



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105787886 A

(43) 申请公布日 2016. 07. 20

(21) 申请号 201410810208. X

(22) 申请日 2014. 12. 22

(71) 申请人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市南塔街 114 号

(72) 发明人 高雷 徐红丽

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002  
代理人 徐丽 周秀梅

(51) Int. Cl.  
G06T 5/00(2006. 01)  
G06T 7/00(2006. 01)

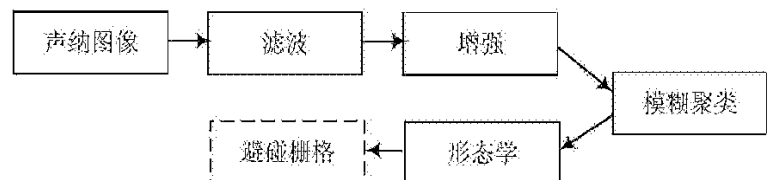
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法

## (57) 摘要

本发明公开一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,本发明通过实时处理水下无人无缆潜器(AUV)的多波束前视声纳图像数据,为AUV提供实时水下障碍信息,从而实现AUV的水下避障功能。本发明基于图像声纳成像原理基础上采用动态距离衰减门限法滤波和增强算法将声纳图像中大量噪声和噪声斑点滤去,并且提高图像信噪比;利用模糊聚类和形态学算法将声纳图像中障碍物的信息从声纳图像中分割出来。本发明中所提到的算法稳定可靠、实时性好,能准确有效地提供AUV在航行过程中的障碍信息,进而提高AUV在水下的安全性。



1. 一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,包括以下步骤:  
进行图像滤波处理,滤除图像中的噪声和噪声斑点;  
进行图像增强处理,提高图像信噪比;  
进行图像模糊聚类处理,将障碍物的信息从声纳图像中分割出来;  
进行图像形态学处理,去除较小的亮斑、填补图像的漏洞和裂缝。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,所述图像滤波处理是通过图像声纳自带的软件工具开发包获取实时声纳图像,并将声纳图像投影到潜器坐标系中,从而获取图像中每个像素点的灰度值和每个像素点距离声纳的距离,并根据声纳作用距离与目标回波强度之间的关系,采用动态距离衰减门限法对图像进行滤波。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,所述图像增强处理是通过处理滤波后的声纳图像,获取图像中最大最小值,根据障碍回波强度随距离的衰减关系采用动态距离衰减门限法,使灰度值在阈值以上的像素点被增强,以提高信噪比,从而突出图像中水下障碍的轮廓信息。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,所述动态距离衰减门限法,是将声波随距离的衰减值  $20 \cdot \lg R$  加入门限中,使该滤波不是单一的门限滤波,而是门限值随传播距离增加而衰减的,其中 R 为声波传播距离。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,所述模糊聚类处理方法采用 K 均值聚类算法,将 n 个数据对象划分为 k 个类,使类内聚拢,类间疏散,采用均方差作为相似度测度函数,包括以下步骤:

- 1) 确定聚类数目 k,任意选择 k 个对象作为初始聚类中心;
- 2) 对于每个样本,找到其最近的聚类中心,并将其分配到距离最近的类中,聚类中心表示为:

$$\sum_{i=1}^n \min_{j \in \{1, 2, \dots, k\}} \|x_i - p_j\|^2$$

其中 k 为聚类中心个数, i 是声纳图像中的第 i 个像素点, j 是 K 中的第 j 个聚类中心,  $x_i$  为图像中第 i 像素点的灰度值,  $p_j$  为第 j 个聚类中心的数值;

3) 重新计算更新每类的新聚类中心,不断重复迭代直至目标函数式达到最小值即聚类中心不再改变为止。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,其特征在於,所述形态学处理方法包括以下步骤:

- 1) 腐蚀处理,用于滤掉噪声:

$$I \ominus J = \{x | J_x \subset I\}$$

其中, I 为图像声纳原始图像, J 是结构元素, x 是原始二值图像中不为零的任意一点,结构元素 J 平移 x 后得到  $J_x$ ,若  $J_x$  包含于 I,则所有满足上述条件的 x 点组成的点集称做 I 被 J 腐蚀的结果;

