



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117853932 B

(45) 授权公告日 2024.05.14

(21) 申请号 202410248872.3

CN 109785314 A, 2019.05.21

(22) 申请日 2024.03.05

CN 112967305 A, 2021.06.15

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 114972140 A, 2022.08.30

申请公布号 CN 117853932 A

CN 115690402 A, 2023.02.03

(43) 申请公布日 2024.04.09

CN 117274251 A, 2023.12.22

(73) 专利权人 华中科技大学

US 2013051665 A1, 2013.02.28

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路

CN 104504670 A, 2015.04.08

1037号

CN 104751443 A, 2015.07.01

CN 108764325 A, 2018.11.06

(72) 发明人 鲁辛凯 陈立群 颜露新 李佼佼

CN 111179334 A, 2020.05.19

朱颖盼 王震宇

CN 111696107 A, 2020.09.22

CN 116248705 A, 2023.06.09

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心

US 2007110319 A1, 2007.05.17

42201

US 2007110322 A1, 2007.05.17

专利代理师 夏倩 李智

US 2021118144 A1, 2021.04.22

(51) Int. Cl.

CN 108364277 A, 2018.08.03

G06V 20/10 (2022.01)

胡文魁. 基于深度卷积神经网络的桥梁裂缝检测方法研究. 广东: 华南理工大学. 2023, 第1-125页. (续)

G06V 10/80 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

审查员 徐显兵

(56) 对比文件

CN 108140239 A, 2018.06.08

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

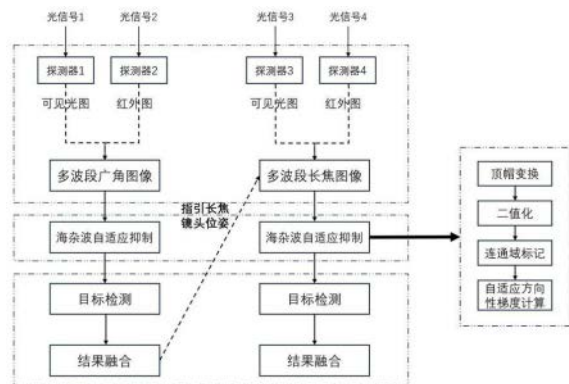
(54) 发明名称

一种基于光电吊舱的海面目标检测方法、检测平台及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于光电吊舱的海面目标检测方法、检测平台及系统,属于海面目标检测领域,包括:对于光电吊舱发送的聚合后的多波段海面图像数据,执行:将其解聚为多个单路图像数据;对各单路图像数据分别执行海面杂波自适应抑制步骤,得到去噪后图像;对于同一焦距下的去噪后图像,分别进行目标检测后将检测结果融合;海面杂波自适应抑制步骤包括:对待处理的图像数据进行顶帽变换后计算其在不同方向的梯度,将多张梯度图像在相同位置的最小像素值作为去噪后图像在该位置的像素值;利用广角镜头下的检测结果调整长焦镜头位姿。本发

明能够充分利用光电吊舱所采集的多通道海面图像数据,并抑制其中的海面杂波,提高海面目标的检测精度。



CN 117853932 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

Jyotsna Dogra, et al. Gradient-based  
kernel selection technique for tumour

detection and extraction of medical  
images using graph cut. IET Image  
Processing, 2020 - Wiley Online  
Library. 2020, 第84-93页.

1. 一种基于光电吊舱的海面目标检测方法,其特征在于,包括:

持续接收由所述光电吊舱发送的海面图像数据;对于所接收到的每一帧聚合后的多波段海面图像数据,执行以下步骤:

S1、将其解聚为多个单路图像数据;每一个单路图像数据对应所述光电吊舱采集的一个焦距下的一个波段的图像数据;

S2、对各单路图像数据分别执行海面杂波自适应抑制步骤,得到对应的去噪后图像;所述海面杂波自适应抑制步骤包括:

S21、对待处理的图像数据进行顶帽变换,得到初步去噪图像;

S22、计算所述初步去噪图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

S23、将所述多张梯度图像在相同位置的最小像素值作为去噪后图像在该位置的像素值,得到待处理的图像所对应的去噪后图像;

S3、对于同一焦距下的去噪后图像,分别进行目标检测后,将检测结果融合,将融合结果作为相应焦距下的海面目标检测结果;

所述步骤S22包括:

对所述初步去噪图像进行二值化后,进行连通域标记,将小于预设阈值的连通域剔除后,计算剩余连通域的平均大小 $C$ ;

按照 $ks=C//M$ 计算梯度卷积核大小 $ks$ ,并按照所计算的梯度卷积核大小确定各方向下的梯度卷积核;

利用各方向下的梯度卷积核对所述初步去噪图像进行卷积操作以计算所述二值化图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

