



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109960283 B

(45) 授权公告日 2022.06.24

(21) 申请号 201711421142.5

(22) 申请日 2017.12.25

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109960283 A

(43) 申请公布日 2019.07.02

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新园  
南区粤兴一道18号香港理工大学产  
研大楼205室

(72) 发明人 姜向远 李帅

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所  
44237  
专利代理师 官建红

(51) Int. Cl.  
G05D 1/12 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 101414009 A, 2009.04.22
- CN 102156817 A, 2011.08.17
- CN 104820784 A, 2015.08.05
- WO 2014165927 A1, 2014.10.16
- CN 102592197 A, 2012.07.18

审查员 易晓莉

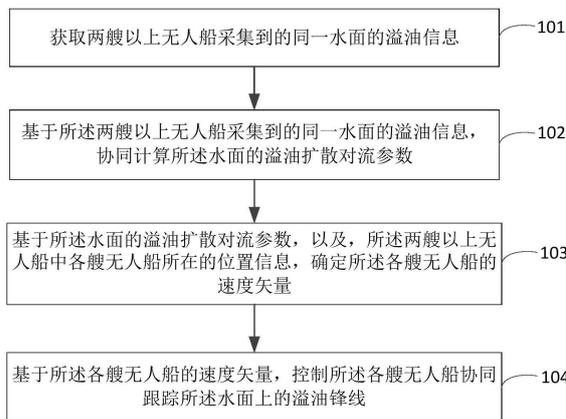
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

## (54) 发明名称

水面溢油跟踪方法、水面溢油跟踪装置及电子设备

## (57) 摘要

本发明适用于溢油监测技术领域,提供了一种水面溢油跟踪方法、水面溢油跟踪装置、电子设备及计算机可读存储介质,所述水面溢油跟踪方法包括:获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息;基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数;基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。本发明能够提高监测跟踪水面溢油的准确性和效率。



1. 一种水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述水面溢油跟踪方法包括:

获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

2. 根据权利要求1所述的水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,包括:

根据预设的第一公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第一公式为:

$$\begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i, \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i, \end{cases}$$

其中, $i=1,2,\dots,n$ ,所述 $n$ 表示无人船的数量,对于无人船 $i$ ,所述 $c_i$ 表示溢油浓度的实测值,所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c_i$ 表示溢油浓度的散度,所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值,所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值,所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值,所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数,所述 $\alpha_1, \alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0。

3. 根据权利要求1所述的水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,包括:

根据预设的第二公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第二公式为:

$$\begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

其中, $i=1,2,\dots,n$ ,所述 $n$ 表示无人船的数量,对应于无人船 $i$ ,所述 $c_i$ 表示溢油浓度的实测值,所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c_i$ 表示溢油浓度的散度,所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值,所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值,所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值,所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数,所

述 $\alpha_1, \alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0,所述 $\hat{v}_j$ 表示无人船j得到的对流速度的计算值,所述 $\hat{k}_j$ 表示无人船j得到的扩散系数的计算值。

4. 根据权利要求1所述的水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,包括:

根据预设的第三公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第三公式为:

$$\begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \alpha_4 (\hat{v}_i - P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \alpha_5 (\hat{k}_i - P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

其中, $i=1, 2, \dots, n$ ,所述n表示无人船的数量,对应于无人船i,所述 $c_i$ 表示溢油浓度的实测值,所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c_i$ 表示溢油浓度的散度,所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值,所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值,所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值,所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数,所述 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 和 $\alpha_5$ 均大于0,所述 $\hat{v}_j$ 表示无人船j得到的对流速度的计算值,所述 $\hat{k}_j$ 表示无人船j得到的扩散系数的计算值,所述 $P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)$ 表示 $\hat{v}_i$ 所在的有界集合上的投影,所述 $P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)$ 表示 $\hat{k}_i$ 所在的有界集合上的投影。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量,包括:

将所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,输入预设的状态观测器和运动控制器,输出所述各艘无人船移动所需的速度矢量,所述状态观测器和运动控制器的分布式算法方程为:

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}}_i = -\frac{(\hat{v}_i \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i) \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|^2} + \frac{g_{4i} A \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|} - g_{2i} \nabla c_i (\nabla^T c_i (\hat{x}_i - x_i^*) + c_i - c_0), \\ u_i = -\frac{(\hat{v}_i \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i) \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|^2} + \frac{g_{4i} A \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|} - g_{2i} \nabla c_i (\nabla^T c_i (\hat{x}_i - x_i^*) + c_i - c_0) - g_{6i} (\hat{x}_i - x_i^*), \end{cases}$$

