



(10) 授权公告号 CN 114792115 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202210542432.X

(22) 申请日 2022.05.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114792115 A

(43) 申请公布日 2022.07.26

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150006 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72) 发明人 赵浩天 刘明 邱实 陈雪芹

(74) 专利代理机构 西安维英格知识产权代理事
务所(普通合伙) 61253

专利代理师 姚勇政 沈寒西

(51) Int. Cl.

G06F 18/2433 (2023.01)

G06F 18/10 (2023.01)

G06F 18/214 (2023.01)

G06F 18/22 (2023.01)

G06N 3/0455 (2023.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/048 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G06F 123/02 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 114169232 A, 2022.03.11

CN 112132006 A, 2020.12.25

US 2018149753 A1, 2018.05.31

张砚等. 基于外存和凸集投影法的遥感图像
超分辨率方法.《清华大学学报(自然科学版)》
.2010, (第10期), 133-136+146.

审查员 罗秀英

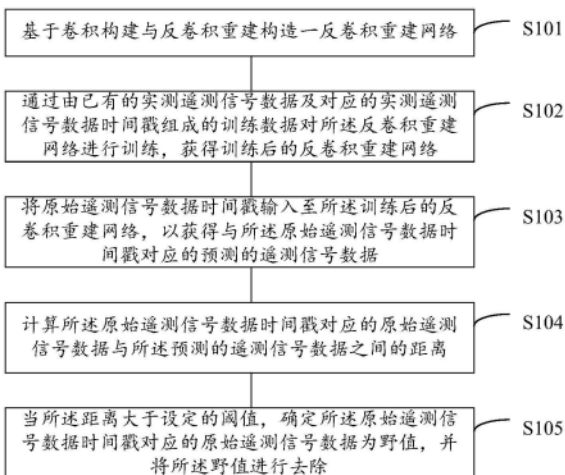
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除
方法、装置及介质

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法、装置及介质;该方法包括:基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络;将原始遥测信号数据时间戳输入至所述训练后的反卷积重建网络,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;当所述距离大于设定的阈值,确定所述原始遥测信号数据为野值,并将所述野值进行去除。



1. 一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法,其特征在于,包括:

基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;

通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络;

将原始遥测信号数据时间戳输入至所述训练后的反卷积重建网络,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

当所述距离大于设定的阈值,确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据为野值,并将所述野值进行去除;

其中,所述反卷积重建网络包括:输入层、批标准化的全连接FC(BN)层、第一重建层、第一卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层、第一反卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层、第三反卷积层、第二重建层以及全连接的输出层;

所述通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络,包括:

针对初始化后的反卷积重建网络,将所述实测遥测信号数据时间戳作为输入数据输入至所述反卷积重建网络;

根据所述反卷积重建网络的输出以及所述实测遥测信号数据时间戳对应的实测遥测信号数据对所述反卷积重建网络进行训练,确定所述反卷积重建网络所包含的每个层对应的参数,以得到所述训练后的反卷积重建网络。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述输入层的输出形状为1,参数个数为0; FC(BN)层的输出形状为16,参数个数为96;第一重建层的输出形状为(4,4,1),参数个数为0;第一卷积层的输出形状为(4,4,16),参数个数为32;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层的输出形状为(4,4,32),参数个数为672;第一反卷积层的输出形状为(4,4,32),参数个数为1056;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层的输出形状为(4,4,16),参数个数为592;第三反卷积层的输出形状为(4,4,1),参数个数为17;第二重建层的输出形状为16,参数个数为0;全连接的输出层的输出形状为1,参数个数为17。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在对所述反卷积重建网络进行训练过程中,网络训练参数被设置为:学习率=0.01、优化方法为Adam算法、学习率衰减规则为若5代不更新训练集则学习率就降低为原来的一半。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:根据野值与正常遥测信号数据之间距离的分部直方图与核密度估计曲线,确定用于进行去除野值判定的所述阈值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离,包括:

计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的差值。

6. 一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置, 其特征在于, 所述装置包括: 构造部分、反卷积重建网络、训练部分、计算部分、判定部分和去除部分; 其中,

所述构造部分, 经配置为基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;

所述训练部分, 经配置为通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练, 获得训练后的反卷积重建网络;

所述反卷积重建网络, 用于输入原始遥测信号数据时间戳, 以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

所述计算部分, 经配置为计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

所述判定部分, 经配置为将所述距离与设定的阈值进行比较, 以及当所述距离大于设定的阈值时, 确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据为野值, 并触发所述去除部分;

所述去除部分, 经配置为将所述野值进行去除;

其中, 所述反卷积重建网络包括: 输入层、批标准化的全连接FC (BN) 层、第一重建层、第一卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层、第一反卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层、第三反卷积层、第二重建层以及全连接的输出层;

所述通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练, 获得训练后的反卷积重建网络, 包括:

针对初始化后的反卷积重建网络, 将所述实测遥测信号数据时间戳作为输入数据输入至所述反卷积重建网络;

根据所述反卷积重建网络的输出以及所述实测遥测信号数据时间戳对应的实测遥测信号数据对所述反卷积重建网络进行训练, 确定所述反卷积重建网络所包含的每个层对应的参数, 以得到所述训练后的反卷积重建网络。

7. 一种计算设备, 其特征在于, 所述计算设备包括: 通信接口, 存储器和处理器, 各个组件通过总线系统耦合在一起; 其中,

所述通信接口, 用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中, 信号的接收和发送;

所述存储器, 用于存储能够在所述处理器上运行的计算机程序;

所述处理器, 用于在运行所述计算机程序时, 执行权利要求1至5任一项所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的步骤。

8. 一种计算机存储介质, 其特征在于, 所述计算机存储介质存储有基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序, 所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序被至少一个处理器执行时实现权利要求1至5任一项所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的步骤。

基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法、装置及介质

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及航天器数据处理技术领域,尤其涉及一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法、装置及介质。

背景技术

[0002] 航天器的遥测数据是重要的战略资源,利用遥测数据,可以对航天器的运行状态进行实时监测与异常预测,从而保证航天器的稳定运行。但是由于航天器运行空间的噪声干扰、数据丢失、传感器失灵等原因,遥测数据会发生瞬时跳变或错误,从而生成异常点,即遥测信号野值。因此,为了获得更加高质量的航天器遥测数据,需要对这些遥测信号野值进行识别和剔除。

