



# 第二届中国数字地球大会

The 2nd China Digital Earth Conference

## 墙报展示

2021/9/6-8 中国·北京

### 适宜哈密瓜大棚监测的高分影像最佳空间分辨率研究

崔贝<sup>1,2,3</sup>, 黄文江<sup>1,2</sup>, 叶回春<sup>1,2</sup>, 陈全喜<sup>1,2</sup>, 李志超<sup>3</sup>, 江昊洋<sup>3</sup>

1. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 100094, 中国
2. 中国科学院空天信息研究院海南研究院, 海南省地球观测重点实验室, 三亚 572029, 中国
3. 三亚中科遥感研究所, 三亚 572029, 中国

#### 摘要:

哈密瓜是深受人们喜爱的水果, 已在我国海南等地广泛种植。及时掌握区域哈密瓜种植情况对政府宏观调控决策、生产者获得最大收益等至关重要。由于哈密瓜栽培多使用塑料大棚以提高其产量和品质, 本研究旨在通过利用不同空间分辨率高分遥感数据开展哈密瓜大棚分布遥感监测以明确适宜监测哈密瓜大棚特有规格(跨度4米)的最佳影像空间分辨率。本研究以高分二号影像(空间分辨率1m)为基础数据源, 并通过重采样方法获得空间分辨率分别为0.5m、2m、3m和5m影像, 提取了不同空间分辨率下不同地物的纹理特征、形状特征及光谱特征, 构建了综合利用光谱、纹理和形状特征的面向对象随机森林算法的哈密瓜大棚遥感监测方法并对监测结果进行对比分析。研究表明, 基于空间分辨率2米的遥感数据可获得最佳的哈密瓜大棚识别精度。本研究可为哈密瓜大棚遥感监测提供很好的理论基础, 以满足实际生产精度需求。

**关键词:** 塑料大棚; 哈密瓜; 面向对象方法; 随机森林算法; 空间分辨率

#### 数据及方法:

本研究以海南省乐东黎族自治县哈密瓜密集种植区为研究区域, 以高分二号影像为数据源及重采样获得空间分辨率0.5m、1m、2m、3m和5m影像, 并提取了不同地物的纹理特征(同质性、对比度、差异性、熵、二阶矩、均值、标准差、相关性)、形状特征(非对称性、边界指数、紧致度、密度、椭圆拟合、最大封闭椭圆的半径、最小封闭

椭圆的半径、矩形拟合、圆度、形状指数)及光谱特征(亮度、NDVI和NDPG), 采用面向对象随机森林算法开展哈密瓜大棚遥感监测。

#### 结果:

影像空间分辨率过高或过低均对识别精度造成影响。基于空间分辨率2米的遥感数据可获得最佳的哈密瓜大棚识别精度。

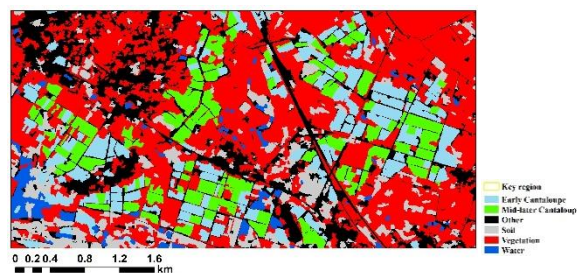


图1 基于空间分辨率2米影像的哈密瓜大棚识别结果(重点区域)

表1 基于不同空间分辨率影像的分类精度对比分析

| 空间分辨率 | 类别   | 制图精度    | 用户精度    | 总精度    | KIA    |
|-------|------|---------|---------|--------|--------|
| 0.5m  | 大棚 a | 96.27%  | 90.99%  | 92.49% | 89.96% |
|       | 大棚 b | 70.41%  | 100.00% |        |        |
| 1m    | 大棚 a | 100.00% | 92.06%  | 93.88% | 91.66% |
|       | 大棚 b | 82.61%  | 97.05%  |        |        |
| 2m    | 大棚 a | 97.83%  | 85.91%  | 94.85% | 92.41% |
|       | 大棚 b | 84.25%  | 97.00%  |        |        |
| 3m    | 大棚 a | 97.19%  | 87.04%  | 92.96% | 89.67% |
|       | 大棚 b | 73.32%  | 100.00% |        |        |
| 5m    | 大棚 a | 86.02%  | 78.10%  | 87.57% | 80.68% |
|       | 大棚 b | 63.81%  | 71.02%  |        |        |