其中,“ $//$ ”表示整除运算; $M$ 为预设正整数。

2. 如权利要求1所述的基于光电吊舱的海面目标检测方法,其特征在于, $M=5$ 。

3. 如权利要求1或2所述的基于光电吊舱的海面目标检测方法,其特征在于,在步骤S3之后还包括:

S4、根据较短焦距下海面目标检测结果计算海面目标的中心位置,并计算海面目标的中心位置相对于图像中心的偏移量;

S5、向所述光电吊舱发送指令,以使所述光电吊舱按照所述偏移量调整其中较长焦距的镜头的位姿,使该焦距下海面目标的中心位置与图像中心位置重合。

4. 如权利要求1或2所述的基于光电吊舱的海面目标检测方法,其特征在于,所述步骤S3中,将同一焦距下的目标检测结果融合,包括:

计算该焦距下,各去噪后图像经目标检测所得检测框之间的重叠度,将重叠度大于预设的高阈值的检测框作为可信目标输出,将重叠度小于预设的低阈值的检测框作为虚警剔除;

根据当前帧之前的海面图像数据的海面目标检测结果序列确定海面目标的轨迹,对于重叠度位于所述低阈值和所述高阈值之间的检测框,若其位于海面目标的轨迹上,则作为可信目标输出,否则,作为虚警剔除。

5. 如权利要求4所述的基于光电吊舱的海面目标检测方法,其特征在于,所述步骤S3中,若去噪后图像为可见光波段图像,则采用YOLOv5进行目标检测;若去噪后图像为红外波段图像,则采用多尺度块对比度测度算法进行检测。

6. 一种基于光电吊舱的海面目标检测平台,其特征在于,包括:  
计算机可读存储介质,用于存储计算机程序;  
以及处理器,用于读取所述计算机可读存储介质中存储的计算机程序,执行权利要求1~5任一项所述的基于光电吊舱的海面目标检测方法。

7. 一种海面目标检测系统,其特征在于,包括:  
权利要求6所述的基于光电吊舱的海面目标检测平台;  
以及光电吊舱;  
所述光电吊舱与海面目标检测平台之间通过单通道链路传输图像数据流。

## 一种基于光电吊舱的海面目标检测方法、检测平台及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于海面目标检测领域,更具体地,涉及一种基于光电吊舱的海面目标检测方法、检测平台及系统。

### 背景技术

[0002] 海上目标检测技术在民用和军用等领域中都有较大的研究意义,一方面,随着台风等气候因素以及海洋油气开发等活动的不断扩展深入,水上交通事故的数量呈上升趋势,恶劣的海上环境极易造成重大经济损失和人员的伤亡,因此快速识别与跟踪海上遇险目标,保障安全的航行环境至关重要。另一方面,海上防护意义重大,快速定位监控和打击入侵船只才能更好的掌控海上主动权,因此需要对复杂的海面环境进行高性能、全方位的监测,对海上目标实现智能检测是保护海防安全的关键。

[0003] 海上目标检测通常存在背景复杂的问题,海面背景的复杂杂波中不仅有高亮度的海面亮条、密集的海面鱼鳞状亮斑,还有海天异质复杂背景和岛屿杂波等背景杂波噪声,使得目标混淆于复杂海面杂波背景噪声从而增加了海面目标的检测难度。

[0004] 随着短波红外、可见光、中波红外、长波红外等光电探测器的小型化和多样化,可以更加方便的获取不同波段的图像数据。而不同波段图像中信息也存在一些差异性,比如红外光的穿透性使得红外图像可以根据辐射差异将目标与背景区分开,因此红外图像在夜间能获取到更有效的信息,而可见光可以获取更符合人类视觉系统的纹理和颜色信息。同样对于镜头的选择也更丰富多样:广角镜头具有焦距短、视角大的特点。可以捕捉到更多的景象,而长焦镜头焦距长、视角小,可以清楚的成像远处的目标。对于不同波段的探测器和不同的镜头组合,如何对其图像数据进行处理可以更加高效的利用多通道图像的特性进而得到更精准的检测与识别结果尤为重要。

[0005] 光电吊舱可根据任务需要灵活配置,可分别采用短波红外、可见光、长波红外探测器与长焦、广角镜头的不同组合配置,采集到不同波段、不同焦距的海面图像数据。在申请公布号为CN116248705A的专利文件中,公开了一种微型光电吊舱多通道图像传输与处理系统,如图1所示,其包括多路光电探测器、FPGA单元A以及图像聚合单元,多路光电探测器用于采集不同波段的光子信号,通过光电转换电路生成图像电信号,并将多路图像信号输出到FPGA单元A;FPGA单元A用于实现多路图像信号的采集,生成多路图像数据并输出到图像聚合单元;图像聚合单元将多路图像数据聚合为聚合图像数据后输出到连接微型光电吊舱和远端数据处理平台(例如飞机平台)的单通道高速链路,由此实现多路探测器图像数据的同步实时传输、处理、转发或存储,具有实时性好、传输速率高、链路成本低、灵活性好等特点。利用该微型光电吊舱采集海面图像数据,有利于提高海面目标检测效果,但是如何对多路图像数据进行有效处理以准确完成海面目标检测,仍缺乏有效的方法。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的缺陷和改进需求,本发明提供了一种基于光电吊舱的海面目标检

