



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109961065 A

(43)申请公布日 2019.07.02

(21)申请号 201711417359.9

(22)申请日 2017.12.25

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

(72)发明人 史泽林 刘云鹏 向伟 亓琳  
田政 孙健

(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 李巨智

(51)Int.Cl.

G06K 9/32(2006.01)

G06K 9/34(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种海面舰船目标检测方法

(57)摘要

本发明涉及一种海面舰船目标检测方法,通过在Sobel垂直边缘图上计算垂直边缘点的数量和来获得感兴趣区域的左、右、上和下边界,从而确定感兴趣区域;基于行列均值分割与轮廓生长相结合的方法对感兴趣区域进行图像分割;在感兴趣区域所对应的灰度图像和二值图像上计算疑似目标的特征,并通过特征判别确定有效地舰船目标。本发明具有适应场景广、检测率准,具有十分重要的意义和价值。



1. 一种海面舰船目标检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:通过在Sobel垂直边缘图上计算垂直边缘点的数量来提取感兴趣区域;

步骤2:采用基于行列均值分割与轮廓生长相结合的分割方法对感兴趣区域进行分割。

2. 根据权利要求1所述的海面舰船目标检测方法,其特征在于:所述提取感兴趣区域包括以下过程:

步骤1:在Sobel垂直边缘图上计算每列垂直边缘点的数量和来确定感兴趣区域的左、右边界;

步骤2:在Sobel垂直边缘图上计算每行垂直边缘点的个数和来确定感兴趣区域的上、下边界;

步骤3:在灰度图像中由左边界、右边界、上边界和下边界所包围的区域即为感兴趣区域。

3. 根据权利要求2所述的海面舰船目标检测方法,其特征在于:所述在Sobel垂直边缘图上计算每列垂直边缘点的数量和来确定感兴趣区域的左、右边界包括:

红外海面图像的尺寸为 $M \times N$ ;

在Sobel垂直边缘图上从图像最左端向右统计每列垂直边缘点个数和 $T_{left}(j)$ ,  $j=1, 2, \dots, N$ , 当 $T_{left}(j) < T_0$ 且 $NumFirst_{left}=0$ 时,  $T_{left}(j)$ 所对应的列位置 $j$ 即为区域的左边界 $B_L$ ;

在Sobel垂直边缘图上从图像的最右端向左统计每列垂直边缘点个数和 $T_{right}(j)$ ,  $j=N, N-1, \dots, 1$ , 当 $T_{right}(j) > T_0$ 且 $NumFirst_{right}=0$ 时,  $T_{right}(j)$ 所对应的列位置 $j$ 即为区域的右边界 $B_R$ ;

其中,  $NumFirst_{left}$ 为 $T_{left}(j)$ 满足约束条件 $T_{left}(j) > T_0$ 的次数, 初始值为0;  $NumFirst_{right}$ 为 $T_{right}(j)$ 满足约束条件 $T_{right}(j) > T_0$ 的次数, 初始值为0,  $T_0=5$ ; 若 $B_L > B_R$ , 则 $B_L=N/4, B_R=N/2$ 。

4. 根据权利要求2所述的海面舰船目标检测方法,其特征在于:所述在Sobel垂直边缘图上计算每行垂直边缘点的个数和来确定感兴趣区域的上、下边界包括:

如果红外海面图像中存在海天线时,海天线检测有效,在由感兴趣区域左边界 $B_L$ 、右边界 $B_R$ 所限定的Sobel垂直边缘图中,将提取的垂直边缘作水平方向投影,即计算每行边缘点个数和;首先,从海天线位置由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{top}(i)$ ,  $i=K, K-1, \dots, 1, 1 \leq K \leq M$ , 当 $T_{top}(i) > 0$ 且 $T_{top}(i-1)=0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为上边界 $B_T$ , 从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{down}(i)$ ,  $i=M, M-1, \dots, K$ , 当 $T_{down}(i)=0$ 且 $T_{down}(i-1) > 0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为下边界 $B_B$ ;