其中,所述 $\hat{x}_i$ 表示无人船i移动所需的速度方向,所述 $u_i$ 表示无人船i移动所需的速度大小,所述 $\hat{x}_i$ 表示无人船i所在的位置信息的计算值,所述 $x_i^*$ 表示无人船i所在的位置信息的实际值,所述 $c_0$ 表示所述水面的溢油锋线的溢油浓度,所述 $g_{2i}$ 表示观测补偿项,所述 $g_{4i}$ 表示运动控制项,所述 $g_{6i}$ 表示位置反馈控制项。

6. 根据权利要求5所述的水面溢油跟踪方法,其特征在于,所述无人船包括具有自主探索能力的主无人船和不具有自主探索能力的从无人船;

对于所述主无人船,所述运动控制项 $g_{4i}$ 为:

$$g_{4i} = \beta_1 \|\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i}\| \operatorname{sign}\left((\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i})^T A \nabla c_i\right)$$

其中, $g_{41} > 0, g_{4n} < 0$ ,所述 $\beta_1$ 为预设的可调参数;

对于所述从无人船,所述运动控制项 $g_{4i}$ 为:

$$g_{4i} = \frac{\beta_2 \left( \hat{x}_{i-1}^T A \nabla c_{i-1} + \hat{x}_{i+1}^T A \nabla c_{i+1} - 2\hat{x}_i^T A \nabla c_i \right)}{\|A \nabla c_i\|}$$

其中,所述 $\beta_2$ 为预设的可调参数。

7. 一种水面溢油跟踪装置,其特征在于,所述水面溢油跟踪装置包括:

获取单元,用于获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

计算单元,用于基于所述获取单元获取的所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

速度确定单元,用于基于所述计算单元计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

控制单元,用于基于所述速度确定单元确定的各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

8. 根据权利要求7所述的水面溢油跟踪装置,其特征在于,所述计算单元具体用于:

根据预设的第一公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第一公式为:

$$\begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i, \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i, \end{cases}$$

其中, $i = 1, 2, \dots, n$ ,所述 $n$ 表示无人船的数量,对应于无人船 $i$ ,所述 $c_i$ 表示溢油浓度的实测值,所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c_i$ 表示溢油浓度的散度,所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值,所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值,所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值,所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数,所述 $\alpha_1, \alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0。

9. 一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。

## 水面溢油跟踪方法、水面溢油跟踪装置及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于溢油监测技术领域,尤其涉及一种水面溢油跟踪方法、水面溢油跟踪装置、电子设备及计算机可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 目前,无人船(Unmanned Surface Vessel,简称USV)是一种无需遥控,借助精确卫星定位和自身传感即可按照预设任务在水面航行的全自动水面机器人。当前,对于无人船的研究十分活跃并被日益运用到广泛的领域中。

[0003] 目前,在石油勘探、开发、炼制及运储过程中,由于意外事故或操作失误,可能会造成原油或油品从作业现场或者储器中外泄,原油或油品流向水面,会在水面上形成薄厚不等的油膜,这一现象称为溢油。溢油事故会造成严重的环境污染并危及水中的生物,对水面溢油的监测和跟踪能够及时获知溢油影响区域和污染程度,对于控制溢油面的扩大以及清除溢油具有重要的意义。

[0004] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:一方面,对于无人船的控制难以得到准确的模型参数,存在模型误差,准确性不高;另一方面,现有的溢油监测多采用单无人船跟踪,单无人船跟踪溢油面的效率不高。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种水面溢油跟踪方法、水面溢油跟踪装置、电子设备及计算机可读存储介质,通过两个以上的无人船协同跟踪水面的溢油锋线,能够提高监测跟踪水面溢油的准确性和效率。

[0006] 本发明的第一方面提供了一种水面溢油跟踪方法,所述水面溢油跟踪方法包括:

[0007] 获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

[0008] 基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

[0009] 基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

[0010] 基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0011] 本发明的第二方面提供了一种水面溢油跟踪装置,所述水面溢油跟踪装置包括:

[0012] 获取单元,用于获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

[0013] 计算单元,用于基于所述获取单元获取的所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

[0014] 速度确定单元,用于基于所述计算单元计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

[0015] 控制单元,用于基于所述速度确定单元确定的各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0016] 本发明的第三方面提供了一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如任一项所述水面溢油跟踪方法的步骤。

[0017] 本发明的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如任一项所述水面溢油跟踪方法的步骤。

[0018] 本发明与现有技术相比存在的有益效果是:

[0019] 通过获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息;基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数;基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线;实现了两个以上的无人船对水面的溢油锋线的协同跟踪,解决了单无人船监测水面溢油存在误差,不够准确和效率不高的问题,提高了监测跟踪水面溢油的准确性和效率。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述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。

[0021] 图1是本发明实施例提供的水面溢油跟踪方法的实现流程图;

[0022] 图2是本发明实施例提供的水面溢油跟踪装置的结构示意图;

[0023] 图3是本发明实施例提供的电子设备的示意图。

## 具体实施方式

[0024] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本发明实施例。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本发明。在其它情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本发明的描述。

[0025] 为了说明本发明所述的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0026] 图1示出了本发明实施例提供的水面溢油跟踪方法的实现流程图,详述如下:

[0027] 步骤101、获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息;

[0028] 溢油事故发生后,发生溢油事故的水面上漂浮有扩散的油膜,将两艘以上的无人船投放于发生溢油事故的水面,各无人船通过预先配置的传感器实时采集所述水面上的溢

油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度。

[0029] 在本发明实施例中,获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,以基于所述两艘以上无人船采集到的溢油信息计算溢油水面的溢油扩散对流参数。

[0030] 步骤102、基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数。

[0031] 在本发明实施例中,预先建立水面上的溢油扩散对流模型,所述溢油扩散对流模型可表示为 $\dot{c} = v^T \nabla c + k \nabla^2 c$ ,其中,所述 $\dot{c}$ 为溢油浓度,所述 $\nabla c$ 为溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c$ 为溢油浓度的散度,所述 $k$ 为未知的扩散系数,所述 $v$ 为未知的对流速度(也即流场速度矢量),所述 $v^T$ 表示所述 $v$ 的转置矩阵。

[0032] 需要说明的是,对应于无人船 $i$ ,上述溢油扩散对流模型的各项参数相应的可写为分布式参数,例如, $c_i$ ,  $\nabla c_i$ ,  $\nabla^2 c_i$ ,  $k_i$ 和 $v_i$ 等。

[0033] 在本发明实施例中,基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,以及,预设的溢油扩散对流模型,可以计算得到所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度。

[0034] 作为一可选实施例,在步骤102中,所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,包括:根据预设的第一公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第一公式为:

$$[0035] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i, \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i, \end{cases}$$

[0036] 其中, $i=1,2,\dots,n$ ,所述 $n$ 表示无人船的数量,对应于无人船 $i$ ,所述 $c_i$ 表示溢油浓度的实测值,所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度,所述 $\nabla^2 c_i$ 表示表示溢油浓度的散度,所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值,所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值,所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值,所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数,所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数,所述 $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0。

[0037] 本实施例中,只利用无人船 $i$ 的自身信息计算所述水面的溢油扩散对流参数,需要说明的是,计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数为估计值。

[0038] 作为另一可选实施例,在步骤102中,所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,包括:

[0039] 根据预设的第二公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第二公式为:

$$[0040] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} f(\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

[0041] 其中,  $i=1, 2, \dots, n$ , 所述  $n$  表示无人船的数量, 对应于无人船  $i$ , 所述  $c_i$  表示溢油浓度的实测值, 所述  $\nabla c_i$  表示溢油浓度的梯度, 所述  $\nabla^2 c_i$  表示表示溢油浓度的散度, 所述  $\hat{c}_i$  表示溢油浓度的计算值, 所述  $\hat{k}_i$  表示扩散系数的计算值, 所述  $\hat{v}_i$  表示对流速度的计算值, 所述  $\dot{\hat{c}}_i$  表示溢油浓度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{v}}_i$  表示对流速度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{k}}_i$  表示扩散系数的一阶导数, 所述  $\alpha_1, \alpha_2$  和  $\alpha_3$  均大于 0, 所述  $\hat{v}_j$  表示无人船  $j$  得到的对流速度的计算值, 所述  $\hat{k}_j$  表示无人船  $j$  得到的扩散系数的计算值。

[0042] 本实施例中, 所述  $-\sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} f(\hat{v}_i - \hat{v}_j)$  和  $-\sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j)$  为辅助项, 用以利用无人船  $i$  的邻居无人船  $j$  的相关信息共同估计所述水面的溢油扩散对流参数, 以提高计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数的准确性和一致性。

[0043] 作为再一可选实施例, 在步骤 102 中, 所述协同计算所述水面的溢油扩散对流参数, 包括:

[0044] 根据预设的第三公式, 计算所述水面的溢油扩散对流参数, 其中, 所述第三公式为:

$$[0045] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \alpha_4 (\hat{v}_i - P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} f(\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \alpha_5 (\hat{k}_i - P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

[0046] 其中,  $i=1, 2, \dots, n$ , 所述  $n$  表示无人船的数量, 对应于无人船  $i$ , 所述  $c_i$  表示溢油浓度的实测值, 所述  $\nabla c_i$  表示溢油浓度的梯度, 所述  $\nabla^2 c_i$  表示表示溢油浓度的散度, 所述  $\hat{c}_i$  表示溢油浓度的计算值, 所述  $\hat{k}_i$  表示扩散系数的计算值, 所述  $\hat{v}_i$  表示对流速度的计算值, 所述  $\dot{\hat{c}}_i$  表示溢油浓度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{v}}_i$  表示对流速度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{k}}_i$  表示扩散系数的一阶导数, 所述  $\alpha_1, \alpha_2$  和  $\alpha_3$  均大于 0, 所述  $\hat{v}_j$  表示无人船  $j$  得到的对流速度的计算值, 所述  $\hat{k}_j$  表示无人船  $j$  得到的扩散系数的计算值, 所述  $P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)$  表示  $\hat{v}_i$  所在的有界集合上的投影, 所述

$P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)$ 表示 $\hat{k}_i$ 所在的有界集合上的投影。

[0047] 本实施例中,所述 $-\alpha_4(\hat{v}_i - P_{\Omega_v}(\hat{v}_i))$ 和 $-\alpha_5(\hat{k}_i - P_{\Omega_k}(\hat{k}_i))$ 为投影项,所述 $P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)$ 和所述 $P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)$ 为变量 $\hat{v}_i$ 和 $\hat{k}_i$ 分别在其所在的有界集合上的投影,用以保证无人船i的暂态性能。

[0048] 需要说明的是,所述 $\hat{k}_i$ 和 $\hat{v}_i$ 分别表示无人船i对全局模型参数k(扩散系数)和v(对流速度)的本地估计量。

[0049] 另外需要说明的是,在本发明实施例中,所述 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 和 $\alpha_5$ 为预设值,用于调整参数 $\hat{k}$ 和 $\hat{v}_i$ 的收敛速度。

[0050] 步骤103、基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

[0051] 在本发明实施例中,每艘无人船自主运行基于状态观测器的控制率,然后在位置状态一致性协议作用下,可求得每艘无人船跟踪溢油锋线所需要的运动速度和方向。

[0052] 具体的,将步骤102中计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数用于如下无人船的状态方程和观测方程:

$$[0053] \quad \begin{cases} \dot{x} = \frac{(\hat{v}^T \nabla c + \hat{k} \nabla^2 c) \nabla c}{\|\nabla c\|^2} + \frac{v_d A \nabla c}{\|\nabla c\|} \\ c = \nabla^T c_r (\hat{x} - x_r) + c_r \end{cases}$$

[0054] 其中, $\dot{x}$ 表示无人船的速度, $\hat{x}$ 表示无人船位置信息的计算值, $x_r$ 表示无人船位置信息的实际值, $c_r$ 表示无人船实际采集到的溢油浓度, $v_d$ 表示无人船的运动矢量,A表示垂直转移矩阵。在经计算得到所述水面的溢油扩散对流参数后,基于上述方程,进而可以求得所述各艘无人船的速度矢量。

[0055] 需要说明的是,本实施例中的无人船还配置有定位模块,用以确定各无人船的实际位置信息。

[0056] 作为一可选实施例,上述步骤103可通过以下方式实现:

[0057] 将所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,输入预设的状态观测器和运动控制器,输出所述各艘无人船移动所需的速度矢量,所述状态观测器和运动控制器的分布式算法方程为:

$$[0058] \quad \begin{cases} \dot{\hat{x}}_i = -\frac{(\hat{v}_i \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i) \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|^2} + \frac{g_{4i} A \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|} - g_{2i} \nabla c_i (\nabla^T c_i (\hat{x}_i - x_i^*) + c_i - c_0), \\ u_i = -\frac{(\hat{v}_i \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i) \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|^2} + \frac{g_{4i} A \nabla c_i}{\|\nabla c_i\|} - g_{2i} \nabla c_i (\nabla^T c_i (\hat{x}_i - x_i^*) + c_i - c_0) - g_{6i} (\hat{x}_i - x_i^*), \end{cases}$$

