



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105014196 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510471484. 2

(22) 申请日 2015. 08. 04

(71) 申请人 梁彦云

地址 075000 河北省张家口市高新区钻石南路 18 号

(72) 发明人 梁彦云

(51) Int. Cl.

B23K 9/127(2006. 01)

B23K 9/28(2006. 01)

B23K 9/32(2006. 01)

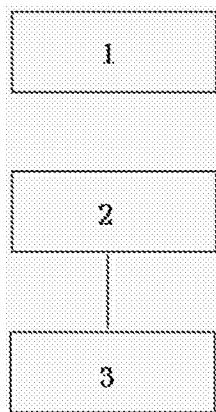
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器

(57) 摘要

本发明涉及一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，包括水下机器人主体、特征提取设备和焊缝类型识别设备，所述特征提取设备和所述焊缝类型识别设备都位于所述水下机器人主体上，用于分别提取水下焊缝特征和确定焊缝类型，并在确定焊缝类型为无法焊接类型时发出相关报警信息。通过本发明，能够准确确定水下焊缝位置，为水下焊接提供便利。



1. 一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，所述跟踪器包括水下机器人主体、特征提取设备和焊缝类型识别设备，所述特征提取设备和所述焊缝类型识别设备都位于所述水下机器人主体上，用于分别提取水下焊缝特征和确定焊缝类型，并在确定焊缝类型为无法焊接类型时发出相关报警信息。

2. 如权利要求 1 所述的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，其特征在于，所述跟踪器还包括：

电焊钳，用于固定焊条，所述焊条为湿法涂料焊条，材料为低碳钢；

安全开关，其负极导线连接到所述电焊钳；

接地夹，被固定在待焊接工件上；

电焊机，负极连接至所述电焊钳，正极接地；

电焊钳驱动设备，与所述电焊钳连接，用于根据电焊钳驱动信号驱动所述电焊钳前往待焊接工件的焊缝位置；

电焊钳驱动电机，为一直流电机，为所述电焊钳驱动设备对所述电焊钳的驱动提供动力；

所述水下机器人主体包括驱动设备和机器人机械架构，所述驱动设备包括驱动控制器、左舷直流减速电机、右舷直流减速电机、沉浮电机、正螺旋桨、反螺旋桨、附带螺旋桨和联轴器，所述左舷直流减速电机、所述右舷直流减速电机和所述沉浮电机分别通过所述联轴器与所述正螺旋桨、所述反螺旋桨和所述附带螺旋桨连接，所述驱动控制器接收所述水上处理设备发送的驱动控制信号，以根据所述驱动控制信号的内容驱动所述左舷直流减速电机和所述右舷直流减速电机以分别控制所述正螺旋桨和所述反螺旋桨，驱动水下机器人主体实现前进、后退和左右动作，还用于根据所述驱动控制信号的内容驱动所述沉浮电机以控制所述附带螺旋桨，驱动水下机器人主体实现上升与下潜动作；

水下摄像设备，设置在所述水下机器人主体上，包括半球形防水透明罩、辅助照明子设备和 CMOS 摄像头，所述半球形防水透明罩用于容纳所述辅助照明子设备和所述 CMOS 摄像头，所述辅助照明子设备为所述 CMOS 摄像头的水下拍摄提供辅助照明，所述 CMOS 摄像头对前方目标拍摄以获得包含前方目标的水下图像；

预处理设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述 CMOS 摄像头连接，包括中值滤波子设备、低通滤波子设备和同态滤波子设备；所述中值滤波子设备与所述 CMOS 摄像头连接，用于对所述水下图像执行中值滤波，以滤除所述水下图像中的点噪声，获得第一滤波图像；所述低通滤波子设备与所述中值滤波子设备连接，用于去除所述第一滤波图像中的随机噪声，获得第二滤波图像；所述同态滤波子设备与所述低通滤波子设备连接，用于对所述第二滤波图像执行图像增强，以获得增强水下图像；

特征提取设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述预处理设备连接，包括图像分割子设备和特征向量识别子设备，所述图像分割子设备基于焊缝图像灰度阈值范围将所述增强水下图像中的焊缝目标识别出来以获得水下焊缝图像；所述特征向量识别子设备与所述图像分割子设备连接，基于所述水下焊缝图像确定水下焊缝目标的 8 个几何特征：欧拉孔数、圆度、角点数、凸凹度、光滑度、长径比、紧密度和主轴角度，并将所述 8 个几何特征组成特征向量；