如果红外海面图像中不存在海天线时,海天线检测无效,在由感兴趣区域左、右边界所限定的Sobel垂直边缘图中,从图像第一行由上至下计算每行边缘点个数和 $T_{top}(i)$ ,  $i=1, 2, \dots, M$ , 当 $T_{top}(i) > T_H$ 且 $NumFirst_{top}=0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为上边界 $B_T$ , 从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{down}(i)$ ,  $i=M, M-1, \dots, 1$ , 当 $T_{down}(i) > T_H$ 且 $NumFirst_{down}=0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为下边界 $B_B$ ;

其中,  $NumFirst_{top}$ 为 $T_{top}(i)$ 满足约束条件 $T_{top}(i) > T_H$ 的次数, 初始值为0,  $NumFirst_{down}$ 为 $T_{down}(i)$ 满足约束条件 $T_{down}(i) > T_H$ 的次数, 初始值为0;  $T_H=3$ ; 若 $B_T > B_B$ , 则 $B_T=M/4, B_B=M/2$ 。

5. 根据权利要求1所述的海面舰船目标检测方法,其特征在于:所述对感兴趣区域进行分割包括以下过程:

步骤1:对感兴趣区域进行二值化,得到二值化图像;

步骤2:对二值化图像中非目标点进行判断,如果该非目标点在二值化图像中的左、右和下方向至少存在一个目标点,且在二值轮廓图像中对应位置的左、右、下三个方向均搜索到通过轮廓生长得到的同一目标轮廓,则将当前非目标点置为目标点;

步骤3:遍历二值化图像中的每一个非目标点,执行步骤2。

## 一种海面舰船目标检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像目标检测领域,具体地说是一种海面舰船目标检测方法。

### 背景技术

[0002] 图像目标检测是模式识别的一个重要分支,在交通运输和国防安全领域中的应用十分广泛。海上舰船作为重要的航海交通运输工具,具有很高的经济和战略价值,尤其是海洋资源日益紧张而导致局部冲突的形势下,控制舰船目标是有效、迅速控制冲突事态的重要手段。当前海面舰船目标检测主要是在图像中海天交界区域进行检测,并且对海天交界区域只采用分割方法提取舰船目标,从而限制了目标检测的区域范围,提取的舰船目标不完整,导致检测不到舰船目标或者检测的舰船目标不完整。因此,基于行列均值分割与轮廓生长相结合的海面舰船目标检测方法具有重要的应用价值,其方法主要涉及图像处理和模式识别。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明提供一种基于行列均值分割与轮廓生长相结合的精确有效的海面舰船目标检测方法。

[0004] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0005] 一种基于行列均值分割与轮廓生长相结合的海面舰船目标检测方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1:通过在Sobel垂直边缘图上计算垂直边缘点的数量来提取感兴趣区域;

[0007] 步骤2:采用基于行列均值分割与轮廓生长相结合的分割方法对感兴趣区域进行分割;

[0008] 所述感兴趣区域提取方法为:

[0009] 步骤1:在Sobel垂直边缘图上计算每列垂直边缘点的数量和来确定感兴趣区域的左、右边界;

[0010] 步骤2:在Sobel垂直边缘图上计算每行垂直边缘点的个数和来确定感兴趣区域的上、下边界;

[0011] 步骤3:在灰度图像中由左边界、右边界、上边界和下边界所包围的区域即为感兴趣区域。

[0012] 红外海面图像的尺寸为 $M \times N$ ,在Sobel垂直边缘图上计算每列垂直边缘点的个数和来确定感兴趣区域的左、右边界,在Sobel垂直边缘图上从图像最左端向右统计每列垂直边缘点个数和 $T_{\text{left}}(j)$ ,  $j=1,2,\dots,N$ ,当 $T_{\text{left}}(j) > T_0$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{left}}=0$ 时, $T_{\text{left}}(j)$ 所对应的列位置 $j$ 即为区域的左边界 $B_L$ ;在Sobel垂直边缘图上从图像的最右端向左统计每列垂直边缘点个数和 $T_{\text{right}}(j)$ ,  $j=N,N-1,\dots,1$ ,当 $T_{\text{right}}(j) > T_0$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{right}}=0$ 时, $T_{\text{right}}(j)$ 所对应的列位置 $j$ 即为区域的右边界 $B_R$ ;其中, $\text{NumFirst}_{\text{left}}$ 为 $T_{\text{left}}(j)$ 满足约束条件 $T_{\text{left}}(j) > T_0$ 的次数,初始值为0; $\text{NumFirst}_{\text{right}}$ 为 $T_{\text{right}}(j)$ 满足约束条件 $T_{\text{right}}(j) > T_0$ 的次数,初始值为