[0059] 其中,所述 $\dot{\hat{x}}_i$ 表示无人船i移动所需的速度方向,所述 $u_i$ 表示无人船i移动所需的速度大小,所述 $\hat{x}_i$ 表示无人船i所在的位置信息的计算值,所述 $x_i^*$ 表示无人船i所在的位置信息的实际值,所述 $c_0$ 表示所述水面的溢油锋线的溢油浓度,所述 $g_{2i}$ 表示观测补偿项,所述 $g_{4i}$ 表示运动控制项,所述 $g_{6i}$ 表示位置反馈控制项。

[0060] 本实施例中,设计无人船基于一致性协议的状态观测器和运动控制器,通过状态观测器输出确定无人船运动所需的方向,通过运动控制器输出无人船运动所需的速度大小,进而确定各艘无人船移动所需的速度矢量,控制各艘无人船移动以协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0061] 需要说明的是,通过引入所述观测补偿项、运动控制项以及位置反馈控制项,提供了对无人船的运动控制的裕度。

[0062] 需要补充说明的是,在本发明实施例中,将单艘无人船的运动模型表示为:

$$[0063] \quad \dot{x}_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \end{bmatrix} \dot{\tau}_i,$$

[0064] 其中, $\theta_r$ 为无人船偏航角,令 $x_r = [x_{r1}, x_{r2}]^T$ 和 $\tau = [\tau_{r1}, \tau_{r2}]^T$ , $x_r$ 和 $\tau$ 分别对应在全局笛卡尔坐标下和无人船局部坐标下的坐标,上式中其逆矩阵始终存在,故可构造如下关系:

$$[0065] \quad \dot{\tau}_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & \sin \theta_i \\ -\sin \theta_i & \cos \theta_i \end{bmatrix} u_i$$

[0066] 将两者联立,可得到无人船的一阶线性控制率 $\dot{x}_i = u_i$ 。基于此可以设计无人船基于一致性协议的状态观测器和运动控制器。

[0067] 可选的,所述无人船包括具有自主探索能力的主无人船和不具有自主探索能力的从无人船;

[0068] 对于所述主无人船,所述运动控制项 $g_{4i}$ 为:

$$[0069] \quad g_{4i} = \beta_1 \|\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i}\| \text{sign} \left( (\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i})^T \text{A} \nabla c_i \right)$$

[0070] 其中, $g_{41} > 0$ , $g_{4n} < 0$ ,所述 $\beta_1$ 为预设的可调参数。

[0071] 对于所述从无人船,所述运动控制项 $g_{4i}$ 为:

$$[0072] \quad g_{4i} = \frac{\beta_2 \left( \hat{x}_{i-1}^T \text{A} \nabla c_{i-1} + \hat{x}_{i+1}^T \text{A} \nabla c_{i+1} - 2\hat{x}_i^T \text{A} \nabla c_i \right)}{\|\text{A} \nabla c_i\|}$$

[0073] 其中,所述 $\beta_2$ 为预设的可调参数。

[0074] 本实施例中,将无人船划分为两类:一类是主无人船,所述主无人船作为领导者,遵从一致性协议的同时,具有自主探索的能力;另一类是从无人船,所述从无人船作为跟随者,更多的遵从一致性协议。

[0075] 需要说明的是,将两艘以上的无人船控制为一列,该列无人船的首尾两艘无人船设置为主无人船,将其它无人船设置为从无人船,可以使该列无人船更快的包围溢油锋线。

[0076] 本实施例中,对于主无人船,在无人船开始移动时,假设有n艘无人船,主无人船1和主无人船n沿着溢油锋线以相反方向的运行,即设定参数 $g_{41} > 0$ 和 $g_{4n} < 0$ 。在某一个时刻,主无人船1和主无人船n会相遇,并待在一起,此时 $g_{4i}$ 表示为:

$$g_{4i} = \beta_1 \|\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i}\| \text{sign} \left( (\hat{x}_i - \hat{x}_{n+1-i})^T \text{A} \nabla c_i \right)。$$

[0077] 本实施例中,对于从无人船, $g_{2i}$ 和 $g_{6i}$ 两个参数的选择可以与主无人船完全相同,区别在于对于从无人船:

$$[0078] \quad g_{4i} = \frac{\beta_2 (\hat{x}_{i-1}^T A \nabla c_{i-1} + \hat{x}_{i+1}^T A \nabla c_{i+1} - 2\hat{x}_i^T A \nabla c_i)}{\|A \nabla c_i\|}$$