备注: 大棚 a 指生长前期哈密瓜大棚, 大棚 b 指中后期哈密瓜大棚



### 利用面向对象的橡胶林遥感监测方法研究

崔贝<sup>1,2,3</sup>, 黄文江<sup>1,2</sup>, 叶回春<sup>1,2</sup>, 陈全喜<sup>1,2</sup>, 李志超<sup>3</sup>, 江昊洋<sup>3</sup>

1. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 100094, 中国
2. 中国科学院空天信息研究院海南研究院, 海南省地球观测重点实验室, 三亚 572029, 中国
3. 三亚中科遥感研究所, 三亚 572029, 中国

#### 摘要:

天然橡胶是我国四大工业原料之一,我国对天然橡胶的需求量快速增加,但由于地理与气候环境的限制,我国天然橡胶自给率严重不足。因此,迫切需要及时、准确地掌握我国橡胶林种植分布状况,对于保障我国橡胶行业健康发展至关重要。现有研究多综合利用橡胶林特有的物候规律-旺盛生长期和落叶期的光谱特征差异开展橡胶林遥感识别,但由于多云多雨的气候特点导致难以获得最佳时期的遥感数据。本研究以 Planet 遥感影像为基础数据,通过提取橡胶林单一旺盛生长期典型的光谱特征和纹理特征,构建综合利用光谱、纹理特征的面向对象随机森林算法的橡胶林遥感监测方法。研究表明,基于面向对象的随机森林算法准确提取了橡胶种植区,识别总精度达到 89.32%。本研究可有效的解决因多云多雨气候条件导致的影像数据缺少问题,可为橡胶林遥感监测提供很好的理论基础,更好的服务我国橡胶产业发展。

#### 数据和方法:

本研究以海南省儋州市橡胶密集种植区为研究区域,以 Planet 影像(空间分辨率 3 米)为数据源,采用多尺度分割算法实现影像分割,并提取了不同对象的纹理特征(同质性、对比度、差异性、熵、二阶矩、均值、标准差、相关性)及光谱特征(近红外波段反射率、亮度、NDVI、EVI 和 RVI),分别采用了面向对象随机森林算法和面向对象决策树算法开展橡胶林遥感监测。

#### 结论:

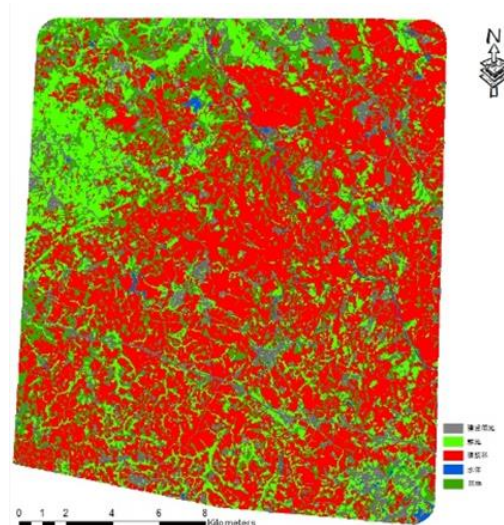


图 1 基于随机森林算法的分类结果

研究结果表明,以单一旺盛生长期影像特征为识别特征,利用面向对象的随机森林算法可实现橡胶林的准确识别,总识别精度为 89.32%,制图精度和用户精度均达到 92% 以上。

表 1 基于分类方法的遥感识别精度对比分析

| 类型   | 随机森林方法 |        | 决策树方法   |         |
|------|--------|--------|---------|---------|
|      | 制图精度   | 用户精度   | 制图精度    | 用户精度    |
| 水体   | 96.09% | 95.99% | 96.09%  | 100.00% |
| 建筑用地 | 86.11% | 91.61% | 100.00% | 88.11%  |
| 橡胶   | 97.02% | 92.02% | 89.58%  | 93.30%  |
| 农田   | 93.17% | 84.03% | 85.41%  | 87.57%  |
| 林地   | 63.36% | 85.23% | 68.70%  | 62.89%  |
| 总精度  | 89.32% |        | 86.04%  |         |
| KIA  | 84.20% |        | 79.81%  |         |