- 2) 膨胀处理,用于平滑图像的轮廓、填补轮廓上的缝隙,具体为:

$$I \oplus J = [I^c \ominus (-J)]^c$$

即,将  $J$  相对于原点旋转  $180^\circ$  得到  $-J$ ,再利用  $-J$  对  $I^c$  进行腐蚀,腐蚀结果的补集就是膨胀结果;其中,  $I$  为图像声纳原始图像,  $J$  是结构元素,  $I^c$  表示  $I$  的补集。

## 一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水下机器人技术领域,尤其涉及一种基于 AUV 前视多波束图像声纳的实时图像处理方法。

### 背景技术

[0002] 自主水下机器人 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV) 是一种无人、无缆、自带能源、在水下自主完成作业任务的智能机器人。随着各种应用需求的日益增长,对自主水下机器人作业空间要求也越来越高:从已知地图、平坦海底区域向近岸、近海底的未知复杂地形海区扩展。实际未知环境给自主水下机器人引入大量不确定性,其中对其危险最大的是未知障碍:那些海底突起的山脊、珊瑚礁、沉船、水雷、系泊平台、人工结构物、以及潜艇、大型海洋生物都可能给自主水下机器人带来致命的伤害。如何快速准确的感知实际海洋环境中的未知障碍是制约自主水下机器人广泛应用的关键问题之一。AUV 要实现实时躲避未知障碍,必须具备实时感知和获取未知环境障碍信息的能力。因此,前视图像声纳的实时图像处理获取障碍信息的能力,是 AUV 完成实时避碰决策和完成使命任务的基础和前提。

### 发明内容

[0003] 为了实时感知和获取未知环境障碍信息的能力,本发明要解决的技术问题是利用 AUV 前视避碰声纳实时采集声纳图像,并通过实时图像处理方法将水下障碍物目标信息的提取出来。

[0004] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:一种基于多波束图像声纳的实时图像处理方法,包括以下步骤:

[0005] 进行图像滤波处理,滤除图像中的噪声和噪声斑点;

[0006] 进行图像增强处理,提高图像信噪比;

[0007] 进行图像模糊聚类处理,将障碍物的信息从声纳图像中分割出来;

[0008] 进行图像形态学处理,去除较小的亮斑、填补图像的漏洞和裂缝。

[0009] 所述图像滤波处理是通过图像声纳自带的软件工具开发包获取实时声纳图像,并将声纳图像投影到潜器坐标系中,从而获取图像中每个像素点的灰度值和每个像素点距离声纳的距离,并根据声纳作用距离与目标回波强度之间的关系,采用动态距离衰减门限法对图像进行滤波。

[0010] 所述图像增强处理是通过处理滤波后的声纳图像,获取图像中最大最小值,根据障碍回波强度随距离的衰减关系采用动态距离衰减门限法,使灰度值在阈值以上的像素点被增强,以提高信噪比,从而突出图像中水下障碍的轮廓信息。

[0011] 所述动态距离衰减门限法,是将声波随距离的衰减值  $20 \cdot 1gR$  加入门限中,使该滤波不是单一的门限滤波,而是门限值随传播距离增加而衰减的,其中 R 为声波传播距离。

[0012] 所述模糊聚类处理方法采用 K 均值聚类算法,将 n 个数据对象划分为 k 个类,使类内聚拢,类间疏散,采用均方差作为相似度测度函数,包括以下步骤:

[0013] 1) 确定聚类数目  $k$ , 任意选择  $k$  个对象作为初始聚类中心;

[0014] 2) 对于每个样本, 找到其最近的聚类中心, 并将其分配到距离最近的类中, 聚类中心表示为:

$$[0015] \sum_{i=1}^n \min_{j \in \{1, 2, \dots, k\}} \|x_i - p_j\|^2$$

[0016] 其中  $k$  为聚类中心个数,  $i$  是声纳图像中的第  $i$  个像素点,  $j$  是  $K$  中的第  $j$  个聚类中心,  $x_i$  为图像中第  $i$  像素点的灰度值,  $p_j$  为第  $j$  个聚类中心的数值;