0;  $T_0=5$ 。若  $B_L > B_R$ , 则  $B_L = N/4$ ,  $B_R = N/2$ 。

[0013] 在Sobel垂直边缘图上计算每行垂直边缘点的个数和来确定感兴趣区域的上、下边界,分两种情形:图像中存在海天线和图像中不存在海天线,图像中存在海天线即海天线检测有效,图像中不存在海天线即海天线检测无效,第一种情形:当红外海面图像中存在海天线时,在由感兴趣区域左边界 $B_L$ 、右边界 $B_R$ 所限定的Sobel垂直边缘图中,将提取的垂直边缘作水平方向投影,即计算每行边缘点个数和;首先,从海天线位置由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{top}(i)$ ,  $i=K, K-1, \dots, 1, 1 \leq K \leq M$ , 当 $T_{top}(i) > 0$ 且 $T_{top}(i-1) = 0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为上边界 $B_T$ , 从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{down}(i)$ ,  $i=M, M-1, \dots, K$ , 当 $T_{down}(i) = 0$ 且 $T_{down}(i-1) > 0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为下边界 $B_B$ ; 第二种情形:当图像中不存在海天线时,在由感兴趣区域左、右边界所限定的Sobel垂直边缘图中,从图像第一行由上至下计算每行边缘点个数和 $T_{top}(i)$ ,  $i=1, 2, \dots, M$ , 当 $T_{top}(i) > T_H$ 且 $NumFirst_{top}=0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为上边界 $B_T$ , 从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{down}(i)$ ,  $i=M, M-1, \dots, 1$ , 当 $T_{down}(i) > T_H$ 且 $NumFirst_{down}=0$ 时,  $i$ 所对应的行位置即为下边界 $B_B$ , 其中,  $NumFirst_{top}$ 为 $T_{top}(i)$ 满足约束条件 $T_{top}(i) > T_H$ 的次数, 初始值为0,  $NumFirst_{down}$ 为 $T_{down}(i)$ 满足约束条件 $T_{down}(i) > T_H$ 的次数, 初始值为0;  $T_H=3$ 。若 $B_T > B_B$ , 则 $B_T = M/4$ ,  $B_B = M/2$ 。

[0014] 在灰度图像中由左边界 $B_L$ 、右边界 $B_R$ 、上边界 $B_T$ 和下边界 $B_B$ 所包围的区域即为感兴趣区域。

[0015] 所述基于行列均值分割与轮廓生长相结合的分割方法为:

[0016] 感兴趣区域尺寸为 $M' \times N'$ , 采用基于行列均值的分割方法对感兴趣区域进

[0017] 行二值化,  $R(i, j)$  是感兴趣区域二值化后的图像上任意一点的灰度值, 其中 $i=1, 2, \dots, M'$ ,  $j=1, 2, \dots, N'$ ; 若 $(i, j)$ 是目标点, 则 $R(i, j) = 1$ ; 若 $(i, j)$ 是非目标点, 则 $R(i, j) = 0$ 。

[0018] 对感兴趣区域二值化后图像中每一非目标点 $R(i_0, j_0)$ 进行判断, 其中,  $R(i_0, j_0) = 0$ , 若在感兴趣区域二值化后的图像中 $(i_0, j_0)$ 的左、右和下方向至少存在一个目标点: 当 $j=1, 2, \dots, j_0-1$ 时, 存在 $R(j_0, j) = 1$ , 当 $j=j_0+1, \dots, N'$ 时, 存在 $R(i_0, j) = 1$ , 当 $i=i_0+1, \dots, M'$ 时, 存在 $R(i, j_0) = 1$ ; 且在二值轮廓图像中对应位置的左、右、下三个方向均搜索到通过轮廓生长得到的同一目标轮廓, 则将当前非目标点置为目标点。