测方法、检测平台及系统,其目的在于,充分利用光电吊舱所采集的多通道海面图像数据,并抑制其中的海面杂波,以提高海面目标的检测精度。

[0007] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种基于光电吊舱的海面目标检测方法,包括:

[0008] 持续接收由光电吊舱发送的海面图像数据;对于所接收到的每一帧聚合后的多波段海面图像数据,执行以下步骤:

[0009] (S1) 将其解聚为多个单路图像数据;每一个单路图像数据对应光电吊舱采集的一个焦距下的一个波段的图像数据;

[0010] (S2) 对各单路图像数据分别执行海面杂波自适应抑制步骤,得到对应的去噪后图像;海面杂波自适应抑制步骤包括:

[0011] (S21) 对待处理的图像数据进行顶帽变换,得到初步去噪图像;

[0012] (S22) 计算初步去噪图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

[0013] (S23) 将多张梯度图像在相同位置的最小像素值作为去噪后图像在该位置的像素值,得到待处理的图像所对应的去噪后图像;

[0014] (S3) 对于同一焦距下的去噪后图像,分别进行目标检测后,将检测结果融合,将融合结果作为相应焦距下的海面目标检测结果。

[0015] 进一步地,步骤(S22)包括:

[0016] 对初步去噪图像进行连通域标记,将小于预设阈值的连通域剔除后,计算剩余连通域的平均大小 $C$ ;

[0017] 按照 $ks=C//M$ 计算梯度卷积核大小 $ks$ ,并按照所计算的梯度卷积核大小确定各方向下的梯度卷积核;

[0018] 利用各方向下的梯度卷积核对初步去噪图像进行卷积操作以计算初步去噪图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

[0019] 其中,“ $//$ ”表示整除运算; $M$ 为预设正整数。

[0020] 进一步地, $M=5$ 。

[0021] 进一步地,本发明提供的基于光电吊舱的海面目标检测方法,在步骤(S3)之后还包括:

[0022] (S4) 根据较短焦距下海面目标检测结果计算海面目标的中心位置,并计算海面目标的中心位置相对于图像中心的偏移量;

[0023] (S5) 向光电吊舱发送指令,以使光电吊舱按照偏移量调整其中较长焦距的镜头的位姿,使该焦距下海面目标的中心位置与图像中心位置重合。

[0024] 进一步地,步骤(S3)中,将同一焦距下的目标检测结果融合,包括:

[0025] 计算该焦距下,各去噪后图像经目标检测所得检测框之间的重叠度,将重叠度大于预设的高阈值的检测框作为可信目标输出,将重叠度小于预设的低阈值的检测框作为虚警剔除;

[0026] 根据当前帧之前的海面图像数据的海面目标检测结果序列确定海面目标的轨迹,对于重叠度位于低阈值和高阈值之间的检测框,若其位于海面目标的轨迹上,则作为可信目标输出,否则,作为虚警剔除。

[0027] 进一步地,步骤(S3)中,若去噪后图像为可见光波段图像,则采用YOLOv5进行目标

检测;若去噪后图像为红外波段图像,则采用多尺度块对比度测度算法进行检测。

[0028] 按照本发明的又一个方面,提供了一种基于光电吊舱的海面目标检测平台,包括:

[0029] 计算机可读存储介质,用于存储计算机程序;

[0030] 以及处理器,用于读取计算机可读存储介质中存储的计算机程序,执行本发明提供的基于光电吊舱的海面目标检测方法。

[0031] 按照本发明的又一个方面,提供了一种海面目标检测系统,包括:

[0032] 本发明提供的上述基于光电吊舱的海面目标检测平台;

[0033] 以及光电吊舱;

[0034] 光电吊舱与海面目标检测平台之间通过单通道链路传输图像数据流。

[0035] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案,能够取得以下有益效果。

[0036] (1) 本发明对于由光电吊舱所采集的海面图像数据,首先对其进行顶帽变换,可有效过滤掉海面上的海面鱼鳞波、亮条等亮度均匀、纹理简单的海杂波噪声,之后基于方向性的梯度计算确定图像中各像素的具体取值,由此能够有效抑制掉图像中与目标尺寸接近但形状不一致的噪声,二者相互结合能够有效抑制海面图像数据中的海杂波噪声,在此基础上,对去噪后的多路图像数据分别进行目标检测,并将同一焦距下不同波段图像的目标检测结果作为相应焦距下的海面目标检测结果,由此能够充分利用不同波段、不同焦距下图像的信息,有效提高海面目标检测的精度。