[0017] 3) 重新计算更新每类的新聚类中心, 不断重复迭代直至目标函数式达到最小值即聚类中心不再改变为止。

[0018] 所述形态学处理方法包括以下步骤:

[0019] 1) 腐蚀处理, 用于滤掉噪声:

$$[0020] I \ominus J = \{x | J_x \subset I\}$$

[0021] 其中,  $I$  为图像声纳原始图像,  $J$  是结构元素,  $x$  是原始二值图像中不为零的任意一点, 结构元素  $J$  平移  $x$  后得到  $J_x$ , 若  $J_x$  包含于  $I$ , 则所有满足上述条件的  $x$  点组成的点集称做  $I$  被  $J$  腐蚀的结果;

[0022] 2) 膨胀处理, 用于平滑图像的轮廓、填补轮廓上的缝隙, 具体为:

$$[0023] I \oplus J = [I^c \ominus (-J)]^c$$

[0024] 即, 将  $J$  相对于原点旋转  $180^\circ$  得到  $-J$ , 再利用  $-J$  对  $I^c$  进行腐蚀, 腐蚀结果的补集就是膨胀结果; 其中,  $I$  为图像声纳原始图像,  $J$  是结构元素,  $I^c$  表示  $I$  的补集。

[0025] 本发明具有以下优点及有益效果:

[0026] 1. 本发明基于图像声纳成像原理基础上采用动态距离衰减门限法滤波和增强算法将声纳图像中大量噪声和噪声斑点滤去, 并且提高图像信噪比。

[0027] 2. 利用模糊聚类和形态学算法将声纳图像中障碍物的信息从声纳图像中分割出来。

[0028] 3. 本发明中所提到的算法稳定可靠、实时性好, 能准确有效地提供 AUV 在航行过程中的障碍信息, 进而提高 AUV 在水下的安全性。

[0029] 4. 采用先腐蚀后膨胀的运算 (即数学形态学上的开运算), 因为声纳图像时最难去掉的就是回波强度相对很大的斑点, 这样处理可以去除较小的亮点、清除图像的边缘毛刺及孤立点、填补图像的漏洞和裂缝, 同时保留所有的灰度和较大的亮区特征不变。

[0030] 5. 图像滤波处理是通过图像声纳自带的软件工具开发包获取实时声纳图像, 通过算法获取图像中每个像素点的灰度值与距离值, 并根据声纳作用距离与目标回波强度之间的关系设置动态门限已到达图像滤波的功能。这种处理方法可去除大部分由换能器灵敏度差异、温度波动、海洋环境、多途干、量化不均匀等因素形成的高斯噪声、椒盐噪声、斑点噪声等形式的噪声。

## 附图说明

[0031] 图 1 是本发明的组成示意图;

[0032] 图 2 是本发明的图像处理流程图；

[0033] 图 3 是本发明的算法流程图。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图及实例对本发明做进一步的详细说明。

[0035] 本发明由搭载于潜器上的多波束图像声纳（用于实时采集声纳图像数据）和图像处理计算机（实时获取处理多波束图像声纳数据）组成，如图 1 所示，包括：

[0036] 多波束图像声纳，搭载于潜器上，用于实时采集声纳图像数据；

[0037] 潜器声纳图像处理计算机，连接多波束图像声纳，用于实时获取记录多波束图像声纳数据，并通过实时图像处理软件获得前视声纳视角范围内实时障碍信息，并将障碍信息发送上层控制计算机。

[0038] 图像处理计算机通过连接多波束图像声纳，用于实时获取、处理多波束图像声纳数据，图像处理软件通过图像声纳自带的软件工具开发包获取实时声纳图像，通过算法进行图像滤波和增强算法将声纳图像中大量噪声和噪声斑点滤去和提高图像信噪比，并利用模糊聚类和形态学算法将声纳图像中障碍物的信息从声纳图像中分割出来，如图 2 所示。其中所述的模糊聚类处理方法具体为：