# 第二届中国数字地球大会

## The 2nd China Digital Earth Conference

2021/9/6-8 中国·北京

### 基于多核 SVM 决策融合模型的海面原油多光谱遥感检测研究

Multi-spectral remote sensing detection of oil spill on the sea surface based on multi-kernel SVM decision fusion model



戴渝心<sup>1,2</sup>, 马毅<sup>2,3,\*</sup>, 姜宗辰<sup>4</sup>, 杜凯<sup>5</sup>

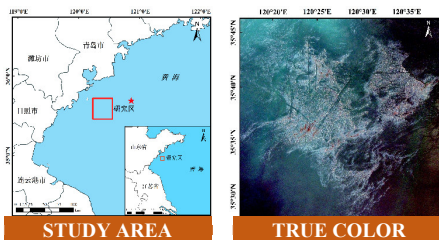
1. 中国石油大学(华东), 山东 青岛 266580; 2. 自然资源部第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 3. 自然资源部海洋遥测技术创新中心, 山东 青岛 266061; 4. 哈尔滨工业大学, 黑龙江 哈尔滨 150001; 5. 山东科技大学, 山东 青岛 266590

## INTRODUCTION

海面溢油事故发生后需要进行精准的溢油检测, 从而为溢油事故现场应急响应与海面污染的快速有效处理提供支持。本文利用哨兵二号 (Sentinel-2) 多光谱遥感影像, 基于最佳指数因子 (OIF) 构建光谱特征指数, 提取海面溢油光谱特征, 基于灰度共生矩阵 (GLCM) 提取海面溢油纹理特征, 利用巴氏距离法构建海面溢油空谱特征数据集。本文提出了多核决策融合支持向量机 (SVM) 海面原油检测模型, 对黄海 4.27 “交响乐号” 油轮溢油事故开展检测研究。

## DATA & METHOD

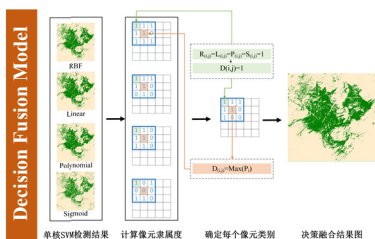
**研究对象:** 4.27 “交响乐号” 溢油事故  
**研究区位置:** 黄海朝连岛东南海域  
**遥感数据:** Sentinel-2-L1C



**光谱特征:** 共得到单一波段和指数组合光谱特征 14 个。  
**纹理特征:** 基于 GLCM 共得到 16 个溢油纹理特征。  
**最佳空谱特征数据集:** 基于巴氏距离筛选出最佳空谱特征。巴氏距离 (Bhattacharyya Distance, BD) 在分类中被用来评估类间可分离性。

### 多核 SVM 决策融合模型:

本文利用 RBF、Linear、Polynomial 和 Sigmoid 核函数的 SVM 分类结果进行多核决策融合。决策融合方法基于隶属度, 逐像元地判定融合后各像元的所属类。



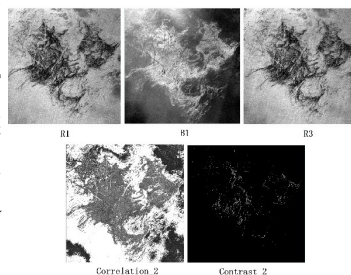
## CONCLUSION

- 1) 蓝光/短波红外 (R1)、蓝光 (B1)、绿光/短波红外 (R3) 和熵 (Entropy) 等 20 个特征为最佳溢油检测特征。
- 2) 本文构建的最佳空谱特征分类精度最高, 相比指数+纹理特征集的 OA 提高了 1.16%, Kappa 系数提高 0.008,  $F_1$  分数提高 0.003; 与光谱指数特征集相比, OA 增加了 11.18%, Kappa 系数提高 0.181,  $F_1$  分数增加 0.151。
- 3) 本文提出的多核 SVM 决策融合溢油检测模型与单核模型相比 OA 提高了 1.0~8.2%, Kappa 系数提高了 0.013~0.122,  $F_1$  分数提高 0.009~0.097。

