



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110399655 A

(43)申请公布日 2019.11.01

(21)申请号 201910610353.6

(22)申请日 2019.07.08

(71)申请人 自然资源部海洋减灾中心

地址 100085 北京市海淀区北安河七王坟
北路6号

申请人 浙江大学

(72)发明人 陈新平 胡征宇 何方 牛文涛

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 郑海峰

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

G06N 20/00(2019.01)

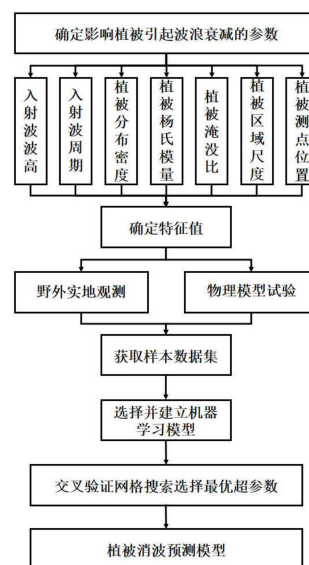
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于机器学习预测植被消波的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于机器学习预测植被消波的方法,利用机器学习方法来建立目标区域的植被消波模型,从而预测滨海植被引起的波浪衰减效果。其包括以下步骤:(1)确定影响植被引起波浪衰减的参数,包含入射波浪要素以及植被自身特性,实现特征选择。(2)基于确定特征,开展针对目标预测区域的野外实地观测或物理模型试验,从而测量所需特征值,构成样本数据集。(3)选择并建立机器学习算法模型。(4)通过交叉验证和网格搜索确定预测结果最好的超参数。(5)完成建立目标区域的植被消波预测模型。本发明根据已确定影响植被消波的特征参数,基于机器学习实现预测各种波浪及植被条件下任意植被区域的波浪衰减,对海洋生态减灾领域意义重大。



1. 一种基于机器学习预测植被消波的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 确定影响植被引起波浪衰减的参数,包括入射波浪要素以及植被自身特性,根据所述参数实现特征选择,确定特征值;

(2) 基于步骤(1)所确定的特征值,开展针对目标区域的野外实地观测或物理模型试验,获得样本数据集和训练目标值 y_{train} ;

(3) 根据特征值和训练目标值 y_{train} 建立机器学习算法模型;

(4) 将步骤(2)所述样本数据集划分为训练数据集和测试数据集,采用训练数据集通过交叉验证和网格搜索确定所述机器学习算法模型的超参数,得到目标区域的植被消波预测模型,采用预测数据集验证所述目标区域的植被消波预测模型的效果;

(5) 将目标区域的植被消波预测模型用于预测目标区域植被引起的波浪衰减。

2. 根据权利要求1所述的一种基于机器学习预测植被消波的方法,其特征在于所述步骤(1)具体为:

根据影响植被消波特性的参数确定特征值,所述特征值包括入射波浪要素和植被自身特性,入射波浪要素包括入射波波高和入射波周期;植被自身特性包括植被分布密度、植物杨氏模量、植被淹没比、植被区域尺度以及植被测点位置;

所述植被分布密度具体为每平方米的植株数量或树冠垂向投影面积与植被区域面积的比值,表示为:

$$\phi = \frac{S_i \times N}{S}$$

式中 ϕ 表示植被分布密度, S_i 表示单株树冠垂向投影面积, N 表示植株数量, S 表示植被区域总面积;

所述植被淹没比具体为植被高度与水深的比值,表示为:

$$\alpha = \frac{h_s}{h}$$

式中 α 表示植被淹没比, h_s 表示植株高度, h 表示水深。

3. 根据权利要求1所述的一种基于机器学习预测植被消波的方法,其特征在于所述步骤(2)具体为:基于步骤(1)所确定的特征值,对目标区域开展野外实地观测或针对目标区域设计物理模型试验,根据不同的入射波浪要素及植被自身特性测定波浪在植被区域各个测点的沿程波高衰减值作为测点波高值,获得样本数据集和训练目标值 y_{train} , $y_{train} = (\text{'测点波高值'})$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于机器学习预测植被消波的方法,其特征在于步骤(3)所述机器学习算法模型包括决策树、随机森林、神经网络、逻辑回归。