[0019] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0020] 1. 本发明基于行列均值分割与轮廓生长相结合的方法能够获得精确的舰船区域, 避免获得的舰船区域比真实舰船过大或过小, 为舰船特征的计算和舰船判别提供有力依据, 提高舰船检测的准确率;

[0021] 2. 本发明对获取的红外海面图像质量要求不高, 主要是复杂背景下红外海面舰船目标检测;

[0022] 3. 本发明具有适应场景广、检测率准, 具有十分重要的意义和价值。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的方法流程图;

[0024] 图2是本发明的海天线检测过程图;

- [0025] 图3是本发明的海天线检测结果图；  
 [0026] 图4是本发明的感兴趣区域提取过程图；  
 [0027] 图5是本发明的感兴趣区域分割过程图；  
 [0028] 图6是本发明的邻域背景区域示意图；  
 [0029] 图7是本发明的红外海面舰船目标检测结果图。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0031] 如图1所示为本发明的方法流程图。

[0032] 一种基于行列均值分割与轮廓生长相结合的海面舰船目标检测方法,首先,采用基于Hough变换的方法检测海天线;然后,在Sobel垂直边缘图上计算感兴趣区域的左、右、上和下边界,从而确定感兴趣区域;进一步,应用基于行列均值分割与轮廓生长相结合的方法对感兴趣区域进行目标分割;接下来,在感兴趣区域所对应的灰度图像和二值图像上计算疑似目标的特征,并通过特征判别确定有效地舰船目标。

[0033] 1.采用基于Hough变换的方法检测海天线,具体步骤如下;

[0034] 第一步:将红外海面图像与垂直方向Sobel算子做卷积,并对滤波后的图像进行二值化,从而得到Sobel水平边缘图像;

[0035] 垂直方向Sobel算子:

$$[0036] \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -2 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -2 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & +2 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +2 & +1 & +1 \end{bmatrix} * I$$

[0037] 第二步:于 $10^\circ$ 范围内且精度 $0.5^\circ$ ,在Sobel水平边缘图像上进行Hough变换获得变换矩阵,得到长度应大于160个像素的直线,选取最长的3条为候选直线;若不足3条,则选取长度大于160个像素的所有直线为候选直线;若无则图像中不存在海天线,海天线检测结果无效。

[0038] 第三步:计算直线的有效长度,方法为:

$$[0039] \quad S_{dot} + \sum_i \frac{LC_i}{3} - \sum_j \frac{LI_j}{3}$$

[0040]  $S_{dot}$ 为有效点数, $LC_i$ 为第*i*个线段的连续点数, $LI_j$ 为第*j*个间断的连续点数。

[0041] 第四步:根据直线上、下各15行区域灰度均值差绝对值、直线下区域15行灰度方差判断所有候选直线是否满足约束条件

$$[0042] \quad \left| \frac{\sum_0^{N_\perp} T_{1\perp}}{N_\perp} - \frac{\sum_0^{N_\top} T_{1\top}}{N_\top} \right| \geq 20 \text{ 且 } \frac{\sum_0^{N_\top} (T_{1\top} - T_\top)^2}{N_\top} \leq 500$$

[0043] 若满足约束条件,则该候选直线是海天线,否则不是海天线,其中,

[0044]  $N_{\text{上}}=15, N_{\text{下}}=15, T_{\text{上}}$ 为直线上15行区域第*i*行的灰度均值,  $T_{\text{下}}$ 为直线下15行区域第*i*行的灰度均值,  $T_{\text{下}}$ 为直线下15区域灰度均值。

[0045] 如图2所示为本发明的基于Hough变换的方法检测海天线的过程图,其中(a)为红外海面舰船图像,(b)为垂直方向Sobel算子滤波图像,(c)为Sobel水平边缘图像,(d)为海天天线检测结果。

[0046] 如图3所示为本发明的海天天线检测结果图;其中(a)为海面分层情形下海天天线检测效果,(b)为逆光情形下海天天线检测效果,(c)为云层背景下海天天线检测效果。

[0047] 2. 感兴趣区域提取

[0048] 第一步:将红外海面图像与水平方向Sobel算子做卷积,并对滤波后的图像进行二值化,从而得到Sobel垂直边缘图像;