## RESULT

### Spectral and Texture Feature Data Set

按 BD 从大到小的顺序选择前 5、10、15、20 和 25 个特征量进行叠加, 以 RBF 为核函数的 SVM 作为分类模型。从精度评价得出特征量个数为 20 时, OA、Kappa 系数和  $F_1$  分数均为最高, 分类效果最理想。

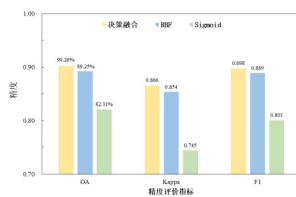


### Detection Based on Different Feature Data Sets

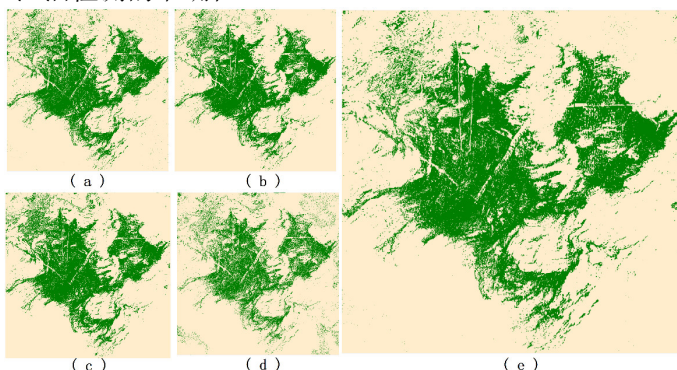
将单波段光谱、光谱指数和纹理特征分别叠加组合, 得到 7 个不同类型与特征数量的特征数据集。对比不同类型数据集, 结果表明, 本文的最佳空谱特征数据集溢油检测结果展现出更高的精度与一致性。

| 特征数据      | 特征量 | OA/%  | Kappa | $F_1$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|
| 最佳空谱特征    | 20  | 89.25 | 0.854 | 0.889 |
| 单波段光谱     | 6   | 80.30 | 0.710 | 0.769 |
| 光谱指数      | 8   | 78.07 | 0.673 | 0.738 |
| 纹理        | 16  | 87.11 | 0.828 | 0.871 |
| 单波段+指数    | 14  | 81.81 | 0.742 | 0.800 |
| 单波段+纹理    | 22  | 87.61 | 0.844 | 0.873 |
| 指数+纹理     | 24  | 88.09 | 0.846 | 0.886 |
| 单波段+指数+纹理 | 30  | 87.86 | 0.842 | 0.883 |

### Multi-kernel SVM Decision Fusion



本文引入基于模糊隶属度的决策融合算法实现多核 SVM 决策融合溢油检测。多核决策融合算法将各单核的优势互补, 并没有遗留 Sigmoid 中错误分类的问题, 克服了 RBF 的噪声问题进一步提高了海面溢油检测的准确性。



注: (a)~(d)核函数分别为 RBF、Linear、Polynomial、Sigmoid 单核分类结果图; (e)为多核决策融合溢油检测图

墙报序号: 5



### 基于 CBF-CNN 模型的海面溢油多光谱遥感检测方法研究

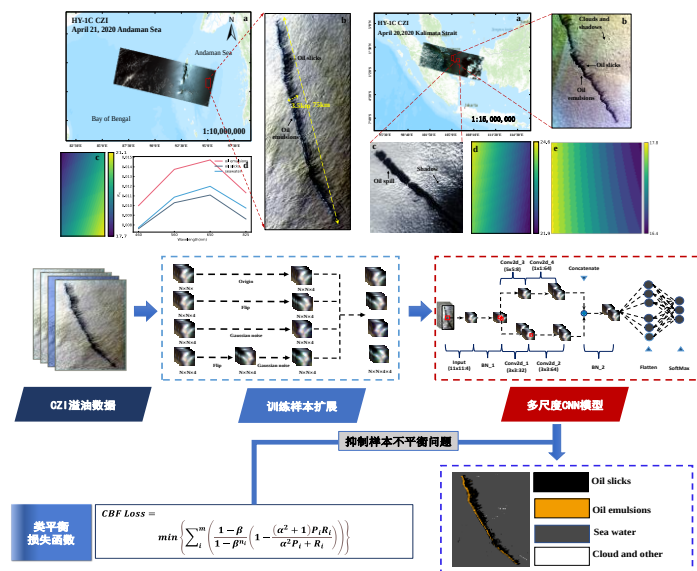
杜凯<sup>1,2</sup>, 马毅<sup>2</sup>, 姜宗辰<sup>2,3</sup>