5. 根据权利要求1所述的一种基于机器学习预测植被消波的方法,其特征在于步骤(4)所述采用预测数据集验证所述目标区域的植被消波预测模型的效果,将预测波高值与测点波高值的均方误差作为判定函数,表示为:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{predict} - H_{measured})^2}{n}$$

其中MSE表示均方误差, $H_{predict}$ 表示预测波高值, $H_{measured}$ 表示测点波高值, n 表示预测数

据集中的样本数量。

一种基于机器学习预测植被消波的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋生态减灾领域，具体涉及一种基于机器学习预测植被消波的方法。

背景技术

[0002] 近年来，随着全球变暖带来的海平面上升，世界各地沿海地区经济社会加速发展，极端高强度海洋水动力环境包括强风浪、风暴潮、海啸等有范围不断扩大，频率不断增加的趋势，滨海城市的人民群众生命财产安全受到严重威胁。然而传统防波堤不仅极易受损，还对建造海域的生态环境造成无法估量的破坏作用。因此，海洋生态减灾工作正日益引起人们的重视与关注。

[0003] 滨海湿地作为高效、经济且环境友好可持续发展的海洋生态屏障，其对于耗散高强度海洋水动力环境具有十分显著的作用。我国海岸线蜿蜒曲折，长度名列世界前十，建立海岸线生态屏障，对于提高我国滨海生态效益以及减少风暴潮对社会经济造成的损失意义重大。为了充分且高效地利用这道海洋生态屏障，高精度地预测各种条件下植被对于波浪的衰减作用显得尤为重要。

[0004] 在当下诸多公开的技术与专利中，往往通过理论、经验去实现预测植被引起的波浪衰减，然而在理论和经验过程中的理想假定却引入了许多与实际情况相悖的误差。这些预测方法不仅对于需求条件要求十分苛刻，更为重要的是，预测精度与准确率差强人意。因此，亟需一种可以高精度高准确率预测植被消波的技术方法，来为我国海洋生态减灾领域提供一定的指导意义。

发明内容

[0005] 本发明克服了现有技术中的不足，对现有技术进行了创新，提出了一种基于机器学习预测植被消波的方法。其主要目的在于利用机器学习方法，建立模型训练数据集，实现快速、高精度、高准确率预测滨海湿地植被引起的波浪衰减，具有十分有前景且广泛的实际应用意义，从而为我国海洋生态减灾领域提供有力的技术支撑。

[0006] 为实现上述技术功能，本发明采用如下技术方案：

[0007] 一种基于机器学习预测植被消波的方法，包括以下步骤：

[0008] 1. 确定影响植被引起波浪衰减的参数，包括入射波浪要素以及植被自身特性，根据所述参数实现特征选择，确定特征值；

[0009] 2. 基于步骤1所确定的特征值，开展针对目标区域的野外实地观测或物理模型试验，获得样本数据集和训练目标值 y_{train} ；

[0010] 3. 根据特征值和训练目标值 y_{train} 建立机器学习算法模型；

[0011] 4. 将步骤2所述样本数据集划分为训练数据集和测试数据集，采用训练数据集通过交叉验证和网格搜索确定所述机器学习算法模型的超参数，得到目标区域的植被消波预测模型，采用预测数据集验证所述目标区域的植被消波预测模型的效果；

[0012] 5.将目标区域的植被消波预测模型用于预测目标区域植被引起的波浪衰减。

[0013] 进一步的,所述步骤1具体为:

[0014] 根据影响植被消波特性的参数确定特征值,所述特征值包括入射波浪要素和植被自身特性,所述波浪要素为规则波时利用上跨零点法或下跨零点法关注入射波波高、入射波周期,随机波条件下关注有效波高以及谱峰周期,因此入射波浪要素特征值选择入射波波高和入射波周期;而滨海植被自身特性则需要关注包括植被分布密度、植物杨氏模量、植被淹没比,即植被高度与水深的比值;植被区域的空间尺度,即植被区的长度与宽度;以及植被区域波浪测点的位置,因此植被自身特性特征值选择植被分布密度、植物杨氏模量、植被淹没比、植被区域尺度以及植被测点位置;

[0015] 所述植被分布密度具体为每平方米的植株数量或树冠垂向投影面积与植被区域面积的比值,表示为:

$$[0016] \quad \phi = \frac{S_i \times N}{S}$$

[0017] 式中 ϕ 表示植被分布密度, S_i 表示单株树冠垂向投影面积, N 表示植株数量, S 表示植被区域总面积;

[0018] 所述植物杨氏模量,刚性植被与柔性植被对于波浪衰减作用不同,以往研究表明植物杨氏模量的大小会影响到消波特性,因此选用为特征值;

[0019] 所述植被淹没比具体为植被高度与水深的比值,表示为:

$$[0020] \quad \alpha = \frac{h_s}{h}$$

[0021] 式中 α 表示植被淹没比, h_s 表示植株高度, h 表示水深。由于增减水导致的水深变化,以及植被生长带来的植株高度增加,都会引起植被淹没比的变化。植被淹没比对于波浪衰减的影响较大,非淹没植被消波效果远好于淹没植被,因此选用为特征值;

[0022] 所述植被区域的空间尺度,包括植被区域的横向跨度与纵向长度,是影响植被消波效果的重要因素,空间尺度越大,其消波性能更加优异;

[0023] 所述植被区域波浪测点的位置,即在植被区域沿程选择合适的多个测点,布置浪潮仪或是浪高仪来采集数据。

[0024] 进一步的,所述步骤2具体为:基于步骤1所确定的特征值,对目标区域开展野外实地观测或针对目标区域设计物理模型试验,根据不同的入射波浪要素及植被自身特性测定波浪在植被区域各个测点的沿程波高衰减值作为测点波高值,获得样本数据集和训练目标值 y_{train} , y_{train} =(‘测点波高值’)。

[0025] 进一步的,步骤3所述机器学习算法模型包括决策树、随机森林、神经网络、逻辑回归。

[0026] 进一步的,步骤4所述采用预测数据集验证所述目标区域的植被消波预测模型的效果,将预测波高值与测点波高值的均方误差作为判定函数,表示为:

$$[0027] \quad MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{predict} - H_{measured})^2}{n}$$

[0028] 其中MSE表示均方误差, $H_{predict}$ 表示预测波高值, $H_{measured}$ 表示测点波高值, n 表示预测数据集中的样本数量。

[0029] 进一步的,所述的步骤5,在完成上述步骤后,实现针对目标区域的植被消波预测模型的建立,可通过输入各种特征值,达到输出植被区域任意位置任意波高的精确结果,实现各种不同特性植被面对不同波浪条件作用下的消波效果。

[0030] 本发明的有益之处在于:

[0031] 一种基于机器学习预测植被消波的方法,其基于机器学习方法,训练影响植被消波效果的已知特征值,建立植被消波模型,将该模型运用到实际工程预测中,可以针对目标区域各种条件下的波浪作用下,各种植被的消波特性进行高准确率、高效、快速地预测,从而指导滨海湿地构建布局与策略,经济且高效地布置海洋生态保护网,具有十分重要的生态价值与经济意义。

[0032] 一种基于机器学习预测植被消波的方法,其还可以针对目标区域,引入潮流,风,地形等多种特征,全方位地考虑植被区域引起的波浪能量耗散过程,面向于多种复杂海洋水动力环境,准确预测植被消波阻流效果,其解决了海洋生态减灾领域中至关重要的一项技术难题。