焊缝类型识别设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述特征提取设备连接，采用 8

输入 2 输出的单隐层 BP 神经网络，以水下焊缝目标的 8 个几何特征作为输入层神经元，输出层为水下焊缝类型，所述水下焊缝类型包括常规焊接类型和无法焊接类型；

水上浮标，设置在所述水下机器人主体的上方水面上；

供电设备，设置在所述水上浮标上，包括防水密封罩、太阳能供电器件、蓄电池、切换开关和电压转换器，所述防水密封罩用于容纳所述太阳能供电器件、所述蓄电池、所述切换开关和所述电压转换器，所述切换开关与所述太阳能供电器件和所述蓄电池分别连接，根据蓄电池的剩余电量决定是否切换到所述太阳能供电器件以由所述太阳能供电器件供电，所述电压转换器与所述切换开关连接，以将通过切换开关输入的 5V 电压转换为 3.3V 电压；

北斗星定位设备，设置在所述水上浮标上，由所述供电设备提供电力供应，用于接收北斗星卫星发送的北斗星定位数据；

声纳探测设备，设置在所述水上浮标上，由所述供电设备提供电力供应，用于探测所述潜水器主体到所述水上浮标的相对距离，并作为第一相对距离输出；

超声波测距设备，设置在所述水下机器人主体上，用于测量所述水下机器人主体距离前方焊缝目标的距离，并作为第二相对距离输出；

单片机，设置在所述水下机器人主体上，与所述焊缝类型识别设备、所述北斗星定位设备、所述声纳探测设备和所述超声波测距设备分别连接，基于所述北斗星定位数据、所述第一相对距离和所述第二相对距离计算焊缝定位数据，并当接收到所述水下焊缝类型为无法焊接类型时，发出报警信号，当接收到所述水下焊缝类型为常规焊接类型时，根据水下焊缝图像在增强水下图像的相对位置确定电焊钳驱动信号。

3. 如权利要求 2 所述的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，其特征在于，所述跟踪器还包括：

水下电缆，用于将所述单片机与水上焊接处理中心连接，将所述报警信号和所述焊缝定位数据发送到所述水上焊接处理中心。

4. 如权利要求 2 所述的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，其特征在于：

所述单片机为 AT89C51。

5. 如权利要求 2 所述的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，其特征在于：

所述机器人机械架构包括支架、左压力克透明筒、右压力克透明筒、连接箍、储物台、机械臂、机械手和隔水密封筒。

基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器

技术领域

[0001] 本发明涉及图像识别领域，尤其涉及一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器。

背景技术

[0002] 随着经济的发展和科技的进步，存在多种水下设备需要进行水下焊接，焊接首先要寻找到焊缝位置，这决定了焊接的准确性和焊接的质量，对于无法焊接的焊缝，需要及时报警，同时，在执行水下焊接时，由于水下这一特殊的工作环境，对焊接人员的要求很高。

[0003] 现有技术中一般采用焊接人员目测的方式进行焊缝的定位，然而，人工目测方式在水下执行困难，定位焊缝并不理想，同时，焊接人员在水下无法执行可持续焊接。

[0004] 为此，需要一种机械化的执行水下焊缝定位的技术方案，采用水下机器人焊接的方式替代水下焊接人员焊接，并能够自动提供出准确的焊缝位置，以方便水下机器人按照焊缝执行焊接操作，提高焊接质量。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术存在的技术问题，本发明提供了一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，利用神经网络识别技术和多重滤波的图像预处理技术对焊缝类型和焊缝位置进行识别，同时改造水下焊接设备的具体结构以及改造水下机器人的具体结构，使其适合于水下焊接。

[0006] 根据本发明的一方面，提供了一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，所述跟踪器包括水下机器人主体、特征提取设备和焊缝类型识别设备，所述特征提取设备和所述焊缝类型识别设备都位于所述水下机器人主体上，用于分别提取水下焊缝特征和确定焊缝类型，并在确定焊缝类型为无法焊接类型时发出相关报警信息。