(1. 山东科技大学测绘与空间信息学院, 山东, 青岛, 266590; 2. 自然资源部第一海洋研究所, 山东, 青岛, 266061; 3. 哈尔滨工业大学电子与信息工程学院, 黑龙江, 哈尔滨, 150001)

#### 引言

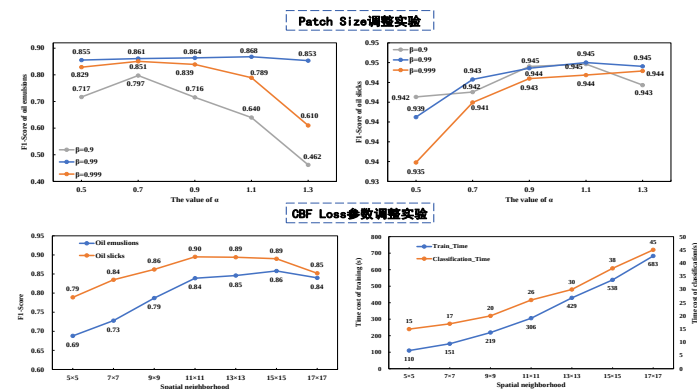
我们将 F1-Score 作为预测值和真实值间的距离的度量, 构建了 Class-Balanced F 损失函数(Class-Balanced F Loss, CBF Loss), 该损失函数综合考虑查准率和查全率并根据各类别有效样本的数量重新平衡损失。

#### 数据与方法



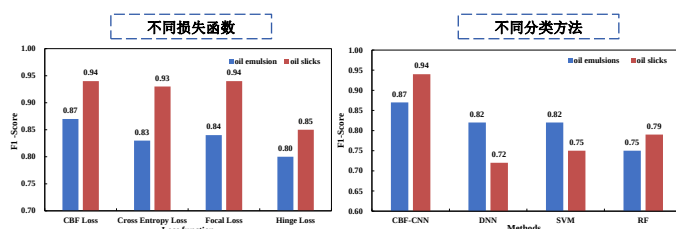
数据增强: 可以增加训练样本的多样性  
CBF 损失函数: 有效抑制溢油/水体样本数量失衡问题;  
CBF-CNN: 同时获取溢油光谱信息和纹理信息。