[0033] 本发明兼顾效率高、应用性强与准确性高,弥补了过去技术预测准确率差,应用条件狭窄,实际作用薄弱的缺陷,本发明技术实际应用性强大,操作快速便利,仅需要对数据集进行训练,即可建立高效率、高准确度地预测任意植被区域的波高衰减,从而对实际工程应用提供十分重要的指导意义,新颖性、经济价值及实用性十分显著。

附图说明

[0034] 图1是一种基于机器学习预测植被消波的方法的流程图;

[0035] 图2是一种基于机器学习预测植被消波的方法的预测结果与实测数据的比对图;

[0036] 图中,H_p表示预测波高,H_m表示实测波高。

具体实施方式

[0037] 下面对本发明的技术方案进行进一步说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施实例。

[0038] 参见图1所示,本发明实施例所提供的一种基于机器学习预测植被消波的方法,具体实施方式采取以下五个步骤:

[0039] (1) 根据已知影响植被消波特性的参数确定特征值,其中包括入射波浪要素与植被自身特性两个重要方面。在入射波浪要素中,考虑入射波高与入射波周期的影响;在植被自身特性方面,考虑植被分布密度,植被杨氏模量,植被淹没比,植被区域尺度,植被测点位置的影响,因此特征值选择入射波波高、入射波周期、植被分布密度、植被杨氏模量、植被淹没比、植被区域尺度和植被测点位置。

[0040] 所述波浪要素为规则波时利用上跨零点法或下跨零点法关注入射波波高、入射波周期,随机波条件下关注有效波高以及谱峰周期;

[0041] 所述植被分布密度具体为每平方米的植株数量或树冠垂向投影面积与植被区域面积的比值,其中后者可采用下式表示:

[0042]
$$\phi = \frac{S_i \times N}{S}$$

[0043] 式中 ϕ 表示植被分布密度, S_i 表示单株树冠垂向投影面积, N 表示植株数量, S 表示植被区域总面积。

[0044] 所述植物杨氏模量, 具体为刚性植被与柔性植被对于波浪衰减作用不同, 以往研究表明植物杨氏模量的大小会影响到消波特性, 因此选用为特征值。

[0045] 所述植被淹没比, 即植被高度与水深的比值; 由于增减水导致的水深变化, 以及植被生长带来的植株高度增加, 都会引起植被淹没比的变化。植被淹没比对于波浪衰减的影响较大, 非淹没植被消波效果远好于淹没植被, 因此选用为特征值, 植被淹没比可以通过下式表示:

$$[0046] \quad \alpha = \frac{h_s}{h}$$

[0047] 式中 α 表示植被淹没比, h_s 表示植株高度, h 表示水深。

[0048] 所述植被区域的空间尺度, 包括植被区域的横向跨度与纵向长度, 是影响植被消波效果的重要因素, 空间尺度越大, 其消波性能更加优异。

[0049] 所述植被区域波浪测点的位置, 即在植被区域沿程选择合适的多个测点, 布置浪潮仪或是浪高仪来采集数据。(2) 基于步骤(1)所确定的特征, 针对我国广东省某地红树林根据弗劳德相似设计物理模型试验, 选用不同植被特征与波浪特征的试验工况, 其中入射波高选取分别选取0.02m, 0.03m, 0.04m, 0.05m, 0.06m, 波浪周期选择0.6s~1.8s, 时间间隔0.1s, 植被分布密度选择20株/m², 40株/m², 60株/m², 80株/m², 植被淹没比选择0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3共七种, 包括淹没条件和非淹没条件。在植被区域沿程布置多个浪高仪采集波浪波高、周期等数据, 在实验室完成试验测量沿程波高衰减, 将植被区域的各个测点波高值作为训练目标值, 从而获取全部样本数据集。

