



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111238552 B

(45) 授权公告日 2021.06.22

(21) 申请号 202010122081.8

CN 110057387 A, 2019.07.26

(22) 申请日 2020.02.27

CN 110686166 A, 2020.01.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110823356 A, 2020.02.21

申请公布号 CN 111238552 A

US 2017184426 A1, 2017.06.29

(43) 申请公布日 2020.06.05

GB 201113381 D0, 2011.09.21

(73) 专利权人 南昌航空大学

CN 110146116 A, 2019.08.20

地址 330000 江西省南昌市丰和南大道696号

孙成斌. 基于随机神经网络的光纤振动信号识别算法研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库电子期刊》.2019, B019-1205.

(72) 发明人 万生鹏 张思军 熊新中 吴津屹 孙继周 刘彬 刘娟 史久林 吴强 何兴道

杨艳. 基于神经网络的光纤传感损伤定位的研究.《武汉理工大学学报信息与管理工程版》.2006, 第28卷(第11期), 5-8.

(74) 专利代理机构 南昌洪达专利事务所 36111 代理人 黄文亮

X.N.Liu等. Intelligent detection technology for leakage bag of baghouse based on distributed optical fiber sensor.《optical fiber technology》.2019, 1-9.

(51) Int. Cl.

G01D 5/353 (2006.01)

审查员 孙兆兵

(56) 对比文件

CN 105277272 A, 2016.01.27

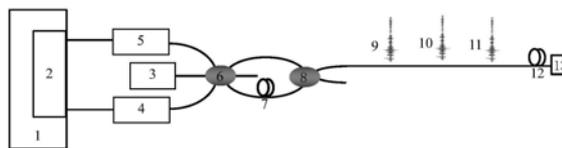
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法,从位相差公式出发,基于仿真得到不同扰动情况下的陷波频谱,并以此建立多维输入向量。以扰动数量和扰动位置建立实际标签向量作为正确输出向量,在此基础上经过训练建立深度学习神经网络的学习模型。本发明优点:可以解决多点扰动下Sagnac分布式光纤传感的定位难题。



1. 一种基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤,

(1)、获取已知扰动位置和扰动信号作用下的陷波频谱;

(2)、忽略陷波频谱的幅度,将陷波频谱转化为一维向量,其中陷波点处的频率记为1,否则记为0;则由不同的扰动数量和位置时的陷波频谱可建立多维输入向量,并按一定的比例分为训练集和测试集;

(3)、将已知的扰动数量和扰动位置建立实际标签向量作为正确输出向量;

(4)、将多维的输入向量通过深度学习神经网络进行训练,得到训练输出向量;

(5)、计算正确输出向量和训练输出向量之差,当其值大于某一设定值时,根据随机梯度下降算法修正权重,并回到第(4)步,直到正确输出向量和训练输出向量之差小于某一设定值,训练结束;

(6)、将实际测到的陷波频谱转化为一维向量后输入到已经训练好的深度学习神经网络中,则可得到扰动数量和扰动位置。

基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及定位技术领域,具体涉及一种基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法。

背景技术

[0002] Sagnac分布式光纤传感系统具有低成本和广阔的应用前景,可用于管道泄漏及入侵的监测、可用于周界安防的监测、可用于地铁隧道的健康监测、可用于海洋声信号的监测,对保障人民的生命、财产安全具有重要的意义。

[0003] 在Sagnac分布式光纤传感系统中,最常用的定位方法是基于陷波频率的方案。对于多扰动的情况,每一个陷波频率都与所有的扰动点的位置和强度有关,这时,无法建立起陷波频率的数学公式。因此,无法根据某一数学公式由陷波频率计算出扰动位置。

[0004] 深度学习神经网络建立模型的核心思想是在不容易建立公式和规则的情况下,使用训练的数据、并通过合适的算法构建出一个模型。因此深度学习神经网络正好可以用于Sagnac分布式光纤传感中多扰动信号的定位问题。本专利就是基于深度学习神经网络解决这些情况下扰动信号的定位问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的问题是:提供一种基于深度学习的分布式光纤传感系统扰动定位方法,以解决多个位置点同时出现扰动时的定位失效问题。