#### 结果与讨论

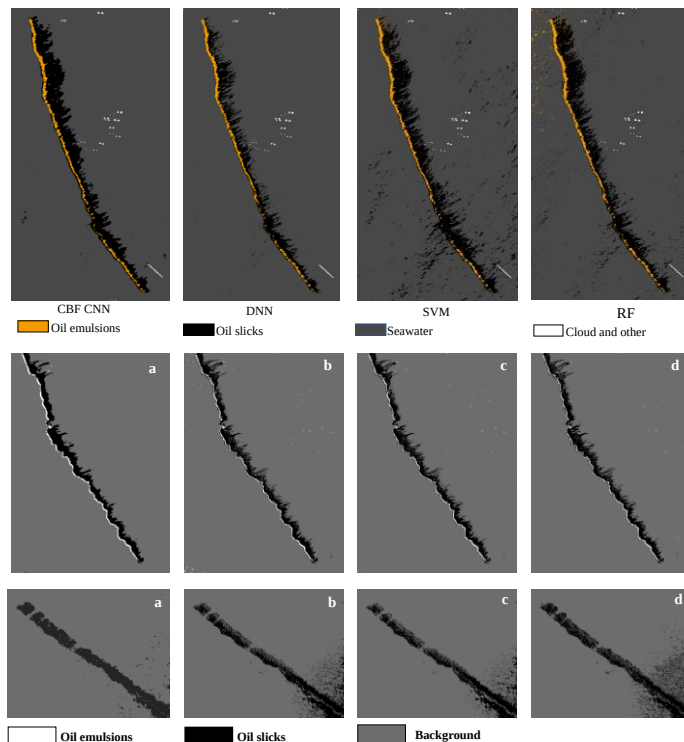


Patch Size=11 时, 时间成本较低, 溢油检测精度最高。根据 CBF 参数调整结果, 选择  $\alpha = 0.99$ ,  $\beta = 1.1$  为最终参数。

#### 结果与讨论 (续)



CBF-CNN 模型对乳化油的 F1-Score 为 0.87, 高于其他损失函数模型; 对黑色油膜和乳化油的 F1-Score 为 0.87 和 0.94, 相对其他算法提高了 0.05-0.2



CBF CNN 溢油检测模型可以有效地抑制“椒盐”噪声, 同时对油膜和海水边缘的划分比较理想。

#### 结论

- 1.CBF 损失函数能有效抑制溢油/海水样本量不平衡的影响, 提高溢油检测精度。
- 2.CBF-CNN 模型适用于弱日光下 CZI 图像弱耀光区的油膜和乳化油检测。
- 3.CBF-CNN 溢油检测模型可应用于 CZI 图像的不同场景。



### 基于深度学习方法的 GF3 雷达影像养殖竹筏提取

耿晓蒙<sup>1</sup>, 杨杰<sup>1\*</sup>, 李平湘<sup>1</sup>, 史磊<sup>1</sup>, 赵伶俐<sup>2</sup>, 李依泽<sup>1</sup>

1. 武汉大学, 测绘遥感信息工程国家重点实验室

2. 武汉大学, 遥感信息工程学院

#### 1 引言

中国的海水养殖产量已从 2000 年的 1060 万吨增加到 2019 年的 2070 万吨。然而, 这种快速和无序的增长可能造成严重的经济损失和环境问题。因此, 对海水养殖区域的准确测绘和监测具有重要意义。

目前, 在传统方法在某些场景是有一定效果, 不能适应不同区域。深度学习方法中因受斑点噪声和图像分辨率影响, 细节和结构信息常常丢失。

因此, 为了获得更多的细节和结构信息, 基于 GF-3 影像使用深度学习语义分割网络提取近海养殖区域。

#### 2. 研究区域和数据

研究区域位于中国黄海青岛海岸带地区, 如图 1 所示。所用的数据详细信息如表 1 所示。

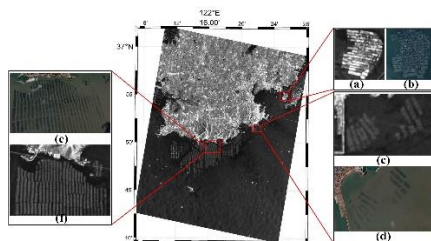


图 1. 2020 年 1 月 10 日获取的 GF-3 图像。(a)、(c)和(f)是来自 SAR 的局部放大的近海养殖竹筏图像; (b)、(e)和(f)是对应的谷歌地球高分辨率图像。

表 1 GF-3 数据参数信息

| 模式  | 极化 | 分辨率 | 长×宽         |
|-----|----|-----|-------------|
| UFS | HH | 3 米 | 17556×21591 |
|     |    |     | 25587×27849 |

#### 3.数据预处理

将 GF-3 数据集经过预处理后, 然后结合专家知识和谷歌地球图像对 GF-3 影像进行解译, 并将解译结果切成重叠度为 0.25 的 512×512 的小块图像, 共 758 个切片数据, 如图 2 所示。