[0037] (2) 在本发明的优选方案中,在基于方向性的梯度计算抑制图像中与目标尺寸接近但形状不一致的噪声时,先对图像进行连通域标记,并过滤掉尺寸过小的连通域,再基于剩余连通域的平均大小确定用于计算梯度的梯度卷积核大小,由此能够在不同场景下自适应待检测的海面目标的大小,有效提高海面目标检测的精度和鲁棒性。在本发明进一步的优选方案中,进一步设定梯度卷积核为连通域平均大小整除5后的结果,实验数据表明,基于该梯度卷积核大小计算梯度,能够最大程度上抑制海面背景杂波。

[0038] (3) 较短焦距下,视场较大且噪声和干扰物较多,目标尺寸小,检测难度大,而较长焦距下,视场较小,噪声和干扰物较小,目标清晰,检测难度小,但海面目标有可能位于视场之外,在本发明的优选方案中,会利用较短焦距下海面目标检测结果所计算的海面目标中心相对于图像中心的偏移量来调整较长焦距的镜头位姿,由此能够利用长焦镜头获得更高质量的目标图像数据,进而得到更加准确的长焦距下海面目标检测结果。

## 附图说明

[0039] 图1为现有的光电吊舱与飞机平台间数据连接关系示意图。

[0040] 图2为本发明实施例提供的基于光电吊舱的海面目标检测方法示意图。

[0041] 图3为本发明实施例提供的顶帽变换前的原始图像。

[0042] 图4为图3所示原始图像经顶帽变换后的图像。

[0043] 图5为本发明实施例提供的8个方向下的梯度卷积核示意图。

[0044] 图6为图4所示图像在 $0^\circ$ 方向的梯度图。

[0045] 图7为图4所示图像在 $90^\circ$ 方向的梯度图。

## 具体实施方式

[0046] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0047] 在本发明中,本发明及附图中的术语“第一”、“第二”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

[0048] 为了有效提高海面目标的检测精度,本发明提供了一种基于光电吊舱的海面目标检测方法、检测平台及系统,其整体思路在于,利用光电吊舱采集不同波段、不同焦距下的海面图像,并基于海面图像中海面杂波的特性,提出有效的海面杂波抑制方法,从而在有效抑制海面杂波的情况下充分利用多通道图像数据的信息,提高海面目标检测的精度。

[0049] 在实际应用中,光电吊舱多为微型或小型结构,其中的多路光电探测器用于采集不同波段的光子信号,对于不同波段的输入光子信号,通过光电转换电路生成图像电信号,然后通过图像聚合单元将多个单路图像数据聚合为一路高速图像数据,通过单通道高速链路实现对于图像数据流的高速传输。其光电吊舱中的光电探测器可根据任务需要灵活配置,可分别采用短波红外、可见光、长波红外等不同波段的探测器与广角镜头、长焦镜头等不同焦距镜头的组合。不失一般性地,在以下实施例中,采用的光电吊舱中,包括四个光电探测器,分别是可见光探测器与广角镜头的组合、红外探测器与广角镜头的组合、可见光探测器与长焦镜头的组合,以及红外探测器与长焦镜头的组合,因此,该光电吊舱一次可采集4路不同的海面图像数据。为便于描述,在以下实施例中,这四路探测器分别记为探测器1、探测器2、探测器3和探测器4。应当说明的是,此处的多路探测器仅为示例性的说明,在本发明其他的一些实施例中,也可采用具有不同的多路探测器的光电吊舱采集海面图像数据。

[0050] 以下为实施例。

[0051] 实施例1:

[0052] 一种基于光电吊舱的海面目标检测方法,如图2所示,包括:

[0053] 持续接收由光电吊舱发送的海面图像数据;对于所接收到的每一帧聚合后的多波段海面图像数据,执行以下步骤(S1)~(S3)。

[0054] 本实施例的步骤(S1)包括:将其解聚为多个单路图像数据;每一个单路图像数据对应光电吊舱采集的一个焦距下的一个波段的图像数据;本实施例中,对于接收到的一帧海面图像数据进行解聚后,可得到四路图像数据,分别是可见光波段广角图像、红外波段广角图像、可见光波段长焦图像和红外波段长焦图像。可选地,本实施例中,可见光图像尺寸为1920\*1080,红外图像尺寸为640\*512。

