

引文格式:孟俊霞.多波束水柱数据中气泡羽状流探测方法与研究[J].测绘学报,2019,48(8):1070. DOI:10.11947/j. AGCS. 2019.20180430.
MENG Junxia.Study on detection methods of bubble plumes based on multibeam water column data[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2019,48(8):1070. DOI:10.11947/j. AGCS.2019.20180430.

多波束水柱数据中气泡羽状流探测方法与研究

孟俊霞

安徽建筑大学土木工程学院,安徽 合肥 230601

Study on detection methods of bubble plumes based on multibeam water column data

MENG Junxia

College of Civil Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China

天然气水合物具有海底分布广、储量丰富、清洁高效等特点,具有极高的资源价值,一直是长期研究的热点。开发和利用天然气水合物首先需解决探测问题。气泡羽状流是天然气水合物泄漏在海水中形成的气柱,可表征和发现天然气水合物的存在;新一代多波束具有记录水柱数据的能力,可获取换能器到海底间的声学信息,获得具有气泡羽状流的多波束水柱图像。目前的气泡羽状流探测主要基于简单阈值法+人工目视方法,存在人为干扰因素大,费时费力等不足,故本文开展基于多波束水柱数据的气泡羽状流探测方法研究,以期为我国天然气水合物提供一种自动探测方法。论文的主要内容如下:

(1) 基于 CFAR 阈值分割和形态约束的气泡羽状流探测。水柱图像受噪声影响较大,尤其是较为明显的旁瓣效应影响,使得目标探测的难度大大增加。考虑到同一噪声在时间-角度、深度-角度水柱图像的不同表现差异和 CFAR(constant false alarm rate)方法在图像目标检测中的有效性,提出了基于扇区 CFAR 阈值分割和形态约束的气泡羽状流探测方法。

该方法包括 5 个步骤:水柱数据直方图分布分析;对时间-角度水柱图像进行分扇区 CFAR 阈值分割;对深度-角度水柱图像进行分扇区 CFAR 阈值分割;取交集消除多数旁瓣影响噪声、与水深相关噪声和背景噪声,然后转换为深度-垂直航迹水柱图像;进行气泡羽状流形态约束。并讨论了虚警概率和 k 值的选取问题。

使用浅水 EM710 多波束水柱数据和深水 EM122 多波束水柱数据进行了基于扇区 CFAR 阈值分割和形态约束的气泡羽状流探测试验,分别获得了 86%、99%的总正确检测率及 86%、80%的气泡羽状流正确检测率,验证了提出方法的可行性和有效性。

(2) 基于 BOW 特征+Quadratic SVM 分类器的水柱图像气泡羽状流探测。由于声呐水柱图像不像光学图像特征明显,传统的图像特征往往使得识别精度不高,因而特征的优选对于水柱图像气泡羽状流探测至关重要,同时对于提取的气泡羽状流特征,不同分类器表现差异较大。为了有效地提高对气泡羽状流的识别精度,首先根据水柱图像气泡羽状流特点分析优选出能够最好地表达

气泡羽状流的 BOW 特征,然后基于 BOW 特征优选出具有最好识别精度和较高效率的 Quadratic SVM 分类器,在此基础上提出了基于 BOW (bag of visual words) 特征+Quadratic SVM(support vector machine)分类器的水柱图像气泡羽状流探测方法与流程。

试验验证结果为:气泡羽状流样本集分类识别率 98%;EM710 水柱数据气泡羽状流探测总正确检测率 89%;气泡羽状流正确检测率 91%。

(3) 基于自适应卷积神经网络模型的水柱图像气泡羽状流探测。由于经典的卷积神经网络模型都是基于光学图像,利用这些模型进行迁移学习和特征提取,用于水柱图像中使得气泡羽状流识别精度难以提高,且计算消耗较大。为此,建立了顾及水柱图像气泡羽状流识别问题特点的自适应卷积神经网络模型,并给出了完整的探测流程。

顾及水柱图像气泡羽状流识别问题特点,在卷积神经网络模型建立各个环节进行适应性优化,通过选择正确的激活函数与损失函数、分析对比得到合适的模型层数、合理的网络优化算法等,建立了适应气泡羽状流目标识别的卷积神经网络模型,给出了完整探测流程。

提出方法在气泡羽状流样本集分类识别中实现了 99.6%的识别率,在 EM710 水柱数据气泡羽状流探测中获得了 90%的总正确检测率及 92%的气泡羽状流正确检测率。

中图分类号:P229 文献标识码:D
文章编号:1001-1595(2019)08-1070-01
基金项目:国家自然科学基金(41576107;41376109)

收稿日期:2018-09-13

作者简介:孟俊霞(1988—),女,讲师,2018 年 6 月毕业于武汉大学,获工学博士学位(指导老师:赵建虎教授,刘胜旋教授级高工),研究方向为海洋测绘。

Author: MENG Junxia (1988—), female, lecturer, received his doctoral degree from Wuhan University on June 2018, majors in ocean surveying and mapping.
E-mail: junxia.meng@foxmail.com