

文章编号:1001-5078(2008)11-1149-03

· 图像与信号处理 ·

基于区域方差和 RANSAC 的海天线检测新方法

桂 阳, 李立春, 王鲲鹏, 孙祥一

(国防科学技术大学航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对海空背景图像中海天线的检测问题, 提出了一种基于区域方差和 RANSAC 算法的新方法。该方法首先搜寻图像中设定区域内方差最大值的位置, 并以此确定出若干海天线候选点坐标, 然后结合 RANSAC 算法求取海天线直线参数。实验证明, 该方法能有效地检测出复杂海空背景下的海天线, 具有鲁棒性强、运算速度快、工程实用价值高等优点。

关键词: 海天线检测; 方差; 鲁棒性; RANSAC

中图分类号: TP391 文献标识码: A

A New Method of Sea-sky-line Detection Based on Region Variance and RANSAC Algorithm

GUI Yang, LI Li-chun, WANG Kun-peng, SUN Xiang-yi

(National Univ. of defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Aim at the problem of sea-sky-line detection in sea-sky background image, a new method which is based on region variance and RANSAC algorithm is proposed. First, position of maximal variance in each predefined region in the image is hunt out, and coordinates of some possible sea-sky-line points are made certain according to the position, then line parameter of sea-sky-line is solved combined with RANSAC algorithm. The experimental results show that this method can detect out sea-sky-line under complicated sea-sky background effectively, and has many advantages such as strong robustness, speedy calculation and high practical value.

Key words: sea-sky-line detection; variance; robustness; RANSAC

1 引言

对于海空背景图像, 海天线的检测是一个重要问题。远距离的目标总是出现在海天线附近, 通过检测海天线可缩小目标搜索区域, 这对于减少后续目标检测识别等工作的运算量、抑制海天线区域外不必要的噪声干扰有着重要的意义。

对海天线检测, 近年来有不少学者做过积极的工作。文献[1]中提出运用 Hough 变换来检测海天线, 这种方法受 Hough 变换算法速度的限制, 很难做到实时处理, 而且 Hough 变换的结果受边缘检测效果影响很大, 在背景复杂、成像模糊的情况下, 很难正确地检测出海天线。文献[2]中采用行映射直方图的方法, 该方法适用于简单的海天背景, 但二值化门限不好确定。文献[3]中提出用梯度的方法进行海天线的检测, 该方法有一定的适应性, 但受噪声和成像质量影响较大。近来有不少文献提出将小波变换^[4-6]引入海天线检测领域, 这是一种新的思路,

但小波变换的引入使算法的工程性降低。

基于海天线是为直线模型这一特征, 本文提出了一种鲁棒的、快速的海天线检测算法。算法首先预设若干搜索区域, 然后在每个搜索区域内寻找方差值最大的子区域, 并提取子区域中心坐标, 最后结合 RANSAC 算法^[7]求得海平面的直线参数。该方法原理简单, 独辟蹊径, 避免了对整个海天线的提取, 计算速度快, 工程实用性强, 并已在某具体工程项目成功应用。

2 海空背景图像特征及方差分析

2.1 特征分析

在海空背景可见光图像中, 天空的反射较强, 亮度较大, 海面的反射较弱, 亮度较小, 天空和海面之间的亮度有明显的跳跃。在海空背景红外图像中,

作者简介: 桂 阳(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为基于图像的精密测量与运动测量。E-mail: guiyangwh@sohu.com

收稿日期: 2008-05-15

通常情况下,海面背景辐射低于天空背景辐射,其灰度整体表现为低亮度,天空背景辐射整体比海面背景高,海天之间存在一个海天交接过渡带,过渡带的天空部分亮度较大,海面部分亮度较小,有明显的边缘特征。随着天空场景与海天线距离的增加,天空背景辐射强度逐渐降低,天空中也存在一个灰度过渡带。

2.2 方差分析

从以上海空背景图像特征分析中可以看出,在可见光图像中,海天线附近区域是整幅图像中灰度差值最大的区域,也是灰度方差最大的区域;在红外图像中,海天线附近区域和天空中灰度过渡带区域的方差都比较大,此时海天线的检测还需以亮区域和暗区域的位置关系来确定。