[0055] 本实施例的步骤(S2)包括:对各单路图像数据分别执行海面杂波自适应抑制步骤,得到对应的去噪后图像。

[0056] 海面上亮度均匀、纹理简单的海杂波噪声,如亮条、海面鱼鳞波等,是海面杂波中的主要成分,会严重干扰海面目标的检测,因此,本实施例会首先抑制这些噪声,分析及相关的实验数据表明,顶帽变换可有效抑制这样的海杂波噪声;海面图像中亮度均匀、纹理简单的海杂波噪声被抑制后,图像中仍会存在部分与目标尺寸接近但形状不一致的噪声,这些噪声仍会干扰海面目标检测结果,本发明进一步分析发现,由于背景杂波仅在某个方向



上有较大的梯度,而目标具各向同性,周围不同方向的梯度变化较小,基于这一发现,本发明提出在亮条、海面鱼鳞波噪声得到抑制的基础上,计算各个方向的梯度,并将各梯度图中同一像素位置的最小值作为图像上该位置的像素值,从而达到对于背景杂波有效抑制的效果。

[0057] 基于以上分析,如图2所示,为了有效抑制海面杂波,本实施例中,海面杂波自适应抑制步骤包括:

[0058] (S21) 对待处理的图像数据进行顶帽变换,得到初步去噪图像;

[0059] (S22) 计算初步去噪图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

[0060] (S23) 将多张梯度图像在相同位置的最小像素值作为去噪后图像在该位置的像素值,得到待处理的图像所对应的去噪后图像。

[0061] 本实施例进一步考虑到不同场景下目标尺寸大小不一,因此,设计了自适应的梯度卷积核大小来应对不同的场景,进一步提高海面杂波的抑制效果。具体地,步骤(S22)包括:

[0062] 对初步去噪图像进行连通域标记,将小于预设阈值的连通域剔除后,计算剩余连通域的平均大小 $C$ ;

[0063] 按照 $k_s=C//M$ 计算梯度卷积核大小 $k_s$ ,并按照所计算的梯度卷积核大小确定各方向下的梯度卷积核;

[0064] 利用各方向下的梯度卷积核对初步去噪图像进行卷积操作以计算初步去噪图像在不同方向的梯度,得到多张梯度图像;

[0065] 其中,“//”表示整除运算; $M$ 为预设正整数,作为一种优选的实施方式,本实施例中, $M=5$ ,实验数据表明,由此设置梯度卷积核大小与连通域平均大小间的关系,可以最大程度上大小抑制海面杂波的效果。

[0066] 本实施例中,自适应的基于方向性的梯度计算,其目的在于抑制掉图像中与目标大小接近而形状不同的噪声,经过连通域标记后,每一个连通域即对应一个噪声或者海面目标,因此,先根据预设阈值剔除掉过小的噪声,能够保证连通域平均大小与海面目标的大小接近;可选地,本实施例中,考虑到实际的海面目标多为海上舰船、低空无人机等,基于这些目标的经验尺寸大小,本实施例将该预设阈值设置为10。在其他的一些实施例中,也可根据实际检测目标的尺寸设置为其他值,确保可所剔除的连通域明显小于目标尺寸即可。

[0067] 以下以一幅实际图像的处理过程为例,对上述海面杂波自适应抑制步骤进行进一步的解释说明。图3所示,为一幅原始的海面图像数据,图中,方框内的对象为待检测的海面目标,按照本实施例提出的海面杂波自适应抑制步骤对其进行处理。图3所示海面图像经顶帽变换后,所得图像如图4所示,对比图3和图4可以明显看出,原始图像中的亮条、海面鱼鳞波等都得到了有效抑制。对图4所示图像进行二值化后,对其进行连通域标记,并剔除其中小于10的连通域,按照 $k_s=C//5$ 计算得到梯度卷积核大小为7,分别计算 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $270^\circ$ 以及 $315^\circ$ 这8个方向下的梯度卷积核如图5所示,利用不同方向下的梯度卷积核即可计算得到相应方向下的梯度图。其中,对图4所示图像进行梯度计算后, $0^\circ$ 和 $90^\circ$ 方向下的梯度图分别如图6和图7所示。对于8个不同方向下的梯度图,将各梯度图在同一像素位置的最小像素值作为图像中相应位置的像素值,即可得到海面杂波得到有效抑制的去噪后图像。

[0068] 本实施例中,步骤(S3)包括:对于同一焦距下的去噪后图像,分别进行目标检测后,将检测结果融合,将融合结果作为相应焦距下的海面目标检测结果。

[0069] 对于各路图像进行目标检测时,可根据相应波段下图像的特点选取具体的目标检测算法。本实施例中,可见光图像尺寸为1920\*1080,红外图像尺寸为640\*512,由于可见光图像中存在更多的信息,因此选用YOLOv5作为可见光目标检测算法,而选用传统的多尺度块对比度测度算法(Multiscale Patch Contrast Measurement ,MPCM)实现对于红外图像目标的检测。在本发明其他的一些实施例中,对于具体图像的目标检测算法也可灵活选取为其他的算法。