[0050] (3) 将所获取的样本数据集划分训练数据集与测试数据集, 随机选取样本数据集中20%的样本数据作为测试数据集, 训练数据集 $x_train = ('入射波波高', '入射波周期', '植被分布密度', '植被杨氏模量', '植被淹没比', '植被区域尺度', '植被测点位置')$, 训练目标值 $y_train = ('测点波高')$, 针对特征值与训练目标值, 选择梯度提升树 (GBDT) 算法作为机器学习算法模型。

[0051] (4) 采用4折交叉验证, 通过网格搜索确定弱学习器的数目为800, 每个学习器的最大深度为4, 达到最佳预测精度。运用预测波高值与测点波高值的均方误差进行评定, 实现预测结果均方误差最低, 参照图2所示, 均方误差0.00326, 达到最优预测效果。其中均方误差由下式表示:

$$[0052] \quad MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{predict} - H_{measured})^2}{n}$$

[0053] 其中MSE表示均方误差, $H_{predict}$ 表示预测波高值, $H_{measured}$ 表示测点波高值, n 表示预测数据集中的样本数量。

[0054] (5) 在完成上述步骤后, 实现针对广东省某地红树林的植被消波预测模型的建立, 可通过输入各种特征值, 达到输出植被区域任意位置任意波高的精确结果, 实现各种不同特性植被面对不同波浪条件作用下的消波效果, 对于海洋生态屏障布局建设提供重要的指导作用。