在海天线附近的小范围区域内,可以认为天空区域和海面区域的灰度是近似均匀的。以图1模拟海天线附近小范围区域的情况,其中海天线是倾斜的。

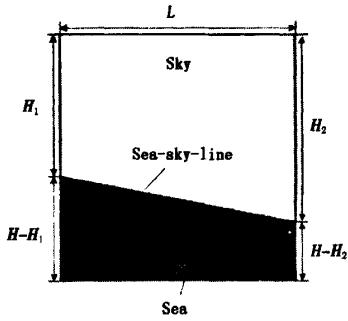


图1 海天线区域示意图

设所选海天线附近小范围区域的高度为 H , 宽度为 L , 其中天空区域的像素灰度值均为 G_1 , 海面区域的像素灰度值均为 G_2 , 显然 $G_1 > G_2$ 。

图中天空区域和海面区域的像素面积分别为:

$$s_1 = \frac{1}{2} \times (H_1 + H_2) \times L \quad (1)$$

$$s_2 = \frac{1}{2} \times (2H - H_1 - H_2) \times L \quad (2)$$

整个区域的灰度均值为:

$$\bar{G} = \frac{s_1 \times G_1 + s_2 \times G_2}{L \times H} \quad (3)$$

则整个区域的灰度方差为:

$$s^2 = \frac{1}{L \times H} \times [s_1 \times (G_1 - \bar{G})^2 + s_2 \times (G_2 - \bar{G})^2] \quad (4)$$

由式(1)~式(4)计算可得:

$$s^2 = \frac{2 \times (H_1 + H_2) \times H - (H_1 + H_2)^2}{4 \times H^2} \quad (5)$$

式(5)两边同时对 $(H_1 + H_2)$ 求导数可得:

$$(s^2)' = \frac{H - (H_1 + H_2)}{2 \times H^2} \quad (6)$$

当 $(s^2)' = 0$, 即 $H = H_1 + H_2$ 时, 方差取最大值, 而此时海天线必过该区域的中心点。因此, 可在海空背景图像中设置竖形搜索区域, 在此区域中寻找方差最大的一块子区域, 则子区域的中心即为海天线上一候选点。

3 确定海天线直线参数

3.1 确定搜索区域

在首帧图像上选取初始搜索区域, 初始搜索区域的高度与图像高度一致, 其宽度、位置和个数可根据实际情况来确定。本文在图像的长度方向上等距离选择八块区域作为初始搜索区域, 如图2中的白色区域所示。

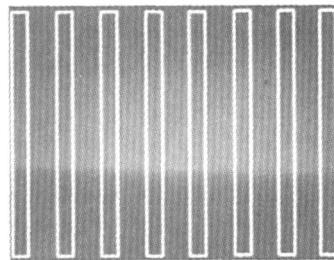


图2 初始搜索区域示意图

在对序列图像的处理过程中, 非首帧图像中的搜索区域高度可以以前一帧图像中所提取的海面上的点的高度坐标为基准, 往上下方向扩展一定高度得到, 不必以图像高度为准, 这样可以缩小搜索区域, 可提高运算速度, 如图3所示。

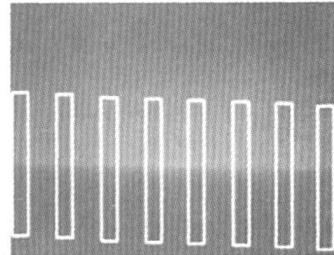


图3 缩小后的搜索区域示意图

一般而言, 确定海平面的直线方程只需要海平面上两点即可, 即只需要选取两块搜索区域。但为了获得更好的鲁棒性和精度, 在计算速度允许的前提下, 应选择两块以上的搜索区域。搜索区域的尺度根据图像特性来选择, 在满足计算速度的条件下, 尽量选择较大尺度以减小海面杂波的干扰。

3.2 计算方差提取海平面点

搜索区域确定以后, 根据图像特性确定方差计算区域的长度 D , 即每次在搜索区域内取长度为 D

的区域计算方差。

在搜索区域中从上至下依次取长度为 D 的区域,并计算区域中像素的灰度方差,通过比较确定最大方差对应的区域,该区域的中心即为海天线上一候选点。

3.3 计算直线参数

每个搜索区域中可确定海天线上一候选点,则可得到八个点的坐标 (x_i, y_i) ($i = 1, 2, \dots, 8$),根据这八个点的坐标由 RANSAC 算法计算海天线的直线参数。

用 RANSAC 算法拟合直线的基本思想是:在数据集合中随机选取两点确定一条直线,并通过一定的阈值来寻找此直线的内点。不断地重复这样的随机采样,最后选择具有最大内点数的采样,此采样计算获得的直线估计作为最好估计。