[0007] 更具体地，在所述基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器中，还包括：电焊钳，用于固定焊条，所述焊条为湿法涂料焊条，材料为低碳钢；安全开关，其负极导线连接到所述电焊钳；接地夹，被固定在待焊接工件上；电焊机，负极连接至所述电焊钳，正极接地；电焊钳驱动设备，与所述电焊钳连接，用于根据电焊钳驱动信号驱动所述电焊钳前往待焊接工件的焊缝位置；电焊钳驱动电机，为一直流电机，为所述电焊钳驱动设备对所述电焊钳的驱动提供动力；所述水下机器人主体包括驱动设备和机器人机械架构，所述驱动设备包括驱动控制器、左舷直流减速电机、右舷直流减速电机、沉浮电机、正螺旋桨、反螺旋桨、附带螺旋桨和联轴器，所述左舷直流减速电机、所述右舷直流减速电机和所述沉浮电机分别通过所述联轴器与所述正螺旋桨、所述反螺旋桨和所述附带螺旋桨连接，所述驱动控制器接收所述水上处理设备发送的驱动控制信号，以根据所述驱动控制信号的内容驱动所述左舷直流减速电机和所述右舷直流减速电机以分别控制所述正螺旋桨和所述反螺旋桨，驱动水下机器人主体实现前进、后退和左右动作，还用于根据所述驱动控制信号的内容驱动所述沉浮电机以控制所述附带螺旋桨，驱动水下机器人主体实现上升与下潜动作；水下摄像设备，设置在所述水下机器人主体上，包括半球形防水透明罩、辅助照明子设备和 CMOS 摄像头，所

述半球形防水透明罩用于容纳所述辅助照明子设备和所述 CMOS 摄像头,所述辅助照明子设备为所述 CMOS 摄像头的水下拍摄提供辅助照明,所述 CMOS 摄像头对前方目标拍摄以获得包含前方目标的水下图像;预处理设备,设置在所述水下机器人主体上,与所述 CMOS 摄像头连接,包括中值滤波子设备、低通滤波子设备和同态滤波子设备;所述中值滤波子设备与所述 CMOS 摄像头连接,用于对所述水下图像执行中值滤波,以滤除所述水下图像中的点噪声,获得第一滤波图像;所述低通滤波子设备与所述中值滤波子设备连接,用于去除所述第一滤波图像中的随机噪声,获得第二滤波图像;所述同态滤波子设备与所述低通滤波子设备连接,用于对所述第二滤波图像执行图像增强,以获得增强水下图像;特征提取设备,设置在所述水下机器人主体上,与所述预处理设备连接,包括图像分割子设备和特征向量识别子设备,所述图像分割子设备基于焊缝图像灰度阈值范围将所述增强水下图像中的焊缝目标识别出来以获得水下焊缝图像;所述特征向量识别子设备与所述图像分割子设备连接,基于所述水下焊缝图像确定水下焊缝目标的 8 个几何特征:欧拉孔数、圆度、角点数、凸凹度、光滑度、长径比、紧密度和主轴角度,并将所述 8 个几何特征组成特征向量;焊缝类型识别设备,设置在所述水下机器人主体上,与所述特征提取设备连接,采用 8 输入 2 输出的单隐层 BP 神经网络,以水下焊缝目标的 8 个几何特征作为输入层神经元,输出层为水下焊缝类型,所述水下焊缝类型包括常规焊接类型和无法焊接类型;水上浮标,设置在所述水下机器人主体的上方水面上;供电设备,设置在所述水上浮标上,包括防水密封罩、太阳能供电器件、蓄电池、切换开关和电压转换器,所述防水密封罩用于容纳所述太阳能供电器件、所述蓄电池、所述切换开关和所述电压转换器,所述切换开关与所述太阳能供电器件和所述蓄电池分别连接,根据蓄电池的剩余电量决定是否切换到所述太阳能供电器件以由所述太阳能供电器件供电,所述电压转换器与所述切换开关连接,以将通过切换开关输入的 5V 电压转换为 3.3V 电压;北斗星定位设备,设置在所述水上浮标上,由所述供电设备提供电力供应,用于接收北斗星卫星发送的北斗星定位数据;声纳探测设备,设置在所述水上浮标上,由所述供电设备提供电力供应,用于探测所述潜水器主体到所述水上浮标的相对距离,并作为第一相对距离输出;超声波测距设备,设置在所述水下机器人主体上,用于测量所述水下机器人主体距离前方焊缝目标的距离,并作为第二相对距离输出;单片机,设置在所述水下机器人主体上,与所述焊缝类型识别设备、所述北斗星定位设备、所述声纳探测设备和所述超声波测距设备分别连接,基于所述北斗星定位数据、所述第一相对距离和所述第二相对距离计算焊缝定位数据,并当接收到所述水下焊缝类型为无法焊接类型时,发出报警信号,当接收到所述水下焊缝类型为常规焊接类型时,根据水下焊缝图像在增强水下图像的相对位置确定电焊钳驱动信号。