[0079] 通过引入一致性协议,保证从无人船在跟随主无人船移动的同时,各个从无人船之间的间距又能均匀分布。

[0080] 在本实施例中, $\beta_1$ 和 $\beta_2$ 为预设的待定参数,可以由用户根据实际情况调试选择确定。

[0081] 步骤104、基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0082] 在本发明实施例中,在确定所述各艘无人船的速度矢量之后,控制所述各艘无人船以相应的速度矢量移动,由于所述各艘无人船的速度矢量是基于一致性协议协同确定的,从而所述各艘无人船的移动可以协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0083] 由上可知,本发明通过获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息;基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数;基于所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;基于所述各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线;实现了两个以上的无人船对水面的溢油锋线的协同跟踪,解决了单无人船监测水面溢油存在误差,不够准确和效率不高的问题,提高了监测跟踪水面溢油的准确性和效率。

[0084] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0085] 图2示出了本发明实施例提供的水面溢油跟踪装置的结构示意图的结构示意图,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,详述如下:

[0086] 如图2所示,一种水面溢油跟踪装置2包括:获取单元21,计算单元22,速度确定单元23和控制单元24。

[0087] 获取单元21,用于获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,其中,所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

[0088] 计算单元22,用于基于获取单元21获取的所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息,协同计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

[0089] 速度确定单元23,用于基于计算单元22计算得到的所述水面的溢油扩散对流参数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

[0090] 控制单元24,用于基于速度确定单元23确定的各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0091] 可选的,所述计算单元具体用于:

[0092] 根据预设的第一公式,计算所述水面的溢油扩散对流参数,其中,所述第一公式为:

$$[0093] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i, \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i, \end{cases}$$

[0094] 其中,  $i=1,2,\dots,n$ , 所述 $n$ 表示无人船的数量, 对应于无人船 $i$ , 所述 $c_i$ 表示溢油浓度, 所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度, 所述 $\nabla^2 c_i$ 表示表示溢油浓度的散度, 所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值, 所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值, 所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值, 所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数, 所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数, 所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数, 所述 $\alpha_1, \alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0。

[0095] 可选的, 所述计算单元具体用于:

[0096] 根据预设的第二公式, 计算所述水面的溢油扩散对流参数, 其中, 所述第二公式为:

$$[0097] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in N(i)} f(\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in N(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

[0098] 其中,  $i=1,2,\dots,n$ , 所述 $n$ 表示无人船的数量, 对应于无人船 $i$ , 所述 $c_i$ 表示溢油浓度, 所述 $\nabla c_i$ 表示溢油浓度的梯度, 所述 $\nabla^2 c_i$ 表示表示溢油浓度的散度, 所述 $\hat{c}_i$ 表示溢油浓度的计算值, 所述 $\hat{k}_i$ 表示扩散系数的计算值, 所述 $\hat{v}_i$ 表示对流速度的计算值, 所述 $\dot{\hat{c}}_i$ 表示溢油浓度的一阶导数, 所述 $\dot{\hat{v}}_i$ 表示对流速度的一阶导数, 所述 $\dot{\hat{k}}_i$ 表示扩散系数的一阶导数, 所述 $\alpha_1, \alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 均大于0, 所述 $\hat{v}_j$ 表示无人船 $j$ 得到的对流速度的计算值, 所述 $\hat{k}_j$ 表示无人船 $j$ 得到的扩散系数的计算值。

[0099] 可选的, 所述计算单元具体用于:

[0100] 根据预设的第三公式, 计算所述水面的溢油扩散对流参数, 其中, 所述第三公式为:

$$[0101] \quad \begin{cases} \dot{\hat{c}}_i = \hat{v}_i^T \nabla c_i + \hat{k}_i \nabla^2 c_i - \alpha_1 (\hat{c}_i - c_i), \\ \dot{\hat{v}}_i = -\alpha_2 (\hat{c}_i - c_i) \nabla c_i - \alpha_4 (\hat{v}_i - P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} f(\hat{v}_i - \hat{v}_j), \\ \dot{\hat{k}}_i = -\alpha_3 (\hat{c}_i - c_i) \nabla^2 c_i - \alpha_5 (\hat{k}_i - P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)) - \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} (\hat{k}_i - \hat{k}_j), \end{cases}$$