[0003] 航天器的遥测信号野值通常包含以下两种类型:第一种属于孤立野值,也就是说在早时间序列中存在跳跃式的尖峰,而相邻的数据都远小于或远大于野值;第二种属于孤立的连续野值,这种类型的野值一般在时间序列中也是一个很大的尖峰,且连续出现的几个野值的左邻和右邻的数据都远小于或远大于野值。

[0004] 目前去除遥测信号野值的常规方案包括基于递归的方法、基于统计的方法和基于拟合的方法;其中,基于递推关系的方法通常有前向差分算法、53H算法、小波变换、改进卡尔曼滤波算法等。基于统计的方法主要包括3-sigma准则、罗曼洛夫斯基准则、狄克松准则、格拉布斯准则、基于模糊的置信度方法等。基于拟合的方法主要有多项式拟合,最小二乘拟合,基于数据驱动的拟合等。上述三类方法通常具有一定的局限性,而这些局限性则影响了遥测信号野值的去除效果。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例期望提供一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法、装置及介质;能够在反卷积重建网络能够快速学习的情况下提高遥测信号野值的去除效果。

[0006] 本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供了一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法,包括:

[0008] 基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;

[0009] 通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络;

[0010] 将原始遥测信号数据时间戳输入至所述训练后的反卷积重建网络,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

[0011] 计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

[0012] 当所述距离大于设定的阈值,确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测

信号数据为野值,并将所述野值进行去除。

[0013] 第二方面,本发明实施例提供了一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置,所述装置包括:构造部分、反卷积重建网络、训练部分、计算部分、判定部分和去除部分;其中,

[0014] 所述构造部分,经配置为基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;

[0015] 所述训练部分,经配置为通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络;

[0016] 所述反卷积重建网络,用于输入原始遥测信号数据时间戳,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

[0017] 所述计算部分,经配置为计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

[0018] 所述判定部分,经配置为将所述距离与设定的阈值进行比较,以及当所述距离大于设定的阈值时,确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据为野值,并触发所述去除部分;

[0019] 所述去除部分,经配置为将所述野值进行去除。

[0020] 第三方面,本发明实施例提供了一种计算设备,所述计算设备包括:通信接口,存储器和处理器,各个组件通过总线系统耦合在一起;其中,

[0021] 所述通信接口,用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中,信号的接收和发送;

[0022] 所述存储器,用于存储能够在所述处理器上运行的计算机程序;

[0023] 所述处理器,用于在运行所述计算机程序时,执行第一方面所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的步骤。

[0024] 第四方面,本发明实施例提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序,所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序被至少一个处理器执行时实现第一方面所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的步骤。

[0025] 本发明实施例提供了一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法、装置及介质;通过实测遥测信号数据训练完毕的反卷积重建网络对时间戳对应的遥测数据进行预测,并根据预测值与真实值之间的距离判定是否为野值。相较于常规方案,避免人为的插值和过多的参数设定,消除了统计分布以及时间跨度所产生的局限性,在反卷积重建网络能够快速学习的情况下提高了野值的去除效果和可靠性。

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例提供的基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法流程示意图;

[0027] 图2为本发明实施例提供的反卷积重建网络结构示意图;

[0028] 图3为本发明实施例提供的训练与验证的损失迭代情况示意图;

[0029] 图4为本发明实施例提供的距离直方图与核密度估计曲线示意图;

- [0030] 图5为本发明实施例提供的采用训练完毕后的DRN进行野值去除的过程示意图；
- [0031] 图6为本发明实施例提供的轨道半长轴的归一化距离对比示意图；
- [0032] 图7为本发明实施例提供的轨道半长轴遥测数据的训练和验证损失对比示意图；
- [0033] 图8为本发明实施例提供的一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置组成示意图；
- [0034] 图9为本发明实施例提供的另一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置组成示意图；
- [0035] 图10为本发明实施例提供的一种计算设备的具体硬件结构示意图。

具体实施方式

[0036] 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。

[0037] 对于目前常规的野值去除方法,详细来说,首先,基于递归的方法通常要求被处理的数据是连续的,而真实的卫星遥测信号由于地面站位置限制和数据丢包等原因通常是不连续的,所以这些方法需要先对丢失数据进行插值才能进行。而带有野值的数据的会大大影响插值的效果;另外,基于递推关系的方法有许多需要人为设定的超参数,比如阈值,参与递推的点的个数等等,所以这类方法具有一定的局限性。其次,基于统计的方法对于变化幅度较大的遥测信号野值去除效果有一定的局限性。因为这样的数据所呈现的统计学规律十分多样。可能在某个时段的遥测数据满足一种分布,下一个时间段就满足另外一种分布。此外,基于拟合的方法对于时间戳跨度较长的遥测信号野值去除效果会变差,所以通常采用局部拟合的方式。

[0038] 基于上述常规方案所表现的局限性,参见图1,其示出了本发明实施例提供的一种基于反卷积重建网络(DRN,Deconvolutional Reconstruction Network)的遥测信号野值去除方法,该方法可以包括:

[0039] S101:基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络;

[0040] S102:通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络;

[0041] S103:将原始遥测信号数据时间戳输入至所述训练后的反卷积重建网络,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

[0042] S104:计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

[0043] S105:当所述距离大于设定的阈值,确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据为野值,并将所述野值进行去除。

[0044] 通过图1所示的技术方案,通过实测遥测信号数据训练完毕的反卷积重建网络对时间戳对应的遥测数据进行预测,并根据预测值与真实值之间的距离判定是否为野值。相较于常规方案,避免人为的插值和过多的参数设定,消除了统计分布以及时间跨度所产生的局限性,提高了野值的去除效果和可靠性。

[0045] 对于图1所示的技术方案,需要说明的是,本发明实施例选择包括有卷积构建部分与反卷积重建部分的反卷积重建网络,其中,该卷积构建部分能够对输入该网络的数据进

行增维处理,再将高维张量通过反卷积重建部分进行降维操作已适配遥测信号数据,而且该网络中没有潜向量的存在。在一些示例中,如图2所示,所述反卷积重建网络包括:输入(Input)层、批标准化的全连接(FC(BN), Full Connection (Batch Normalization))层、第一重建Reshape层、第一卷积Conv层、基于批量标准化BN与修正的线型单元激活函数(ReLU, Rectified Linear Unit activation)的第二卷积层(ConV(BN+ReLU))、第一反卷积DeConV层、基于批量标准化BN与修正的线型单元激活函数ReLU的第二反卷积层(DeConV(BN+ReLU))、第三反卷积DeConV层、第二重建Reshape层以及全连接FC的输出(Output)层。从图2可以看出,从输入层至ConV(BN+ReLU)层属于卷积构建(Convolutional Construction)部分,从第一反卷积DeConV层至Output(FC)层属于反卷积重建(Deconvolutional Reconstruction)部分。