[0055] 当然, 以上只是本发明的具体应用范例, 本发明还有其他的实施方式, 凡采用等同

替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明所要求的保护范围之内。

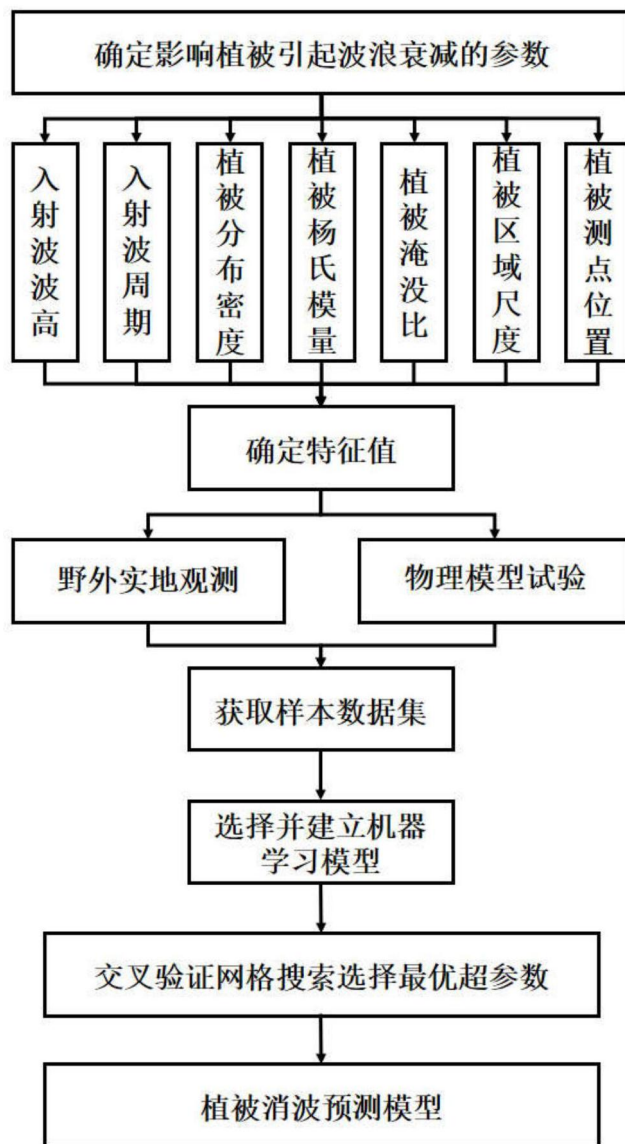


图1

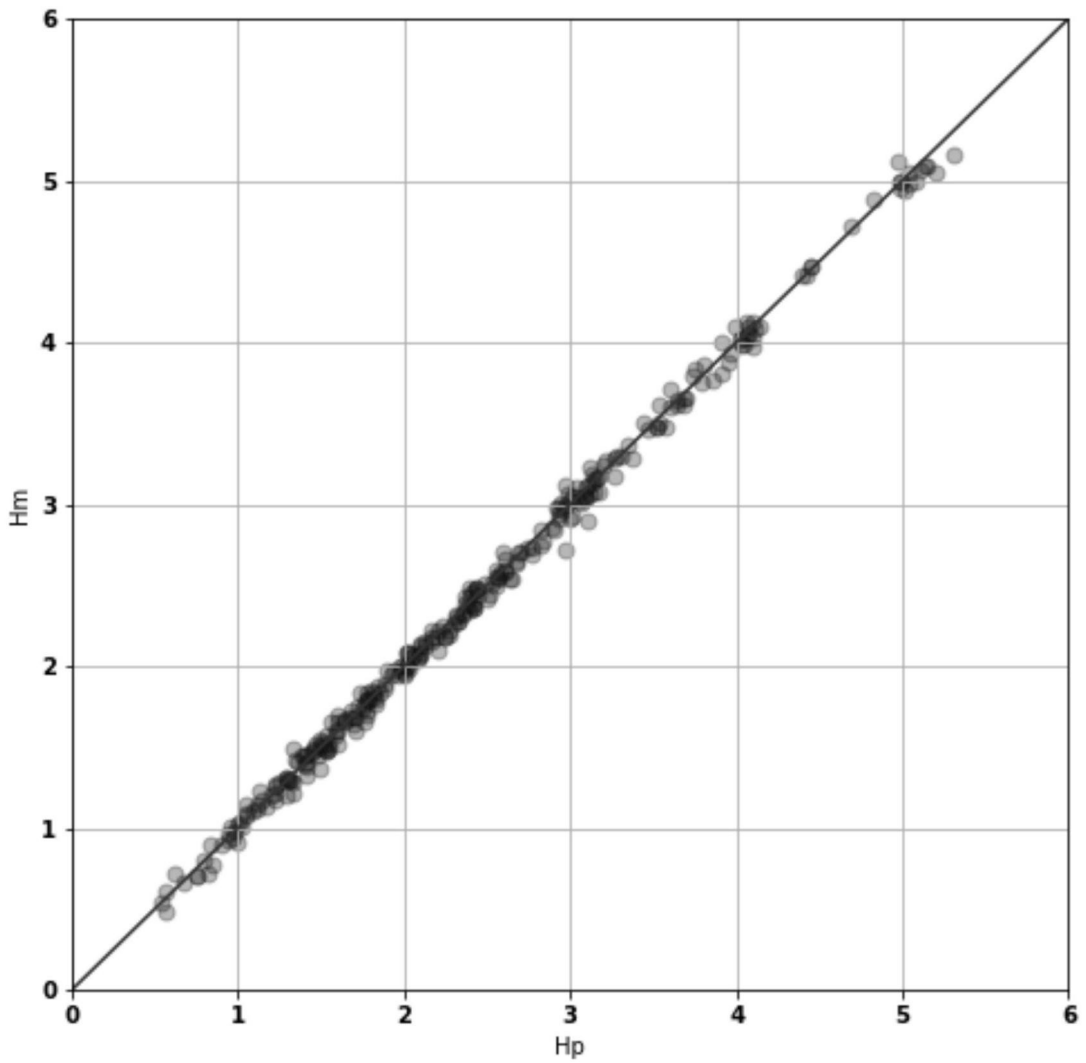


图2