[0006] 本发明为解决上述问题所提供的技术方案为:基于Sagnac分布式光纤传感系统的原理,从位相差公式出发,基于仿真得到不同扰动情况下的陷波频谱,并以此建立多维输入向量,以不同扰动的情况(扰动数量和扰动位置)建立正确输出向量,在此基础上经过训练建立深度学习神经网络的学习模型。具体步骤如下:

[0007] (1) 根据Sagnac分布式光纤传感中的位相差公式,获取已知多扰动信号作用下的陷波频谱;

[0008] Sagnac分布式光纤传感中的位相差公式为:

$$[0009] \quad \Delta\theta = 4A \sum_{L_{sj}} \sum_{\omega_{ji}} B_{ji} \cos\left(\omega_{ji} \frac{nL_{sj}}{c}\right) \sin\left(\frac{\omega_{ji} nL_d}{2c}\right) \cdot \cos\frac{\omega_{ji}}{4}(4t - 2\tau_t)$$

[0010] A表示扰动信号与光纤作用的强弱, L_{sj} 是第j个扰动的位置, ω_{ji} 是第j个扰动的第i个频率, B_{ji} 是第j个扰动的第i个频率处的幅度,n是光纤的折射率,c是光的传播速率, L_d 是Sagnac分布式光纤传感系统中非平衡马赫曾德尔干涉仪中两个臂的长度差, τ_t 是光沿Sagnac分布式光纤传感系统从入射到返回所用的时间。由位相差函数,用matlab可以得到位相差的陷波频谱。

[0011] (2) 忽略陷波频谱的幅度,将陷波频谱转化为一维向量,其中陷波点处的频率记为1,否则记为0。则由不同的扰动数量和位置时的陷波频谱可建立多维输入向量 $X_{M,N}$;

[0012] (3) 以扰动数量和扰动位置建立实际标签向量作为正确输出向量 $D_{M,K}$;

[0013] (4) 将多维的输入向量通过深度学习神经网络进行训练。

[0014] (5) 计算正确输出向量 $D_{M,K}$ 和每一次的训练输出向量 $Y_{M,K}$ 的误差,如果误差大于某一设定值,根据随机梯度下降等算法修正权重,回到第(4)步重新训练,直到误差小于某一设定值,停止训练,至此,深度学习神经网络模型已经建好。

[0015] (6) 将实际环境中测到的陷波频谱转化为一维向量后输入到已经训练好的深度学习神经网络中,得到正确的输出向量,至此可得到扰动数量和扰动位置。

[0016] 与现有技术相比,本发明的优点是:本发明可以解决无法建立起数学模型的多扰动定位问题。

附图说明

[0017] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0018] 图1是实施例所采用的系统结构图;图1中:1为计算机;2为双通道数据采集卡;3为光源;4为光电探测器1;5为光电探测器2;6为 3×3 耦合器;7为第1光纤延迟线;8为3dB耦合器;9为第1扰动信号;10为第2扰动信号;11为第3扰动信号;12为第2光纤延迟线;13为法拉第反射镜。

[0019] 图2是一种特殊扰动情形,即三个相同的扰动同时作用在50km、40km、和20km位置上时的陷波频谱。

[0020] 图3是深度学习神经网络模型。

具体实施方式

[0021] 实施例

[0022] (1) 根据Sagnac分布式光纤传感中的位相差公式,获取已知多扰动信号作用下的陷波频谱;

[0023] (2) 忽略陷波频谱的幅度,将陷波频谱转化为一维向量,其中陷波点处的频率记为1,否则记为0。则由不同的扰动数量和位置时的陷波频谱可建立多维输入向量 $X_{M,N}$;

[0024] (3) 以扰动数量和扰动位置建立实际标签向量作为正确输出向量 $D_{M,K}$;

[0025] (4) 将多维的输入向量通过深度学习神经网络进行训练。

[0026] (5) 计算正确输出向量 $D_{M,K}$ 和每一次训练的输向量 $Y_{M,K}$ 的误差,如果误差大于某一设定值,根据随机梯度下降等算法修正权重,回到第(4)步重新训练,直到误差小于某一设定值,停止训练,至此,深度学习神经网络模型已经建好。