[0008] 更具体地,在所述基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器中,所述跟踪器还包括:水下电缆,用于将所述单片机与水上焊接处理中心连接,将所述报警信号和所述焊缝定位数据发送到所述水上焊接处理中心。

[0009] 更具体地,在所述基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器中:所述单片机为 AT89C51。

[0010] 更具体地,在所述基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器中:所述机器人机械架构包括支架、左压力克透明筒、右压力克透明筒、连接箍、储物台、机械臂、机械手和隔水密封筒。

附图说明

- [0011] 以下将结合附图对本发明的实施方案进行描述，其中：
- [0012] 图 1 为根据本发明实施方案示出的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器的结构方框图。
- [0013] 附图标记：1 水下机器人主体；2 水下焊缝识别设备；3 电焊钳驱动设备

具体实施方式

[0014] 下面将参照附图对本发明的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器的实施方案进行详细说明。

[0015] 水下焊接是固定水下设备的必要工序，其焊接质量好坏直接决定了水下设备的牢固度，然而，现有技术中尚不存在能够适应水下作业环境、能够自动完成焊缝定位、焊接操作的智能化设备，对于无法焊接的焊缝类型，也无法进行及时报警。

[0016] 为了克服上述不足，本发明搭建了一种基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器，以水下机器人为操作平台，引入各种能够适应水下工作环境的定位识别设备，从而能够实现水下焊缝类型、并自适应地进行水下设备焊接。

[0017] 图 1 为根据本发明实施方案示出的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器的结构方框图，所述跟踪器包括水下机器人主体、特征提取设备和焊缝类型识别设备，所述特征提取设备和所述焊缝类型识别设备都位于所述水下机器人主体上，用于分别提取水下焊缝特征和确定焊缝类型，并在确定焊缝类型为无法焊接类型时发出相关报警信息。

[0018] 接着，继续对本发明的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器的具体结构进行进一步的说明。

[0019] 所述跟踪器还包括：电焊钳，用于固定焊条，所述焊条为湿法涂料焊条，材料为低碳钢；安全开关，其负极导线连接到所述电焊钳；接地夹，被固定在待焊接工件上；电焊机，负极连接至所述电焊钳，正极接地；电焊钳驱动设备，与所述电焊钳连接，用于根据电焊钳驱动信号驱动所述电焊钳前往待焊接工件的焊缝位置；电焊钳驱动电机，为一直流电机，为所述电焊钳驱动设备对所述电焊钳的驱动提供动力。

[0020] 所述水下机器人主体包括驱动设备和机器人机械架构，所述驱动设备包括驱动控制器、左舷直流减速电机、右舷直流减速电机、沉浮电机、正螺旋桨、反螺旋桨、附带螺旋桨和联轴器，所述左舷直流减速电机、所述右舷直流减速电机和所述沉浮电机分别通过所述联轴器与所述正螺旋桨、所述反螺旋桨和所述附带螺旋桨连接，所述驱动控制器接收所述水上处理设备发送的驱动控制信号，以根据所述驱动控制信号的内容驱动所述左舷直流减速电机和所述右舷直流减速电机以分别控制所述正螺旋桨和所述反螺旋桨，驱动水下机器人主体实现前进、后退和左右动作，还用于根据所述驱动控制信号的内容驱动所述沉浮电机以控制所述附带螺旋桨，驱动水下机器人主体实现上升与下潜动作。

