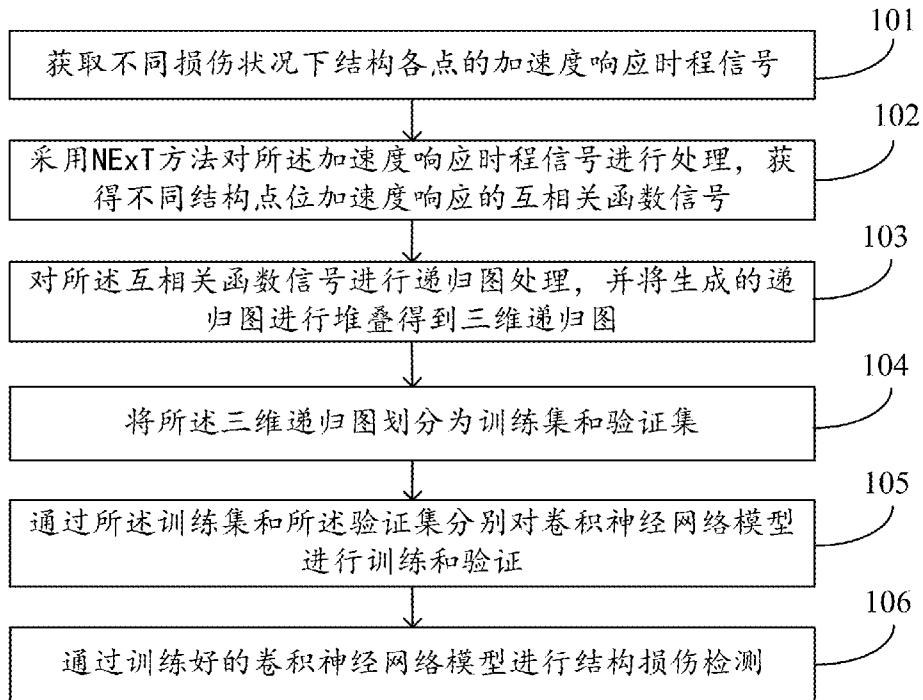


图 1

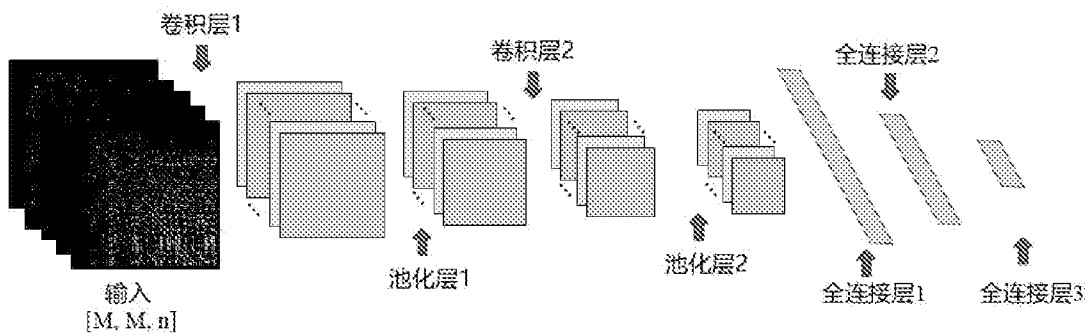


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/088073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2022.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K, G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 结构损伤, 检测, 加速度, 时程, 响应, 互相关, 自激励, 递归图, 神经网络, 卷积, 三维, 验证, 训练, structural damage, detection, acceleration, time course, response, cross-correlation, self-motivated, NExT, recursive graph, neural network, convolution, three-dimensional, verify, train

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112001110 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 27 November 2020 (2020-11-27) description, paragraphs 7-54	1-7
A	CN 108318129 A (SHIJIAZHANG TIEDAO UNIVERSITY) 24 July 2018 (2018-07-24) entire document	1-7
A	CN 101706355 A (FUZHOU UNIVERSITY) 12 May 2010 (2010-05-12) entire document	1-7
A	CN 114021403 A (SHANDONG UNIVERSITY) 08 February 2022 (2022-02-08) entire document	1-7
A	US 2019017911 A1 (QATAR UNIVERSITY) 17 January 2019 (2019-01-17) entire document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 November 2022

Date of mailing of the international search report

25 November 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/088073

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112001110	A	27 November 2020	None	
CN	108318129	A	24 July 2018	None	
CN	101706355	A	12 May 2010	None	
CN	114021403	A	08 February 2022	None	
US	2019017911	A1	17 January 2019	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/088073

A. 主题的分类 G06K 9/00 (2022.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06K, G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 结构损伤, 检测, 加速度, 时程, 响应, 互相关, 自激励, 递归图, 神经网络, 卷积, 三维, 验证, 训练, structural damage, detection, acceleration, time course, response, cross-correlation, self-motivated, NExT, recursive graph, neural network, convolution, three-dimensional, verify, train				
C. 相关文件				
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求		
A	CN 112001110 A (浙江大学) 2020年11月27日 (2020 - 11 - 27) 说明书第7-54段	1-7		
A	CN 108318129 A (石家庄铁道大学) 2018年7月24日 (2018 - 07 - 24) 全文	1-7		
A	CN 101706355 A (福州大学) 2010年5月12日 (2010 - 05 - 12) 全文	1-7		
A	CN 114021403 A (山东大学) 2022年2月8日 (2022 - 02 - 08) 全文	1-7		
A	US 2019017911 A1 (QATAR UNIVERSITY) 2019年1月17日 (2019 - 01 - 17) 全文	1-7		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。				
<table><tr><td>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td><td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</td></tr></table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件			
国际检索实际完成的日期 2022年11月17日		国际检索报告邮寄日期 2022年11月25日		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 姜玲玲 电话号码 86-(10)-53961421		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/088073

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112001110	A	2020年11月27日	无	
CN	108318129	A	2018年7月24日	无	
CN	101706355	A	2010年5月12日	无	
CN	114021403	A	2022年2月8日	无	
US	2019017911	A1	2019年1月17日	无	