[0102] 其中,  $i=1, 2, \dots, n$ , 所述  $n$  表示无人船的数量, 对应于无人船  $i$ , 所述  $c_i$  表示溢油浓度, 所述  $\nabla c_i$  表示溢油浓度的梯度, 所述  $\nabla^2 c_i$  表示表示溢油浓度的散度, 所述  $\hat{c}_i$  表示溢油浓度的计算值, 所述  $\hat{k}_i$  表示扩散系数的计算值, 所述  $\hat{v}_i$  表示对流速度的计算值, 所述  $\dot{\hat{c}}_i$  表示溢油浓度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{v}}_i$  表示对流速度的一阶导数, 所述  $\dot{\hat{k}}_i$  表示扩散系数的一阶导数, 所述  $\alpha_1, \alpha_2$  和  $\alpha_3$  均大于 0, 所述  $\hat{v}_j$  表示无人船  $j$  得到的对流速度的计算值, 所述  $\hat{k}_j$  表示无人船  $j$  得到的扩散系数的计算值, 所述  $P_{\Omega_v}(\hat{v}_i)$  表示  $\hat{v}_i$  所在的有界集合上的投影, 所述  $P_{\Omega_k}(\hat{k}_i)$  表示  $\hat{k}_i$  所在的有界集合上的投影。

[0103] 由上可知, 本发明通过获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息; 基于所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息, 协同计算所述水面的溢油扩散对流参数; 基于所述水面的溢油扩散对流参数, 以及, 所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息, 确定所述各艘无人船的速度矢量; 基于所述各艘无人船的速度矢量, 控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线; 实现了两个以上的无人船对水面的溢油锋线的协同跟踪, 解决了单无人船监测水面溢油存在误差, 不够准确和效率不高的问题, 提高了监测跟踪水面溢油的准确性和效率。

[0104] 图3是本发明一实施例提供的电子设备的示意图。如图3所示, 该实施例的电子设备3包括: 处理器30、存储器31以及存储在所述存储器31中并可在所述处理器30上运行的计算机程序32。所述处理器30执行所述计算机程序32时实现上述各个水面溢油跟踪方法实施例中的步骤, 例如图1所示的步骤101至步骤104。或者, 所述处理器30执行所述计算机程序32时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能, 例如图2所示单元21至24的功能。

[0105] 示例性的, 所述计算机程序32可以被分割成一个或多个模块/单元, 所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器31中, 并由所述处理器30执行, 以完成本发明。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段, 该指令段用于描述所述计算机程序32在所述电子设备3中的执行过程。例如, 所述计算机程序32可以被分割成获取单元, 计算单元, 速度确定单元和控制单元, 各单元具体功能如下:

[0106] 获取单元, 用于获取两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息, 其中, 所述溢油信息包括溢油浓度、溢油浓度的梯度和溢油浓度的散度;

[0107] 计算单元, 用于基于所述获取单元获取的所述两艘以上无人船采集到的同一水面的溢油信息, 协同计算所述水面的溢油扩散对流参数, 其中, 所述溢油扩散对流参数包括扩散系数和对流速度;

[0108] 速度确定单元, 用于基于所述计算单元计算得到的所述水面的溢油扩散对流参

数,以及,所述两艘以上无人船中各艘无人船所在的位置信息,确定所述各艘无人船的速度矢量;

[0109] 控制单元,用于基于所述速度确定单元确定的各艘无人船的速度矢量,控制所述各艘无人船协同跟踪所述水面上的溢油锋线。

[0110] 所述电子设备3可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述电子设备可包括,但不仅限于,处理器30、存储器31。本领域技术人员可以理解,图3仅仅是电子设备3的示例,并不构成对电子设备3的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如所述电子设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0111] 所称处理器30可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、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、分立硬件组件等。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。

[0112] 所述存储器31可以是所述电子设备3的内部存储单元,例如电子设备3的硬盘或内存。所述存储器31也可以是所述电子设备3的外部存储设备,例如所述电子设备3上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等。进一步地,所述存储器31还可以既包括所述电子设备3的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器31用于存储所述计算机程序以及所述电子设备所需的其他程序和数据。所述存储器31还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0113] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块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单元的形式实现。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0114] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0115] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0116] 在本发明所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/电子设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/电子设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块或单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如

多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通讯连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0117] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0118] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元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单元的形式实现。

[0119] 所述集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,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,本发明实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括是电载波信号和电信信号。