[0039] K 均值聚类算法将 n 个数据对象合理地划分为 k 个类，使类内聚拢，类间疏散。采用均方差作为相似度测度函数。算法流程如下：

[0040] 1) 确定聚类数目 k，任意选择 k 个对象作为初始聚类中心。

[0041] 2) 对于每个样本，找到其最近的聚类中心，并将其分配到距离最近的类中，聚类中心表示为：

$$[0042] \sum_{i=1}^n \min_{j \in \{1, 2, \dots, k\}} \|x_i - p_j\|^2$$

[0043] 其中 k 为聚类中心个数，为第 i 样本点，为第 j 个聚类中心值。

[0044] 3) 重新计算更新每类的新聚类中心，不断重复迭代直至目标函数式达到最小值即聚类中心不再改变为止，算法流程图如图 3 所示。

[0045] 采用先腐蚀后膨胀的运算（即数学形态学上的开运算），因为声纳图像时最难去掉的就是回波强度相对很大的斑点，这样处理可以去除较小的亮点、清除图像的边缘毛刺及孤立点、填补图像的漏洞和裂缝，同时保留所有的灰度和较大的亮区特征不变。

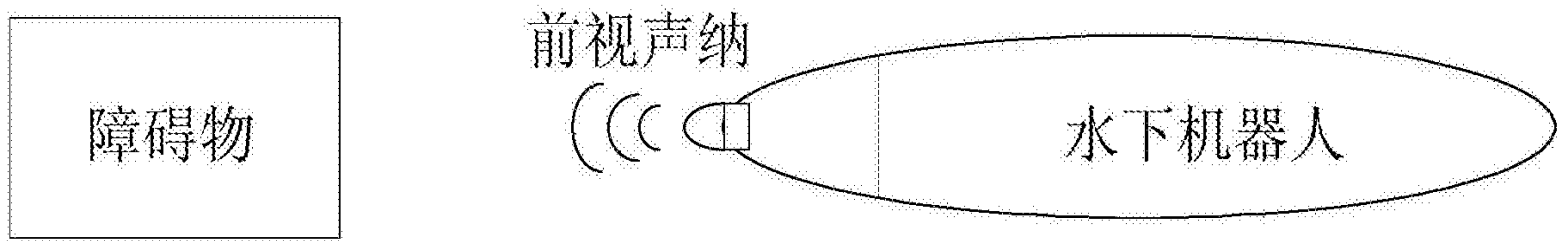


图 1

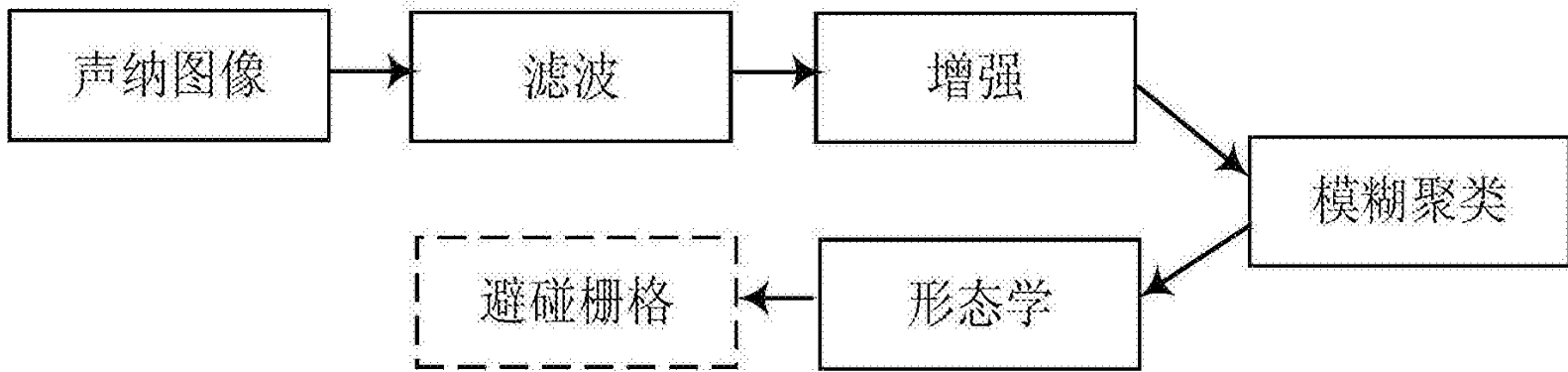


图 2

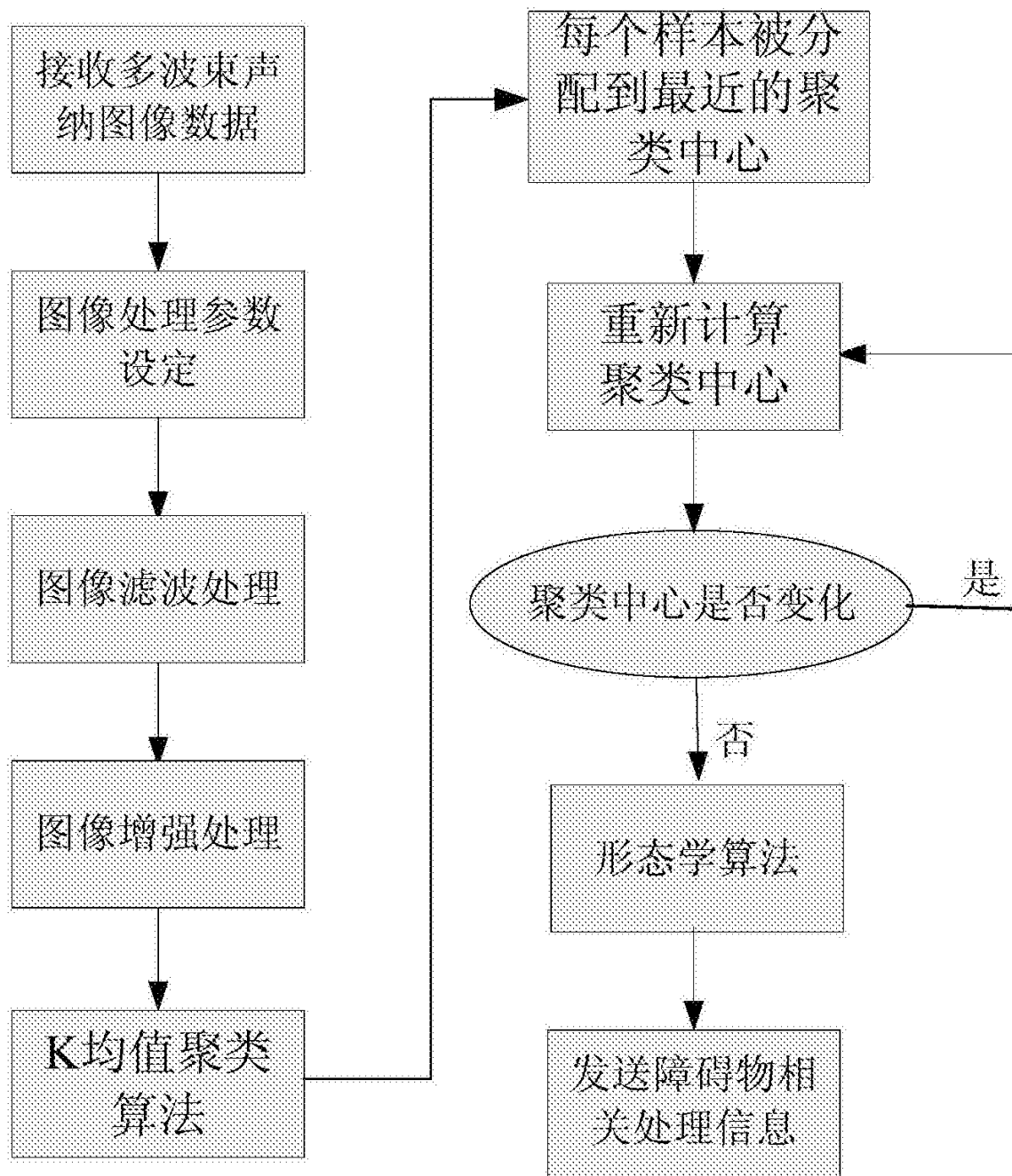


图 3