[0046] 对于图2所示的DRN,在一些示例中,所述输入层的输出信号标识为 X_0 ,输出形状为1,参数个数为0;FC(BN)层的输出信号标识为 X_1 ,输出形状为16,参数个数为96;第一重建层的输出信号标识为 X_2 ,输出形状为(4,4,1),参数个数为0;第一卷积层的输出信号标识为 X_3 ,输出形状为(4,4,16),参数个数为32;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层的输出信号标识为 X_4 ,输出形状为(4,4,32),参数个数为672;第一反卷积层的输出信号标识为 X_5 ,输出形状为(4,4,32),参数个数为1056;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层的输出信号标识为 X_6 ,输出形状为(4,4,16),参数个数为592;第三反卷积层的输出信号标识为 X_7 ,输出形状为(4,4,1),参数个数为17;第二重建层的输出信号标识为 X_8 ,输出形状为16,参数个数为0;全连接的输出层的输出信号标识为 X_9 ,输出形状为1,参数个数为17。通过上述示例,可以看出,由于针对的是卫星遥测信号数据,因此整个DRN的参数总数量并不多,所以DRN的结构较为简单且能够实现快速训练。

[0047] 对于图1所示的技术方案,在一些示例中,所述通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络进行训练,获得训练后的反卷积重建网络,包括:

[0048] 针对初始化后的反卷积重建网络,将所述实测遥测信号数据时间戳作为输入数据输入至所述反卷积重建网络;

[0049] 根据所述反卷积重建网络的输出以及所述实测遥测信号数据时间戳对应的实测遥测信号数据对所述反卷积重建网络进行训练,确定所述反卷积重建网络所包含的每个层对应的参数,以得到所述训练后的反卷积重建网络。

[0050] 对于上述示例,需要说明的是,在已有的实测遥测信号数据中,野值仅占整个数据的极小部分,因此,实测遥测信号数据是适用于DRN网络进行训练的,并不需要采用剔除野值后的遥测数据对DRN进行训练。

[0051] 基于上述示例,在对所述反卷积重建网络进行训练过程中,针对DRN网络训练的参数被设置为:学习率=0.01、优化方法为Adam算法、学习率衰减规则为若5代不更新训练集则学习率就降低为原来的一半。

[0052] 对于图1所示的技术方案,在一些示例中,所述方法还包括:根据野值与正常遥测信号数据之间距离的分部直方图与核密度估计曲线,确定用于进行去除野值判定的所述阈值。

[0053] 对于上述示例,需要说明的是,针对已训练完毕的DRN,对于遥测信号数据中的正

常数据来说,其输入与输出之间的距离能够反映在DRN网络的预测误差内;而对于野值,其距离将不符合正常数据的训练规则,即会远大于预测误差,因此,可以通过分析所有差异的分布水平,从而确定用于区分正常数据与野值的阈值。关于差异分布水平来说,核密度估计用于估计未知密度函数,是非参数测试方法之一,核密度估计包括有多个直方图指标,在本发明实施例中,正常数据的距离均处在阈值=0.03之内。

[0054] 对于图1所示的技术方案,在一些示例中,对于卫星遥测信号数据来说,两个数据之间的距离可以认为是两个数据之差,因此,所述计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离,包括:计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的差值。

[0055] 基于前述技术方案,本发明实施例通过对某型号高光谱卫星的6个不同的类型的遥测信号数据进行仿真实验,该仿真实验中的遥测信号数据采用J2000坐标系表示,这6个类型包括:在J2000坐标系下X轴位置(X position)、在J2000坐标系下Y轴位置(Y position)、在J2000坐标系下Z轴位置(Z position)、在J2000坐标系下X轴速度(X Velocity)、在J2000坐标系下Y轴速度(Y Velocity)和在J2000坐标系下Z轴速度(Z Velocity)。由于该型号卫星没有延迟下载数据的功能,因此,这些遥测信号数据受限于地面观测站的位置,将以一段时间内的离散数据点的组成形式出现。对于训练数据集来说,每批训练数据为32个,且训练数据中的训练training集与验证validation集的比例为3:1,每个训练轮次epoch之后验证验证集,对于每组数据,分别训练20个轮次epochs。本发明实施例中所使用的训练数据详情如表1所示:

[0056]	名称	训练集数量	验证集数量	训练数据总计	野值数量
	X轴位置(X position)	46677	15558	62235	123
	Y轴位置(Y position)	46677	15558	62235	243
	Z轴位置(Z position)	46677	15558	62235	204
	X轴速度(X Velocity)	46677	15558	62235	121
	Y轴速度(Y Velocity)	46677	15558	62235	146
	Z轴速度(Z Velocity)	46677	15558	62235	133

[0057] 表1

[0058] 训练和验证的损失(loss)迭代情况如图3所示,从图3可以看出,在对DRN进行训练过程中,训练和验证损失极少出现波动,并且在20个轮次内均能够迅速收敛。此外,对于用于确定阈值的距离直方图与核密度估计曲线来说,如图4所示,从6个类型数据的直方图与核密度估计曲线可以看出,阈值优选为0.03。

[0059] 在本仿真实验中,采用训练完毕后的DRN进行野值去除的过程如图5所示,在图5中,(a1)至(a6)分别表示在J2000坐标系下X,Y,Z轴位置以及在J2000坐标系下X,Y,Z轴速度的原始离散信号数据;(b1)至(b6)分别表示在J2000坐标系下X,Y,Z轴位置以及在J2000坐标系下X,Y,Z轴速度对应的归一化预测值与归一化原始离散信号数据之间的距离,从(b1)至(b6)中可以看出,野值可以通过阈值0.03进行去除。在J2000坐标系下X,Y,Z轴位置以及在J2000坐标系下X,Y,Z轴速度对应的去除野值后的离散信号数据分别如(c1)至(c6)所示,从图5中可以看出,野值的距离均远远大于正常数据的距离,在极端情况下,若DRN充分学习了真实的轨道动力学以及控制规律,那么就能够完美你和原始数据中的正常数据,那么正