[0120] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

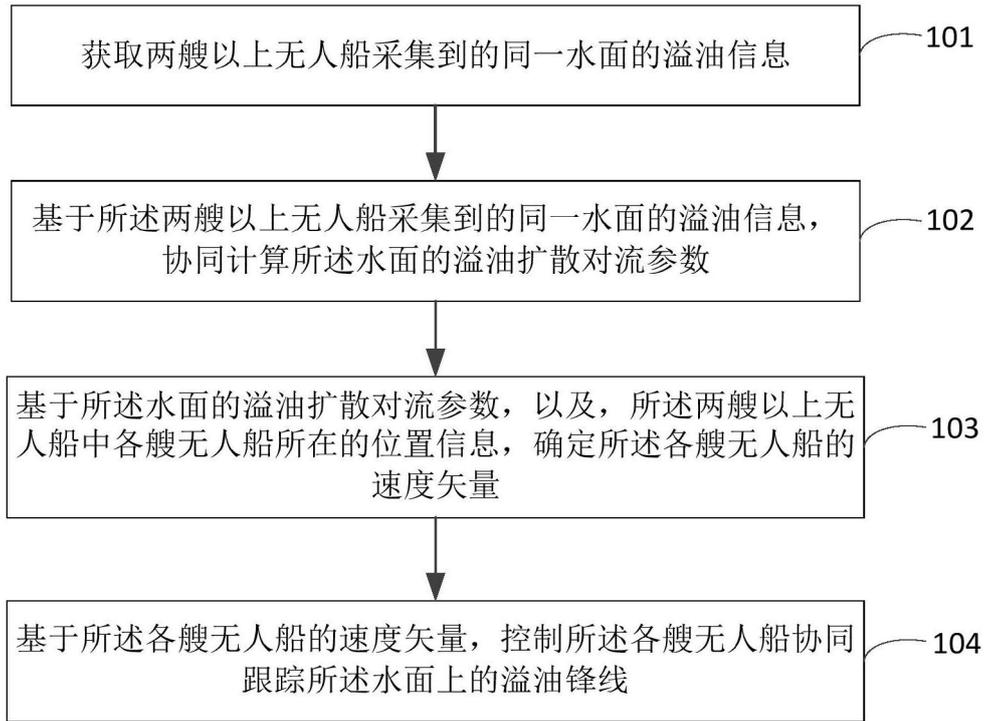


图1

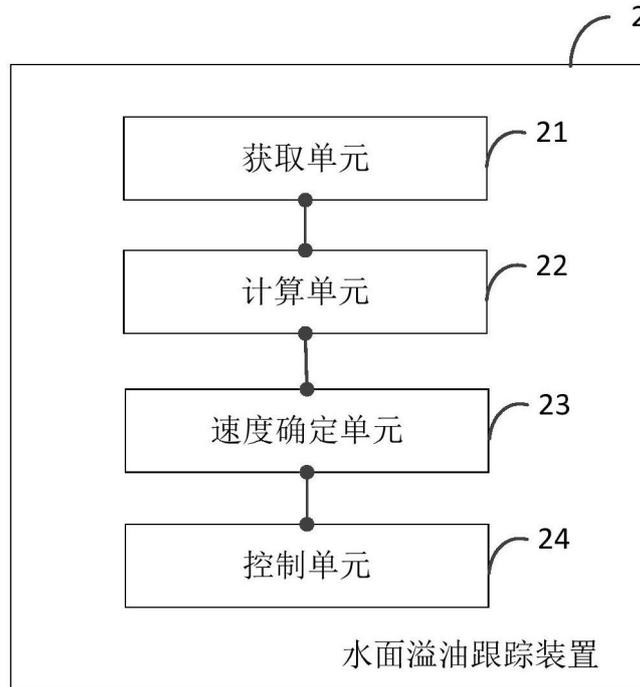


图2

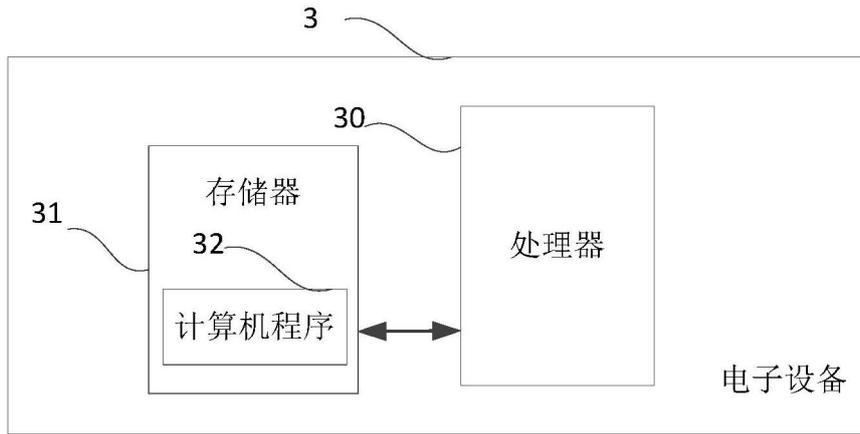


图3