[0049] 第二步:计算区域左、右边界,在Sobel垂直边缘图上从图像最左端向右统计每列垂直边缘点个数和 $T_{\text{left}}(j), j=1, 2, \dots, N$ ,当 $T_{\text{left}}(j) > T_0$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{left}}=0$ 时, $T_{\text{left}}(j)$ 所对应的列位置*j*即为区域的左边界 $B_L$ ;在Sobel垂直边缘图上从图像的最右端向左统计每列垂直边缘点个数和 $T_{\text{right}}(j), j=N, N-1, \dots, 1$ ,当 $T_{\text{right}}(j) > T_0$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{right}}=0$ 时, $T_{\text{right}}(j)$ 所对应的列位置*j*即为区域的右边界 $B_R$ ;其中, $\text{NumFirst}_{\text{left}}$ 为 $T_{\text{left}}(j)$ 满足约束条件 $T_{\text{left}}(j) > T_0$ 的次数,初始值为0; $\text{NumFirst}_{\text{right}}$ 为 $T_{\text{right}}(j)$ 满足约束条件 $T_{\text{right}}(j) > T_0$ 的次数,初始值为0; $T_0=5$ 。若 $B_L > B_R$ ,则 $B_L=N/4, B_R=N/2$ 。

[0050] 第三步:计算区域上、下边界,分两种情形:图像中存在海天天线和图像中不存在海天天线,图像中存在海天天线即海天天线检测有效,图像中不存在海天天线即海天天线检测无效。在由感兴趣区域左边界 $B_L$ 、右边界 $B_R$ 所限定的Sobel垂直边缘图中,将提取的垂直边缘作水平方向投影,即计算每行边缘点个数和;第一种情形:当红外海面图像中存在海天天线时,从海天天线位置由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{\text{top}}(i), i=K, K-1, \dots, 1, 1 \leq K \leq M$ ,当 $T_{\text{top}}(i) > 0$ 且 $T_{\text{top}}(i-1)=0$ 时,*i*所对应的行位置即为上边界 $B_T$ ,从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{\text{down}}(i), i=M, M-1, \dots, K$ ,当 $T_{\text{down}}(i)=0$ 且 $T_{\text{down}}(i-1) > 0$ 时,*i*所对应的行位置即为下边界 $B_B$ ;第二种情形:当图像中不存在海天天线时,从图像第一行由上至下计算每行边缘点个数和 $T_{\text{top}}(i), i=1, 2, \dots, M$ ,当 $T_{\text{top}}(i) > T_H$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{top}}=0$ 时,*i*所对应的行位置即为上边界 $B_T$ ,从图像中最后一行由下至上计算每行边缘点个数和 $T_{\text{down}}(i), i=M, M-1, \dots, 1$ ,当 $T_{\text{down}}(i) > T_H$ 且 $\text{NumFirst}_{\text{down}}=0$ 时,*i*所对应的行位置即为下边界 $B_B$ ,其中, $\text{NumFirst}_{\text{top}}$ 为 $T_{\text{top}}(i)$ 满足约束条件 $T_{\text{top}}(i) > T_H$ 的次数,初始值为0, $\text{NumFirst}_{\text{down}}$ 为 $T_{\text{down}}(i)$ 满足约束条件 $T_{\text{down}}(i) > T_H$ 的次数,初始值为0; $T_H=3$ 。若 $B_T > B_B$ ,则 $B_T=M/4, B_B=M/2$ 。

[0051] 在灰度图像中由左边界 $B_L$ 、右边界 $B_R$ 、上边界 $B_T$ 和下边界 $B_B$ 所包围的区域即为感兴趣区域。

[0052] 如图4所示为本发明的感兴趣区域提取过程图;其中(a)为红外海面舰船图像,(b)为水平方向Sobel算子滤波图像,(c)为Sobel垂直边缘图像,(d)为感兴趣区域提取结果。