[0021] 所述跟踪器还包括：水下摄像设备，设置在所述水下机器人主体上，包括半球形防水透明罩、辅助照明子设备和 CMOS 摄像头，所述半球形防水透明罩用于容纳所述辅助照明子设备和所述 CMOS 摄像头，所述辅助照明子设备为所述 CMOS 摄像头的水下拍摄提供辅助照明，所述 CMOS 摄像头对前方目标拍摄以获得包含前方目标的水下图像。

[0022] 所述跟踪器还包括：预处理设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述CMOS摄像头连接，包括中值滤波子设备、低通滤波子设备和同态滤波子设备；所述中值滤波子设备与所述CMOS摄像头连接，用于对所述水下图像执行中值滤波，以滤除所述水下图像中的点噪声，获得第一滤波图像；所述低通滤波子设备与所述中值滤波子设备连接，用于去除所述第一滤波图像中的随机噪声，获得第二滤波图像；所述同态滤波子设备与所述低通滤波子设备连接，用于对所述第二滤波图像执行图像增强，以获得增强水下图像。

[0023] 所述跟踪器还包括：特征提取设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述预处理设备连接，包括图像分割子设备和特征向量识别子设备，所述图像分割子设备基于焊缝图像灰度阈值范围将所述增强水下图像中的焊缝目标识别出来以获得水下焊缝图像；所述特征向量识别子设备与所述图像分割子设备连接，基于所述水下焊缝图像确定水下焊缝目标的8个几何特征：欧拉孔数、圆度、角点数、凸凹度、光滑度、长径比、紧密度和主轴角度，并将所述8个几何特征组成特征向量。

[0024] 所述跟踪器还包括：焊缝类型识别设备，设置在所述水下机器人主体上，与所述特征提取设备连接，采用8输入2输出的单隐层BP神经网络，以水下焊缝目标的8个几何特征作为输入层神经元，输出层为水下焊缝类型，所述水下焊缝类型包括常规焊接类型和无法焊接类型。

[0025] 所述跟踪器还包括：水上浮标，设置在所述水下机器人主体的上方水面上。

[0026] 所述跟踪器还包括：供电设备，设置在所述水上浮标上，包括防水密封罩、太阳能供电器件、蓄电池、切换开关和电压转换器，所述防水密封罩用于容纳所述太阳能供电器件、所述蓄电池、所述切换开关和所述电压转换器，所述切换开关与所述太阳能供电器件和所述蓄电池分别连接，根据蓄电池的剩余电量决定是否切换到所述太阳能供电器件以由所述太阳能供电器件供电，所述电压转换器与所述切换开关连接，以将通过切换开关输入的5V电压转换为3.3V电压。

[0027] 所述跟踪器还包括：北斗星定位设备，设置在所述水上浮标上，由所述供电设备提供电力供应，用于接收北斗星卫星发送的北斗星定位数据；声纳探测设备，设置在所述水上浮标上，由所述供电设备提供电力供应，用于探测所述潜水器主体到所述水上浮标的相对距离，并作为第一相对距离输出。

[0028] 所述跟踪器还包括：超声波测距设备，设置在所述水下机器人主体上，用于测量所述水下机器人主体距离前方焊缝目标的距离，并作为第二相对距离输出。

[0029] 所述跟踪器还包括：单片机，设置在所述水下机器人主体上，与所述焊缝类型识别设备、所述北斗星定位设备、所述声纳探测设备和所述超声波测距设备分别连接，基于所述北斗星定位数据、所述第一相对距离和所述第二相对距离计算焊缝定位数据，并当接收到所述水下焊缝类型为无法焊接类型时，发出报警信号，当接收到所述水下焊缝类型为常规焊接类型时，根据水下焊缝图像在增强水下图像的相对位置确定电焊钳驱动信号。

[0030] 可选地，在所述基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器中，所述跟踪器还包括：水下电缆，用于将所述单片机与水上焊接处理中心连接，将所述报警信号和所述焊缝定位数据发送到所述水上焊接处理中心；所述单片机为AT89C51；所述机器人机械架构包括支架、左压力克透明筒、右压力克透明筒、连接箍、储物台、机械臂、机械手和隔水密封筒。