常数据的距离将会等于0。

[0060] 除了上述数据仿真以外,为了更加体现本发明实施例所提出的技术方案的优越性,采用轨道的半主轴遥测数据,将前述技术方案提出的基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法(以下可简称DRN),与MLP自动编码器网络(MLP-AE)和卷积自动编码器网络(CAE)进行仿真比较,仿真条件与前述数据仿真实验一致。三个网络训练完毕后的轨道半长轴的归一化距离如图6所示,从图6可以看出,尽管三个网络都能识别大部分的野值,但是DRN的性能更好。这是因为DRN相比于MLP-AE和CAE能够找到更多的野值。此外,如图7所示,DRN比MLP-AE和CAE在轨道半长轴遥测数据的训练和验证损失更低,也就说明DRN比其他两个网络具有更好的训练效果,因此也就能够找到更多的野值。

[0061] 参见图8,其示出了本发明实施例提供的一种基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置80,所述装置80包括:构造部分801、反卷积重建网络802、训练部分803、计算部分804、判定部分805和去除部分806;其中,

[0062] 所述构造部分801,经配置为基于卷积构建与反卷积重建构造一反卷积重建网络802;

[0063] 所述训练部分803,经配置为通过由已有的实测遥测信号数据及对应的实测遥测信号数据时间戳组成的训练数据对所述反卷积重建网络802进行训练,获得训练后的反卷积重建网络802;

[0064] 所述反卷积重建网络802,用于输入原始遥测信号数据时间戳,以获得与所述原始遥测信号数据时间戳对应的预测的遥测信号数据;

[0065] 所述计算部分804,经配置为计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的距离;

[0066] 所述判定部分805,经配置为将所述距离与设定的阈值进行比较,以及当所述距离大于设定的阈值时,确定所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据为野值,并触发所述去除部分806;

[0067] 所述去除部分806,经配置为将所述野值进行去除。

[0068] 在上述方案中,所述反卷积重建网络802包括:输入层、批标准化的全连接FC(BN)层、第一重建层、第一卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层、第一反卷积层、基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层、第三反卷积层、第二重建层以及全连接的输出层。

[0069] 在上述方案中,所述输入层的输出形状为1,参数个数为0;FC(BN)层的输出形状为16,参数个数为96;第一重建层的输出形状为(4,4,1),参数个数为0;第一卷积层的输出形状为(4,4,16),参数个数为32;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二卷积层的输出形状为(4,4,32),参数个数为672;第一反卷积层的输出形状为(4,4,32),参数个数为1056;基于批量标准化与修正的线型单元激活函数的第二反卷积层的输出形状为(4,4,16),参数个数为592;第三反卷积层的输出形状为(4,4,1),参数个数为17;第二重建层的输出形状为16,参数个数为0;全连接的输出层的输出形状为1,参数个数为17。

[0070] 在上述方案中,所述训练部分803,经配置为:

[0071] 针对初始化后的反卷积重建网络802,将所述实测遥测信号数据时间戳作为输入数据输入至所述反卷积重建网络802;

[0072] 根据所述反卷积重建网络802的输出以及所述实测遥测信号数据时间戳对应的实测遥测信号数据对所述反卷积重建网络802进行训练,确定所述反卷积重建网络802所包含的每个层对应的参数,以得到所述训练后的反卷积重建网络802。

[0073] 在上述方案中,在对所述反卷积重建网络802进行训练过程中,网络训练参数被设置为:学习率=0.01、优化方法为Adam算法、学习率衰减规则为若5代不更新训练集则学习率就降低为原来的一半。

[0074] 在上述方案中,参见图9,所述装置还包括:确定部分807,经配置为根据野值与正常遥测信号数据之间距离的分部直方图与核密度估计曲线,确定用于进行去除野值判定的所述阈值。

[0075] 在上述方案中,所述计算部分804,经配置为计算所述原始遥测信号数据时间戳对应的原始遥测信号数据与所述预测的遥测信号数据之间的差值。

[0076] 可以理解地,在本实施例中,“部分”可以是部分电路、部分处理器、部分程序或软件等等,当然也可以是单元,还可以是模块也可以是非模块化的。

[0077] 另外,在本实施例中的各组成部分可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。

[0078] 所述集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并非作为独立的产品进行销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中,基于这样的理解,本实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)或processor(处理器)执行本实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0079] 因此,本实施例提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序,所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除程序被至少一个处理器执行时实现上述技术方案中所述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法步骤。

[0080] 根据上述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置80以及计算机存储介质,参见图10,其示出了本发明实施例提供的一种能够实施上述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置80的计算设备100的具体硬件结构,该计算设备100可以为无线装置、移动或蜂窝电话(包含所谓的智能电话)、个人数字助理(PDA)、视频游戏控制台(包含视频显示器、移动视频游戏装置、移动视频会议单元)、膝上型计算机、桌上型计算机、电视机顶盒、平板计算装置、电子书阅读器、固定或移动媒体播放器,等。计算设备100包括:通信接口1001,存储器1002和处理器1003;各个组件通过总线系统1004耦合在一起。可理解,总线系统1004用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统1004除包括数据总线之外,还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见,在图10中将各种总线都标为总线系统1004。其中,

[0081] 所述通信接口1001,用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中,信号的接

收和发送；

[0082] 所述存储器1002,用于存储能够在所述处理器1003上运行的计算机程序；

[0083] 所述处理器1003,用于在运行所述计算机程序时,执行上述技术方案中所述基于反卷积重建网络802的遥测信号野值去除方法的步骤。

[0084] 可以理解,本发明实施例中的存储器1002可以是易失性存储器或非易失性存储器,或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中,非易失性存储器可以是只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、可编程只读存储器(Programmable ROM,PROM)、可擦除可编程只读存储器(Erasable PROM,EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(Electrically EPROM,EEPROM)或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器(Random Access Memory,RAM),其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明,许多形式的RAM可用,例如静态随机存取存储器(Static RAM,SRAM)、动态随机存取存储器(Dynamic RAM,DRAM)、同步动态随机存取存储器(Synchronous DRAM,SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器(Double Data Rate SDRAM,DDRSDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器(Enhanced SDRAM,ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器(Synchlink DRAM,SLDRAM)和直接内存总线随机存取存储器(Direct Rambus RAM,DRRAM)。本文描述的系统和方法的存储器1002旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