[0070] 通过将同一焦距下的不同波段图像的目标检测结果融合到一起,可充分利用不同波段下图像所携带的不同信息,实现多波段图像协同处理,进一步提高海面目标的检测精度。由于同一焦距下不同波段的图像具有相同的视场,因此对于两张图像的检测检测结果进行检测框的匹配,为了有效实现同一焦距下的不同波段图像检测结果的融合,本实施例采用了高低双阈值的融合方式,具体地,对于某一焦距下的图像,将目标检测结果融合,包括:

[0071] 计算该焦距下,各去噪后图像经目标检测所得检测框之间的重叠度(IOUS),将重叠度大于预设的高阈值(例如0.7)的检测框作为可信目标输出,将重叠度小于预设的低阈值(例如0.3)的检测框作为虚警剔除;

[0072] 根据当前帧之前的海面图像数据的海面目标检测结果序列确定海面目标的轨迹,对于重叠度位于低阈值和高阈值之间的检测框,若其位于海面目标的轨迹上,则作为可信目标输出,否则,作为虚警剔除。

[0073] 其中,根据当前帧之前的海面图像数据的海面目标检测结果序列确定海面目标的轨迹,可基于现有的目标跟踪手段完成。

[0074] 由于不同焦距的镜头的视场不同,其中,较短焦距下,视场较大且噪声和干扰物较多,目标尺寸小,检测难度大,而较长焦距下,视场较小,噪声和干扰物较小,目标清晰,检测难度小,但海面目标有可能位于视场之外,基于此,本实施例在同时获取到较短焦距下的海面目标检测结果和较长焦距下的海面目标检测结果后,可直接取其中较长焦距下的海面目标检测结果作为最终的海面目标检测结果;否则,若仅获取到一个焦距下的海面目标检测结果,则将其作为最终的海面目标检测结果。

[0075] 为了进一步提高海面目标检测结果的检测精度,本发明进一步提出,将较短焦距下的海面目标检测结果视为低置信度结果并以此来计算目标中心相对于图像中心的偏移量信息,并以该信息作为光电吊舱端调整较长镜头位姿的指导信息,从而得到更高质量的目标图像数据,进而得到更加准确的长焦图像目标检测结果。相应地,本实施例在步骤(S3)之后还包括:

[0076] (S4)根据较短焦距下海面目标检测结果计算海面目标的中心位置,并计算海面目标的中心位置相对于图像中心的偏移量;

[0077] (S5)向光电吊舱发送指令,以使光电吊舱按照偏移量调整其中较长焦距的镜头的位姿,使该焦距下海面目标的中心位置与图像中心位置重合。

[0078] 总的来说,本实施例以光电吊舱作为海面数据采集端,能够采集到不同焦距、不同波段的多路图像数据,为精确检测海面目标提供了更充分的数据基础;基于海杂波的特性,提出了海面杂波自适应抑制步骤,能够有效抑制海面图像数据中的海杂波噪声,从而有效

提高海面目标的检测精度。在此基础上,利用较短镜头下的目标检测结果指导光电吊舱中较长焦距下镜头的位姿调整,可获取到更高质量的目标图像数据,进而得到更加准确的长焦图像目标检测结果。

[0079] 实施例2:

[0080] 一种基于光电吊舱的海面目标检测平台,包括:

[0081] 计算机可读存储介质,用于存储计算机程序;

[0082] 以及处理器,用于读取计算机可读存储介质中存储的计算机程序,执行上述实施例1提供的基于光电吊舱的海面目标检测方法。

[0083] 本实施例提供的基于光电吊舱的海面目标检测平台,可以是飞机平台、远程控制平台等任意一种可与光电吊舱进行数据传输且具备数据处理能力的平台。

[0084] 实施例3:

[0085] 一种海面目标检测系统,包括:

[0086] 上述实施例2提供的基于光电吊舱的海面目标检测平台;

[0087] 以及光电吊舱;