[0031] 可选地，中值滤波子设备、低通滤波子设备和同态滤波子设备分别采用不同的

FPGA 芯片来实现。

[0032] 另外, FPGA(Field – Programmable Gate Array), 即现场可编程门阵列, 他是在 PAL、GAL、CPLD 等可编程器件的基础上进一步发展的产物。他是作为专用集成电路 (ASIC) 领域中的一种半定制电路而出现的, 既解决了定制电路的不足, 又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。

[0033] 以硬件描述语言 (Verilog 或 VHDL) 所完成的电路设计, 可以经过简单的综合与布局, 快速的烧录至 FPGA 上进行测试, 是现代 IC 设计验证的技术主流。这些可编辑元件可以被用来实现一些基本的逻辑门电路 (比如 AND、OR、XOR、NOT) 或者更复杂一些的组合功能比如解码器或数学方程式。在大多数的 FPGA 里面, 这些可编辑的元件里也包含记忆元件例如触发器 (Flip – flop) 或者其他更加完整的记忆块。系统设计师可以根据需要通过可编辑的连接把 FPGA 内部的逻辑块连接起来, 就好像一个电路试验板被放在了一个芯片里。一个出厂后的成品 FPGA 的逻辑块和连接可以按照设计者而改变, 所以 FPGA 可以完成所需要的逻辑功能。

[0034] FPGA 一般来说比 ASIC(专用集成电路) 的速度要慢, 实现同样的功能比 ASIC 电路面积要大。但是他们也有很多的优点比如可以快速成品, 可以被修改来改正程序中的错误和更便宜的造价。厂商也可能会提供便宜的但是编辑能力差的 FPGA。因为这些芯片有比较差的可编辑能力, 所以这些设计的开发是在普通的 FPGA 上完成的, 然后将设计转移到一个类似于 ASIC 的芯片上。另外一种方法是用 CPLD(Complex Programmable Logic Device, 复杂可编程逻辑器件)。FPGA 的开发相对于传统 PC、单片机的开发有很大不同。FPGA 以并行运算为主, 以硬件描述语言来实现; 相比于 PC 或单片机 (无论是冯诺依曼结构还是哈佛结构) 的顺序操作有很大区别。

[0035] 早在 1980 年代中期, FPGA 已经在 PLD 设备中扎根。CPLD 和 FPGA 包括了一些相对大数量的可编辑逻辑单元。CPLD 逻辑门的密度在几千到几万个逻辑单元之间, 而 FPGA 通常是在几万到几百万。CPLD 和 FPGA 的主要区别是他们的系统结构。CPLD 是一个有点限制性的结构。这个结构由一个或者多个可编辑的结果之和的逻辑组列和一些相对少量的锁定的寄存器组成。这样的结果是缺乏编辑灵活性, 但是却有可以预计的延迟时间和逻辑单元对连接单元高比率的优点。而 FPGA 却是有很多的连接单元, 这样虽然让他可以更加灵活的编辑, 但是结构却复杂的多。

[0036] 采用本发明的基于神经网络识别的水下焊缝跟踪器, 针对现有技术中人工焊接困难的技术问题, 通过改造水下机器人和水下焊接设备的具体结构, 提高焊接的自动化程度, 同时以多重滤波的图像预处理器滤除水下各类干扰, 以神经网络识别技术识别水下焊缝类型, 以水下定位技术识别焊缝具体位置。

[0037] 可以理解的是, 虽然本发明已以较佳实施例披露如上, 然而上述实施例并非用以限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言, 在不脱离本发明技术方案范围情况下, 都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰, 或修改为等同变化的等效实施例。因此, 凡是未脱离本发明技术方案的内容, 依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰, 均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

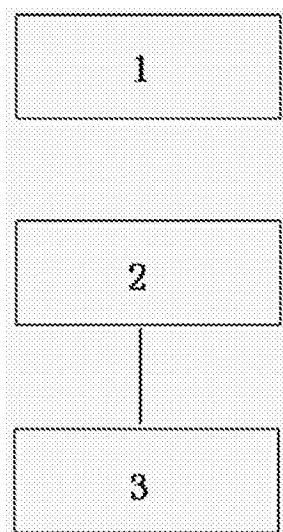


图 1