RANSAC 估计直线参数的原理如图 4 所示,直线 AB 获得的内点较多,是这个集合的最好估计,并有效的剔除了外点。

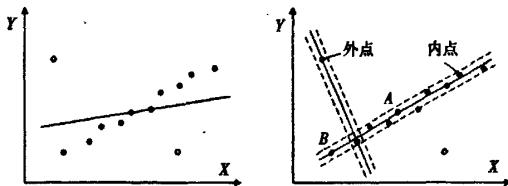


图 4 RANSAC 算法估计直线示意图

4 实验结果

用多幅图像对本文提出的算法进行了考察,图 5~图 6 为其中典型的两幅海空背景的图像。图 5(a)为可见光图像,图 6(a)为红外图像,其中可见光图像中包含有小目标。根据方差最大提取各个搜索区域中点的结果如图 5~图 6 所示。

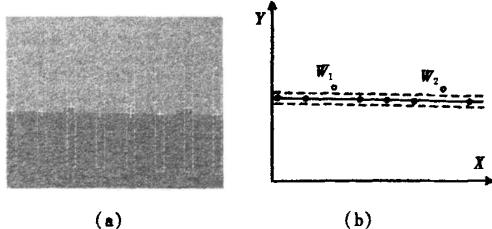


图 5 可见光图像海天线点提取结果

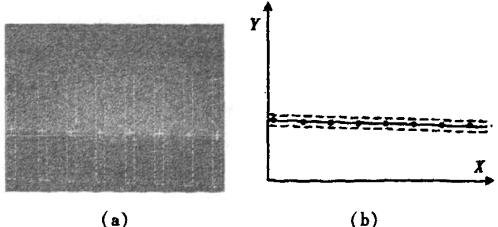


图 6 红外图像海天线点提取结果

从图 5~图 6 提取结果可以看出,本文算法能准确有效地提取出海天线上的点并拟合出海天线直线。图 5 中由于目标的干扰造成了两个海天线点提取不正确,运用 RANSAC 算法进行直线拟合时,有效地剔除了这两点,保证了直线拟合的正确性,鲁棒性强。另外,本文算法只对图像中部分区域内的像素进行分析处理,不用对全图像素进行运算,处理速度快,能够满足实时处理的要求。

图 7 中海天线检测结果是由 RANSAC 算法所求的直线参数画出,从实验结果可以看出,本文方法能准确有效地检测出复杂背景下的海天线。

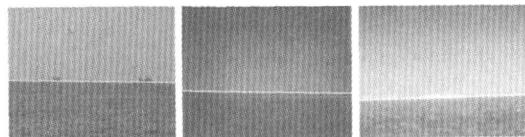


图 7 海天线检测实验结果

5 结论

在海空背景图像中,海天线的检测是一项重要的内容。通过检测海天线,可以确定目标的潜在区域,从而不必在全图搜索目标,减少计算量,同时抑制区域外复杂的人为的或自然的干扰。与传统方法不同,本文的海天线检测方法通过方差分析提取若干海天线候选点并结合 RANSAC 算法来计算海平面的直线参数,避免了对整条海天线的提取。实验表明,该方法能有效地检测出复杂海空背景下的海天线,且鲁棒性高,运算速度快,可以为随后的目标检测和识别奠定了良好的基础。

参考文献:

- [1] 张兆伟,马治国,钱超,等.红外图像中海天线的提取[J].海军工程大学学报,2005,17(3):97~99.
- [2] 张锋,杨树谦,倪汉昌.舰船红外图像特征提取及目标识别技术探讨[J].红外与激光技术,1991,20(2):21~25.
- [3] 刘松涛,沈同圣,韩艳丽,等.舰船目标海天线提取方法研究[J].激光与红外,2003,33(1):51~53.
- [4] 温佩芝,史泽林,于海斌.基于小波变换的复杂海面背景红外小目标检测[J].激光与红外,2003,33(6):449~452.
- [5] Faraklotti M, M Petrou. Multiresolution versus single resolution horizon picking in 2D seismic images[J]. SPIE, 2004, 5238:50~61.
- [6] 裴立力,史泽林,罗海波.一种基于小波多尺度分析的水天线检测方法[J].沈阳工业大学学报,2003,25(2):125~128.
- [7] Fisher M A, Bolles R C. Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography[J]. Communications of ACM, March 1981, 24(6):381~395.

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>