[0027] (6) 将实际环境中测到的陷波频谱转化为一维向量后输入到已经训练好的深度学习神经网络中,得到正确的输出向量,至此可得到扰动数量和扰动位置。

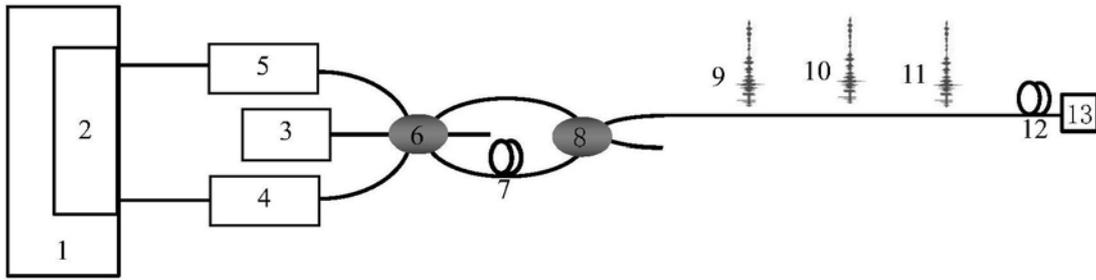


图1

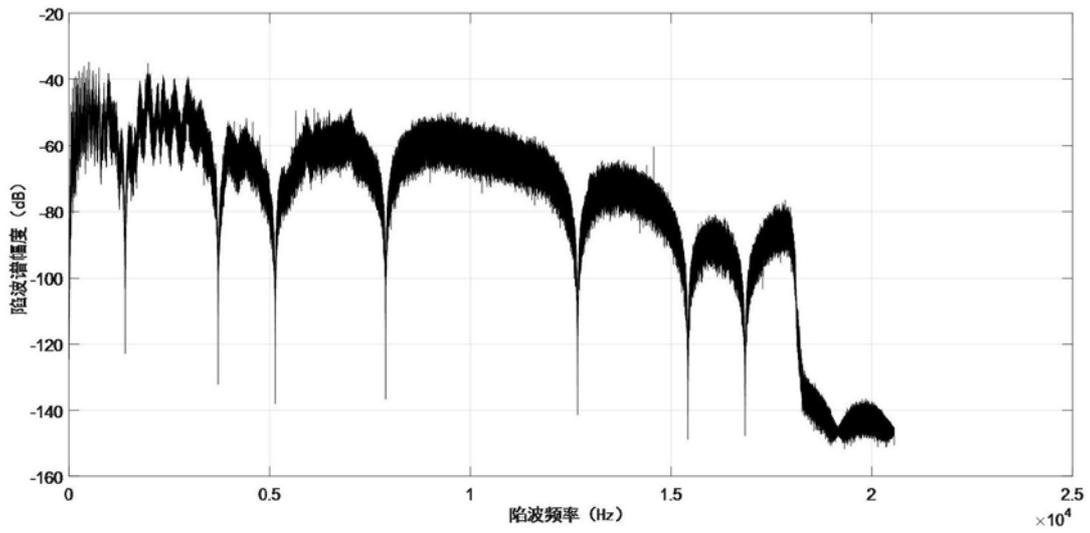


图2

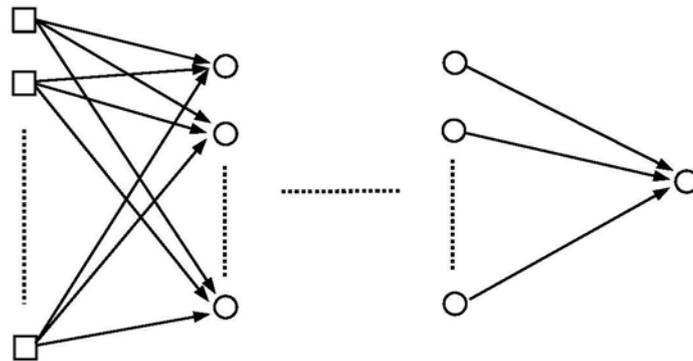


图3