[0088] 光电吊舱与海面目标检测平台之间通过单通道链路传输图像数据流。

[0089] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

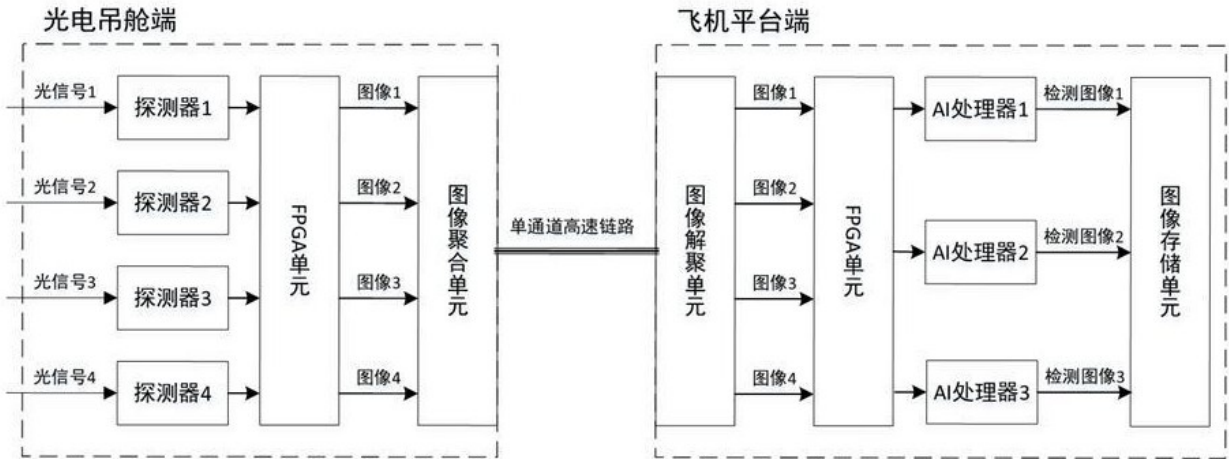


图 1