[0085] 而处理器1003可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器1003中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器1003可以是通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器1002,处理器1003读取存储器1002中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。

[0086] 可以理解的是,本文描述的这些实施例可以用硬件、软件、固件、中间件、微码或其组合来实现。对于硬件实现,处理单元可以实现在一个或多个专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,ASIC)、数字信号处理器(Digital Signal Processing,DSP)、数字信号处理设备(DSP Device,DSPD)、可编程逻辑设备(Programmable Logic Device,PLD)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)、通用处理器、控制器、微控制器、微处理器、用于执行本申请所述功能的其它电子单元或其组合中。

[0087] 对于软件实现,可通过执行本文所述功能的模块(例如过程、函数等)来实现本文所述的技术。软件代码可存储在存储器中并通过处理器执行。存储器可以在处理器中或在处理器外部实现。

[0088] 可以理解地,上述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置80以及计算设备100的示例性技术方案,与前述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的技术方案

属于同一构思,因此,上述对于基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除装置80以及计算设备100的技术方案未详细描述的细节内容,均可以参见前述基于反卷积重建网络的遥测信号野值去除方法的技术方案的描述。本发明实施例对此不做赘述。

[0089] 需要说明的是:本发明实施例所记载的技术方案之间,在不冲突的情况下,可以任意组合。

[0090] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

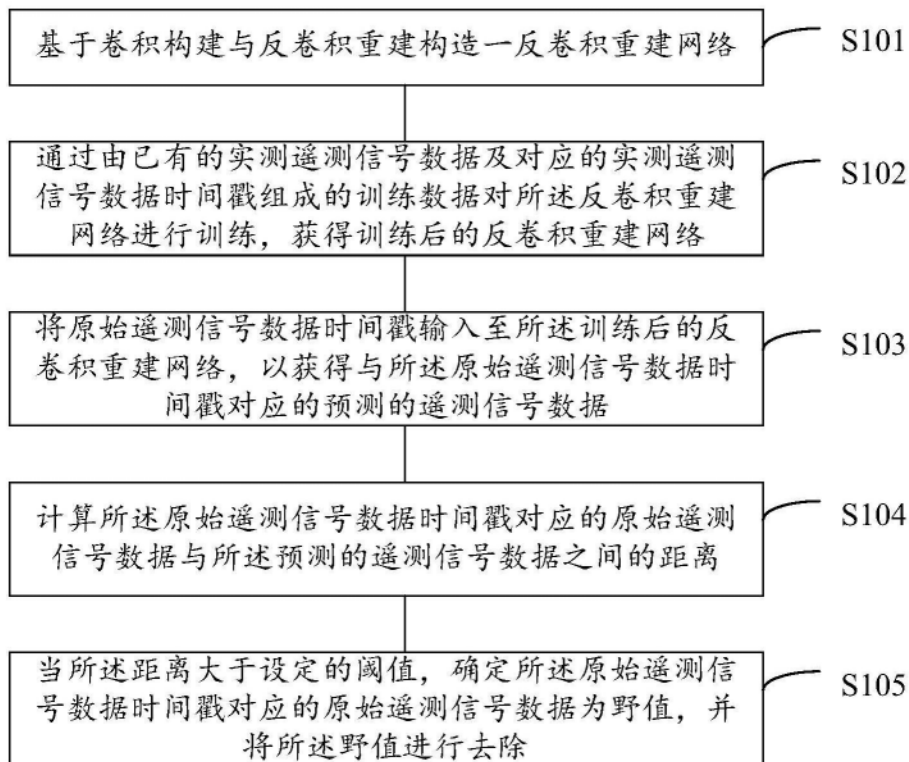


图1

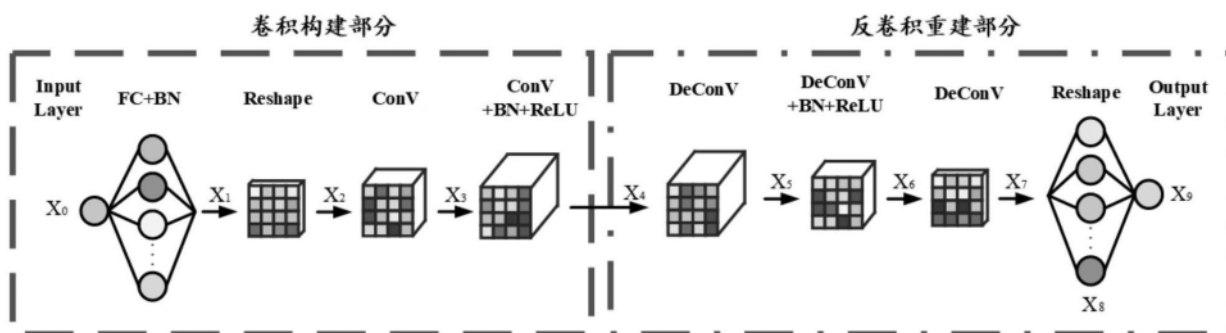