[0053] 3. 感兴趣区域分割

[0054] 第一步:采用基于行列均值的分割方法对感兴趣区域进行二值化,感兴趣区域尺寸为 $M' \times N'$ , $R(i, j)$ 是感兴趣区域二值化后的图像上任意一点的灰度值,其中 $i=1, 2, \dots, M', j=1, 2, \dots, N'$ ;若 $(i, j)$ 是目标点,则 $R(i, j)=1$ ;若 $(i, j)$ 是非目标点,则 $R(i, j)=0$ 。

[0055] 第二步:对感兴趣区域二值化后图像中每一非目标点 $R(i_0, j_0)$ 进行判断,其中, $R$

$(i_0, j_0) = 0$ , 若在感兴趣区域二值化后的图像中  $(i_0, j_0)$  的左、右和下方向至少存在一个目标点: 当  $j=1, 2, \dots, j_0-1$  时, 存在  $R(i_0, j) = 1$ , 当  $j=j_0+1, \dots, N'$  时, 存在  $R(i_0, j) = 1$ , 当  $i=i_0+1, \dots, M'$  时, 存在  $R(i, j_0) = 1$ ; 且在二值轮廓图像中对应位置的左、右、下三个方向均搜索到通过轮廓生长得到的同一目标轮廓, 则将当前非目标点置为目标点。

[0056] 注: 为了使分割结果更准确, 实现时保留一定的背景区域, 在感兴趣区域四周各扩展20个像素。

[0057] 如图5所示是本发明的感兴趣区域分割过程图; 其中 (a) 为感兴趣区域图像, (b) 为行列均值分割结果图像, (c) 为轮廓图像, (d) 为基于行列均值分割与轮廓生长相结合分割方法的图像结果。

[0058] 4. 疑似目标计算

[0059] 在感兴趣区域分割图像中计算疑似目标几何特征。

[0060] 第一步: 采用连通区域标记的方法对感兴趣区域二值图像进行疑似目标标记, 同时记录下每个标记目标的边缘像素坐标和数量;

[0061] 第二步: 通过计算可得到疑似目标的形心、面积、宽度和高度特征; 然后, 按照疑似目标的面积对二值图像中所有的疑似目标进行降序排列。

[0062] 在感兴趣区域图像中计算疑似目标与邻域背景的平均灰度, 其中, 邻域背景为目标最小外接矩形四周3圈所包围的区域, 如图6所示为本发明的邻域背景区域示意图, 实线框为目标最小外接矩形。

[0063] 5. 疑似目标判别

[0064] 疑似目标需要通过特征判别才能确定为有效的舰船目标, 特征约束如下:

[0065] a. 面积: 疑似舰船目标像素点总数。

[0066] 有效目标的面积  $> 100$  像素。

[0067] b. 宽高比: 疑似舰船目标最小外接矩形的宽度像素值除以高度像素值。

[0068] 有效目标的宽高比在  $0.5 \sim 10$  之间。

[0069] c. 对比度: 疑似舰船目标平均亮度与邻域背景平均亮度的差值, 其中的邻域背景为目标最小外接矩形四周3圈所围区域的灰度均值。

[0070] 有效目标的对比度  $> 5$  (灰度差)。

[0071] d. 位置: 疑似舰船目标最小外接矩形的位置坐标。

[0072] 对疑似目标进行目标判别确定真实的舰船目标, 获得目标检测结果。

[0073] 如图7所示为本发明的红外海面舰船目标检测结果图。



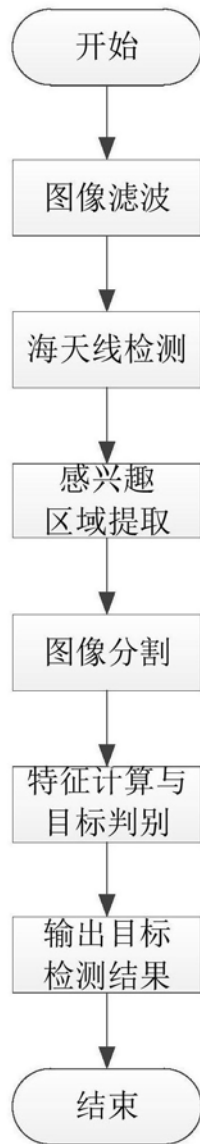


图1

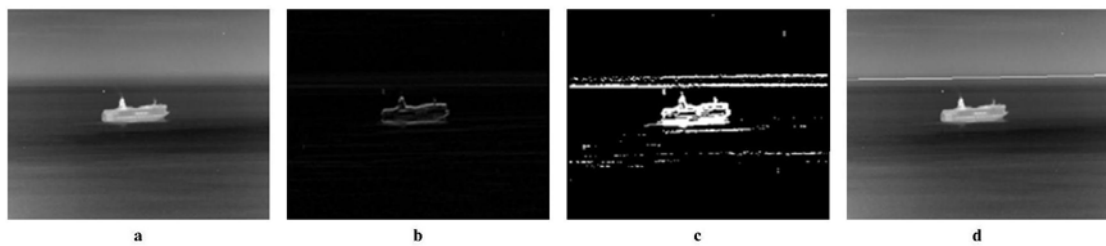


图2

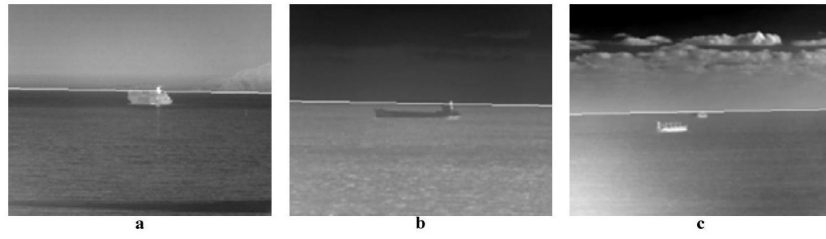


图3

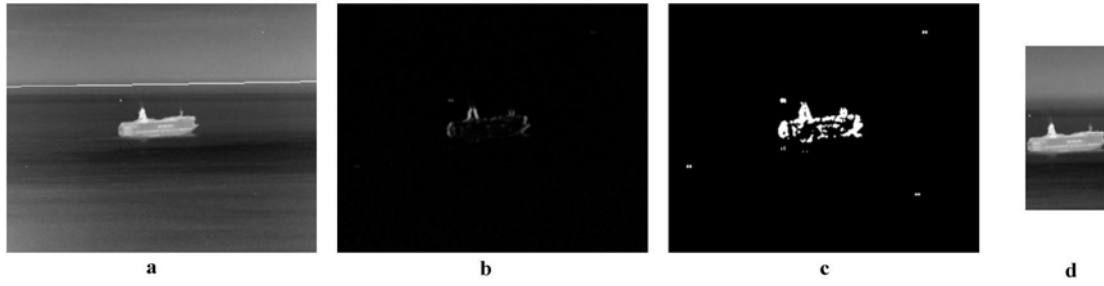


图4



图5

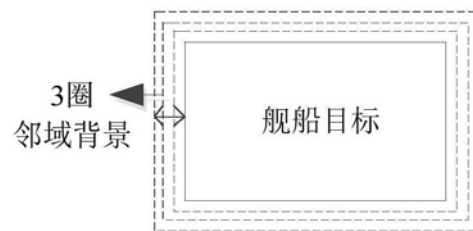


图6

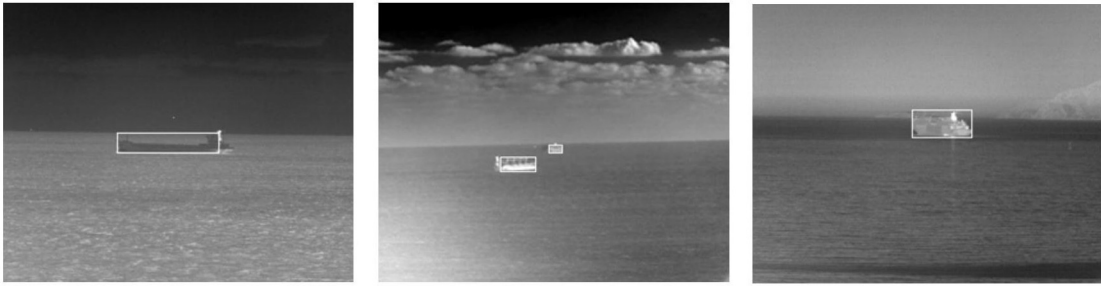


图7