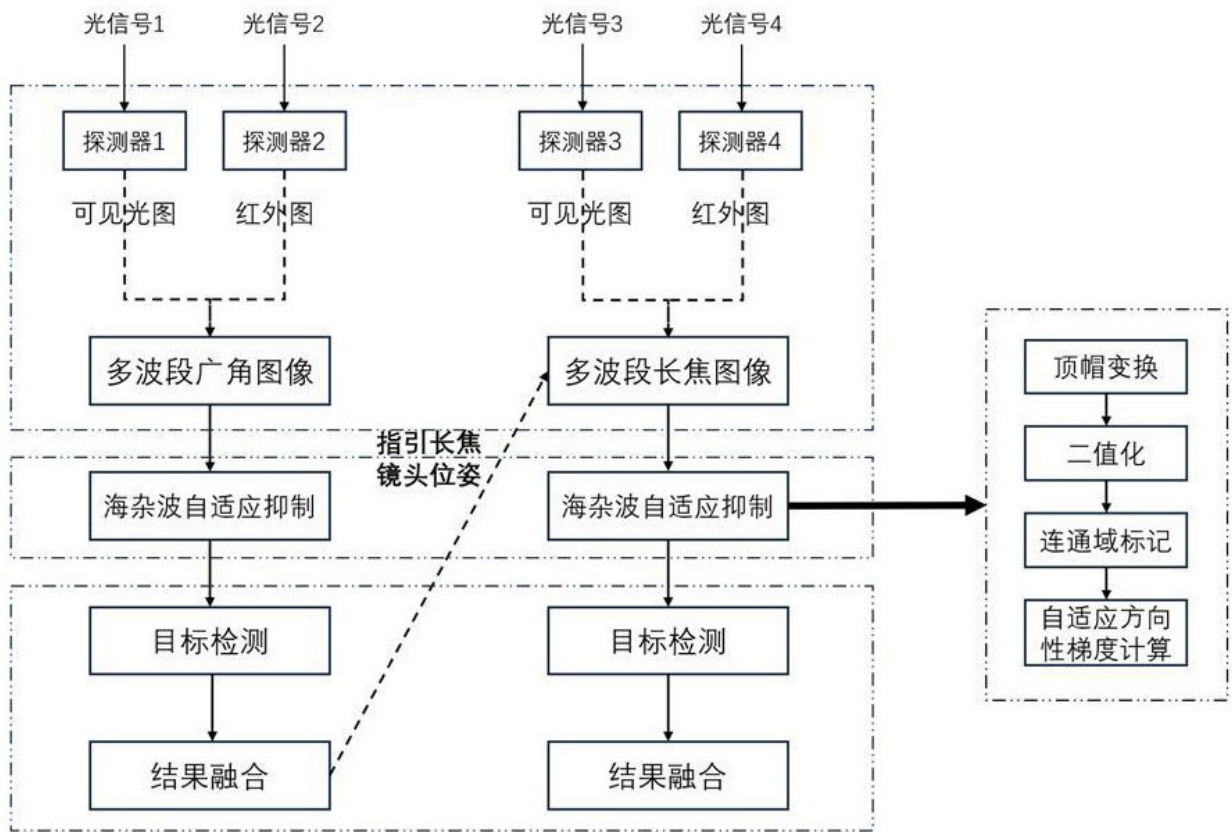


图 2

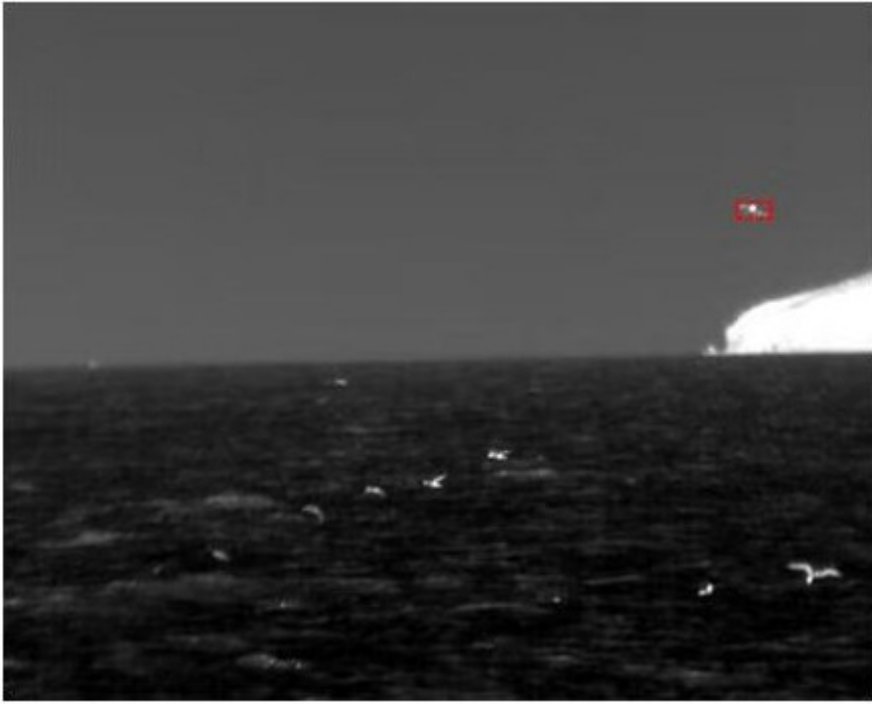


图 3



图 4

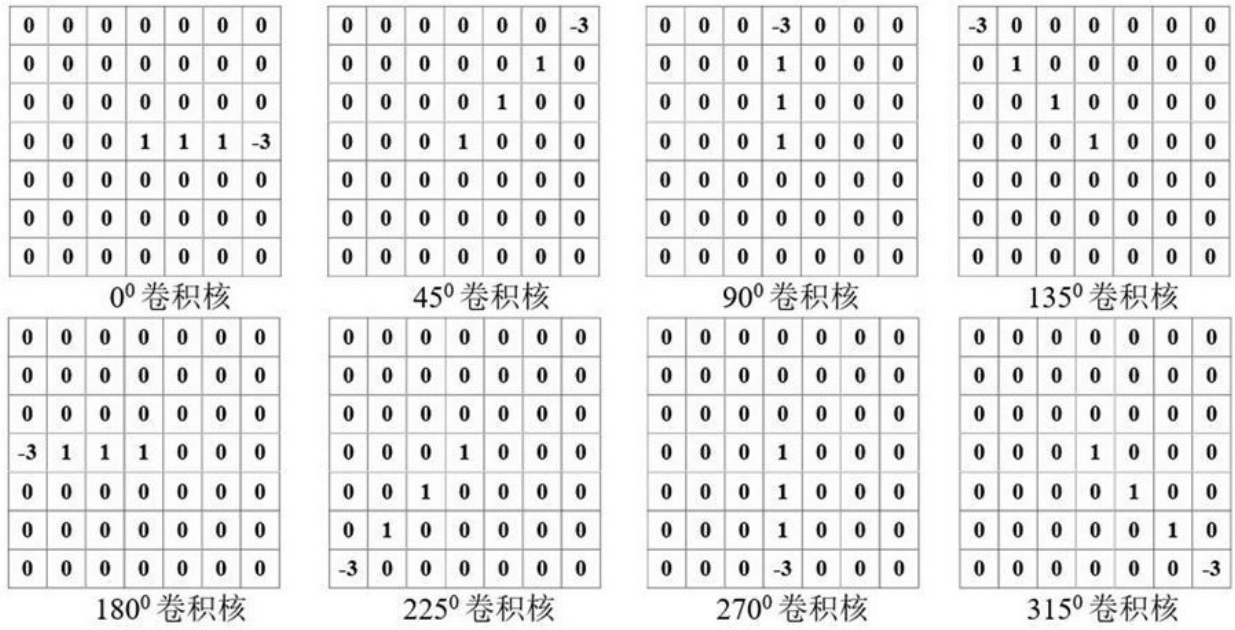


图 5



图 6



图 7