图2

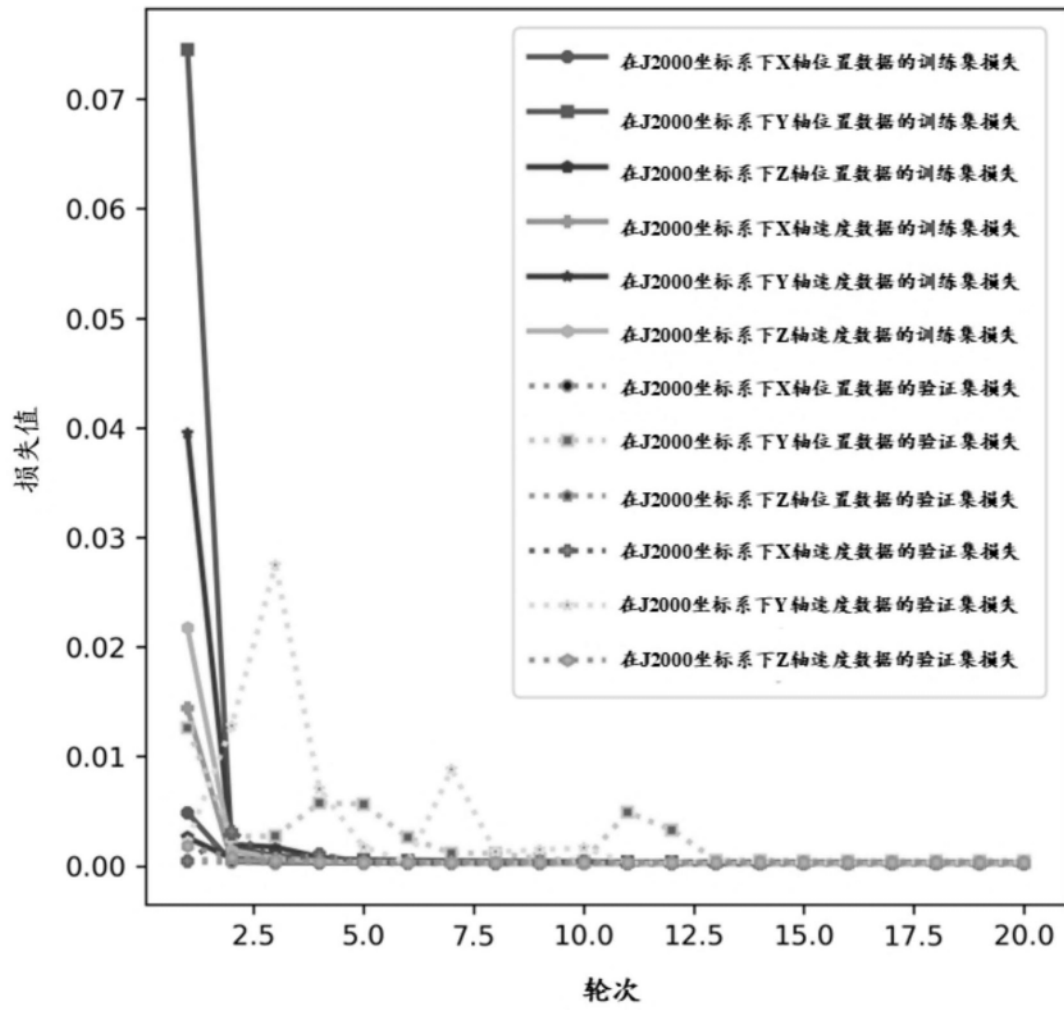


图3

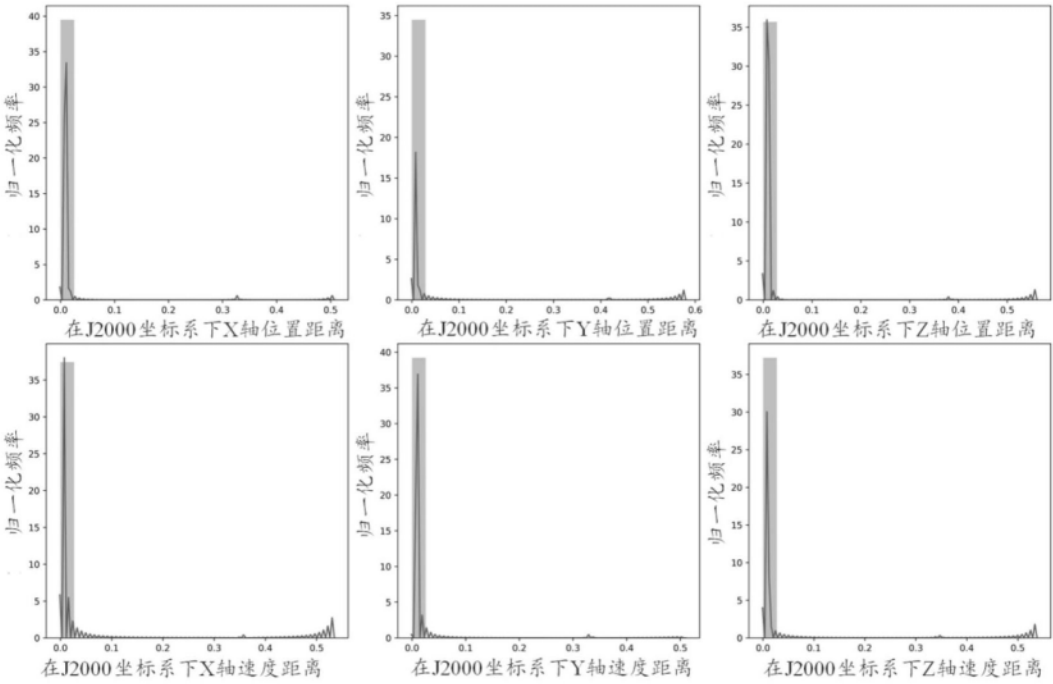


图4

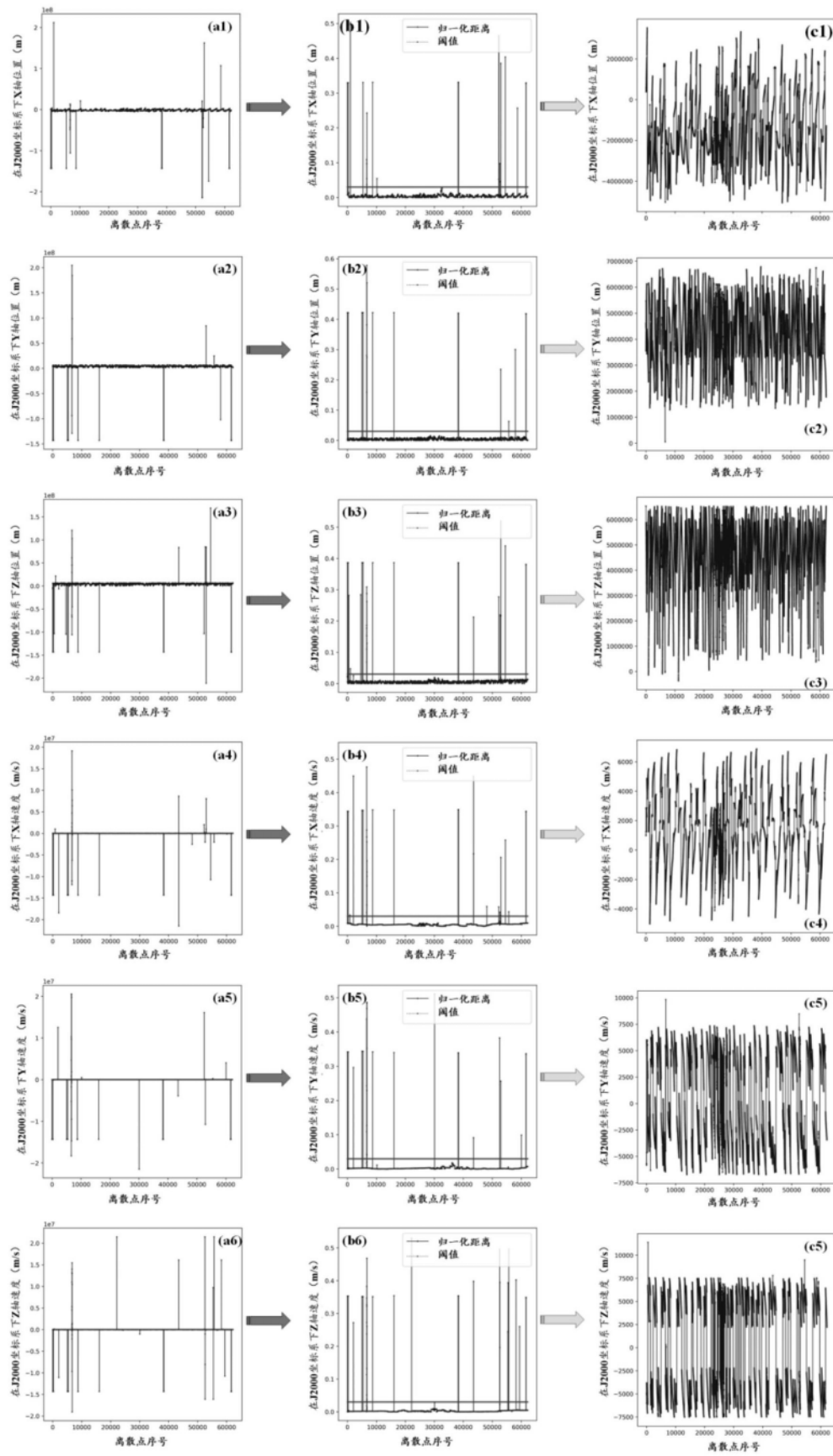


图5

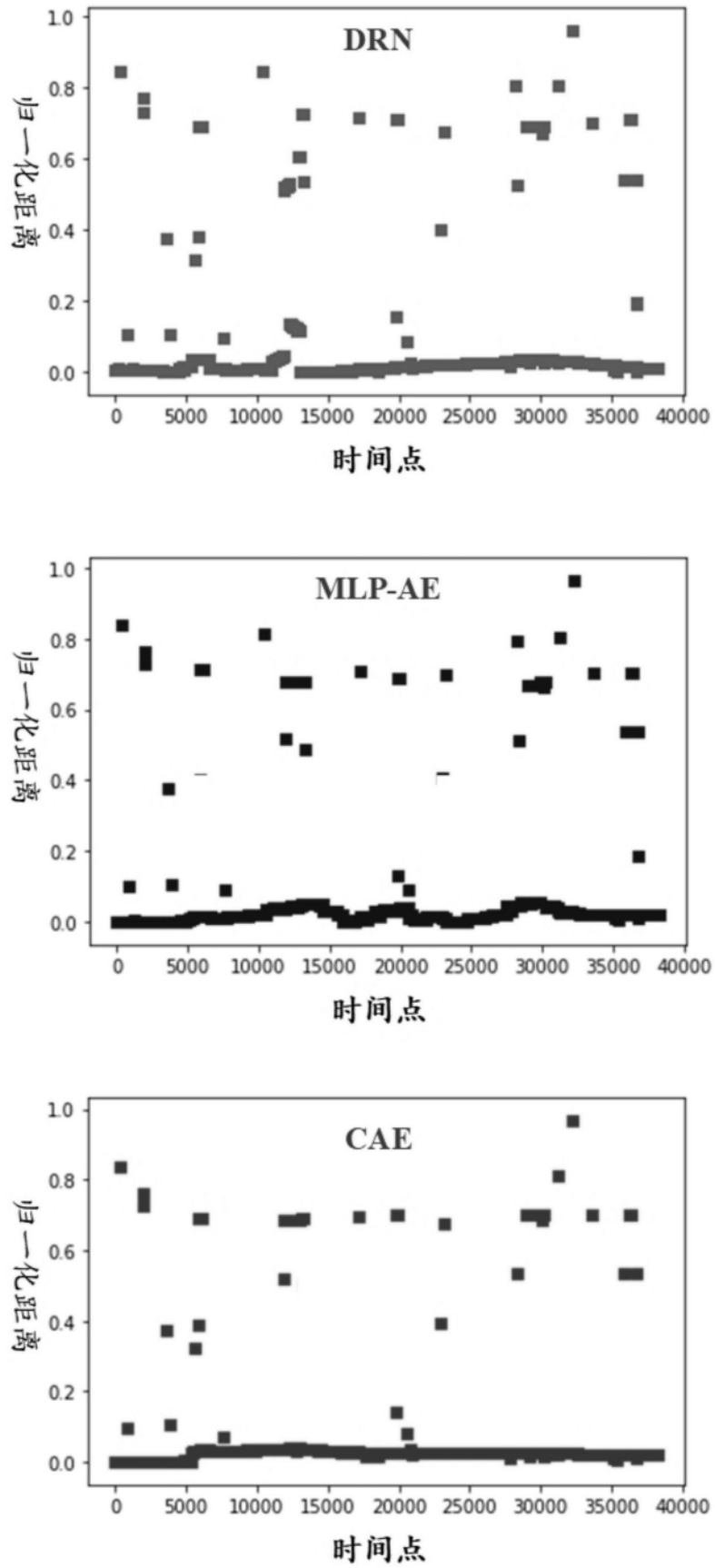


图6

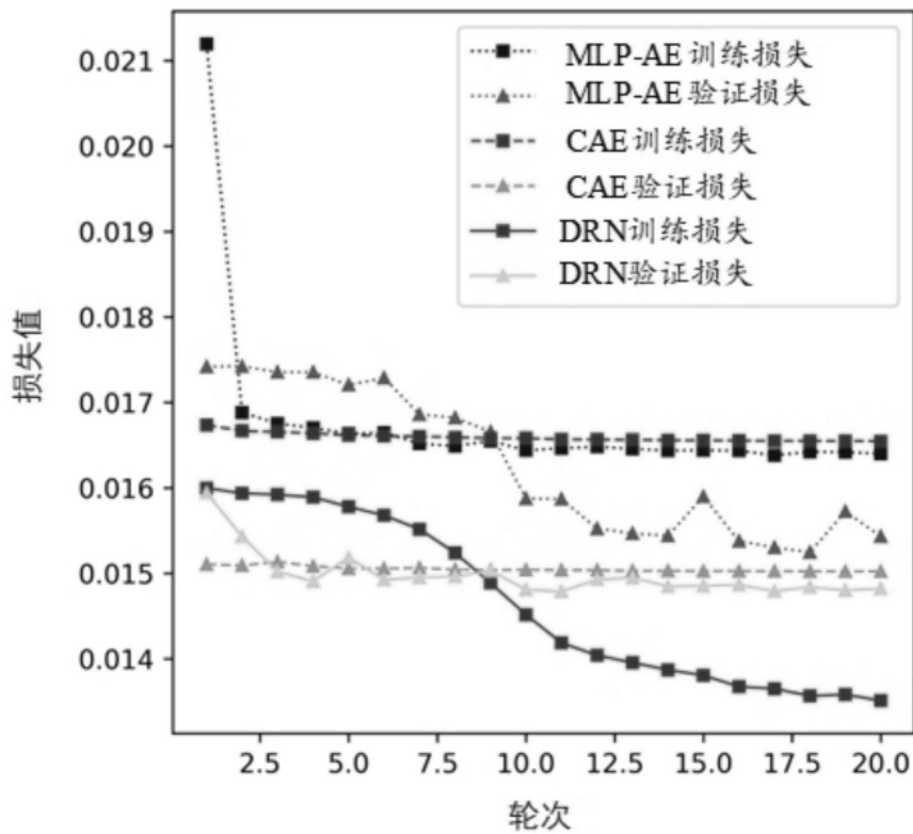


图7

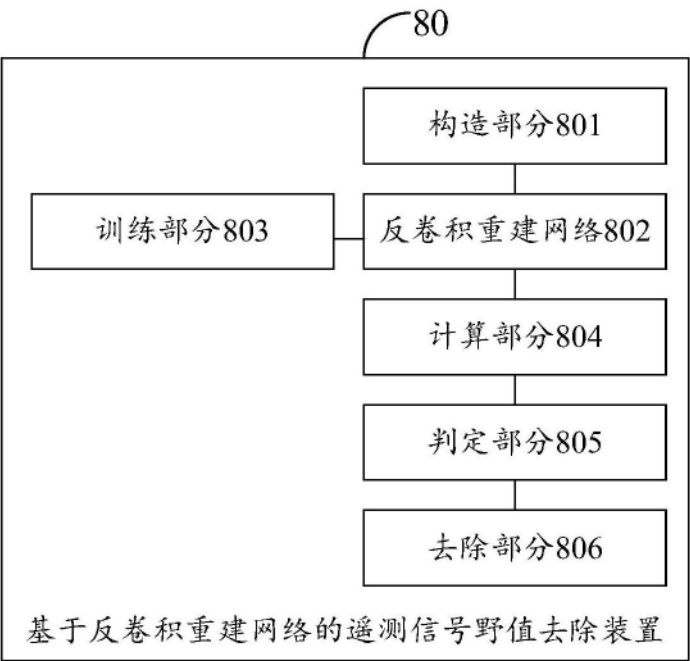


图8

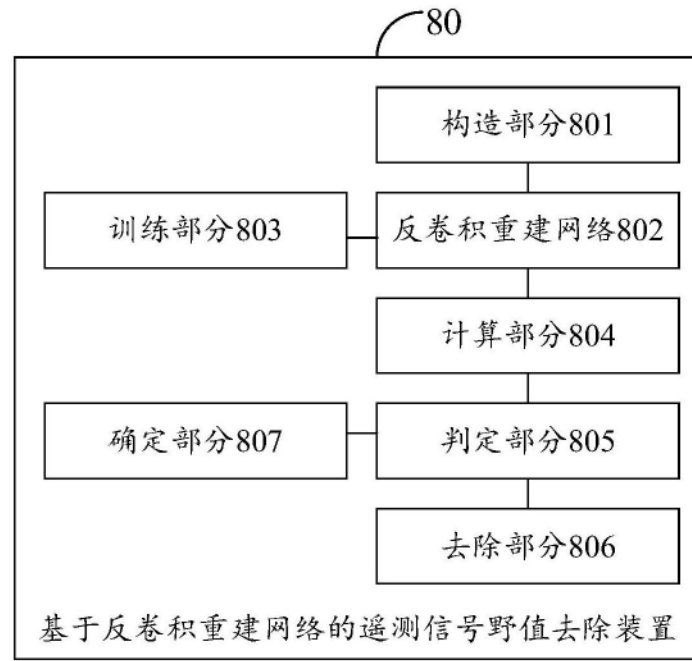


图9

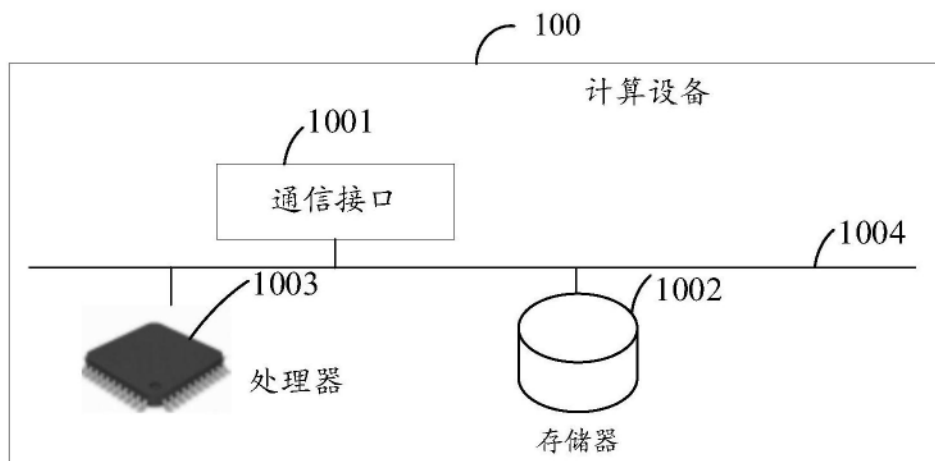


图10