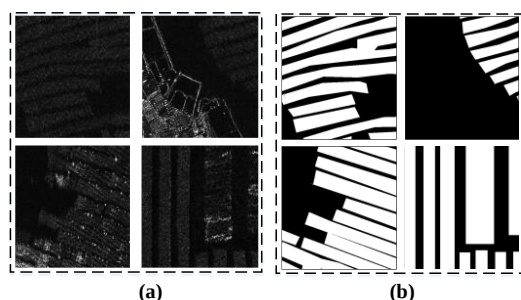


图 2. 数据集预处理后的结果。(a)SAR 图像切块, (b)真值。

#### 4. 实验及结果

为了验证深度学习方法提取养殖竹筏区的有效性, 我们分别比较了 FCN、U-Net、SegNet 和 DeepLabv3+等深度学习分割网络方法。图 3 显示了不同方法提取筏式水产养殖区的结果图。在图 3c-f 中, 红色矩形表示这里的筏式水产养殖区被误认为是海水, 而绿色矩形表示这里的海水被误认为是养殖竹筏区域。通过比较发现 U-Net 的网络可以获得了最好的性能, 提取的养殖竹筏能更多的保留细节和结构信息, 计算的 Kappa 系数为 0.8, F1 系数为 0.84, 准确度为 0.95。

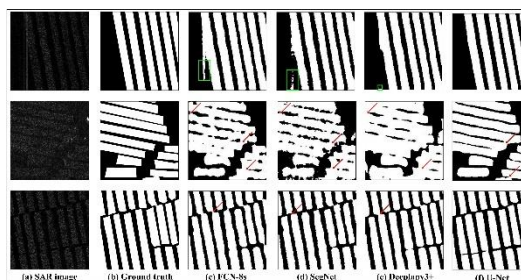


图 3. 测试图像上筏式水产养殖区的提取。(a) 测试 SAR 图像; (b) 地面实况; (c) FCN-8s; (d) SegNet; (d) Deeplapv3+; (d) U-Net。

#### 4.结论

深度学习方法型可以获得较好的性能, 但需较多样本数据, 在今后有必要探索少量标注条件下的养殖竹筏提取。

基金项目: 国家自然科学基金 (41601355、41771377), 自然科学基金深圳科技创新项目 (JCYJ20200109150833977)



# 第二届中国数字地球大会

## The 2nd China Digital Earth Conference

2021/9/6-8 中国·北京

### 基于自注意力机制的遥感图像场景分类方法

李青雯, 闫冬梅, 侯博文

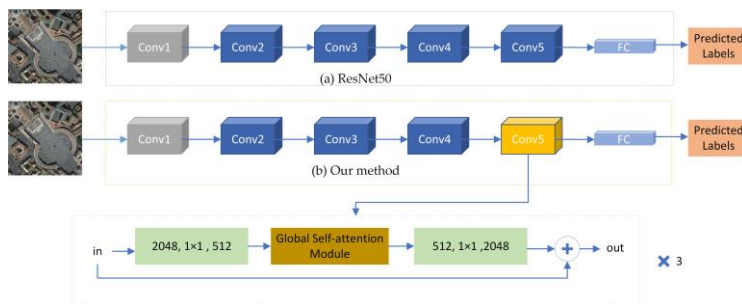
中国科学院空天信息创新研究院、中国科学院大学

#### 摘要:

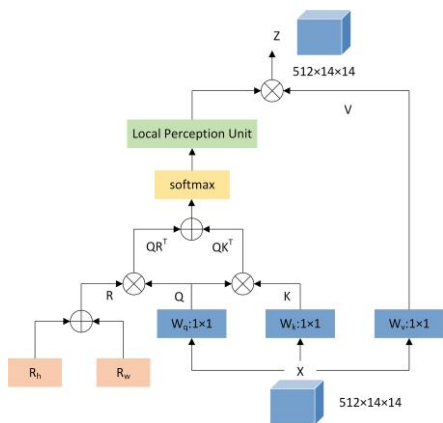
遥感图像场景分类研究中存在类内差异大、类间差异小的问题。近年来,随着深度学习的广泛应用,出现了许多利用卷积神经网络进行遥感场景分类的方法。本文提出了一种基于自注意力机制的遥感图像场景分类方法。利用卷积神经网络提取的深度特征作为全局信息,引入自注意力层,关注全局信息的聚合,更好地表达遥感图像的场景语义信息。通过在不同规模的公开数据集上进行实验,验证了所提方法的有效性。

#### 方法:

##### 整体框架:



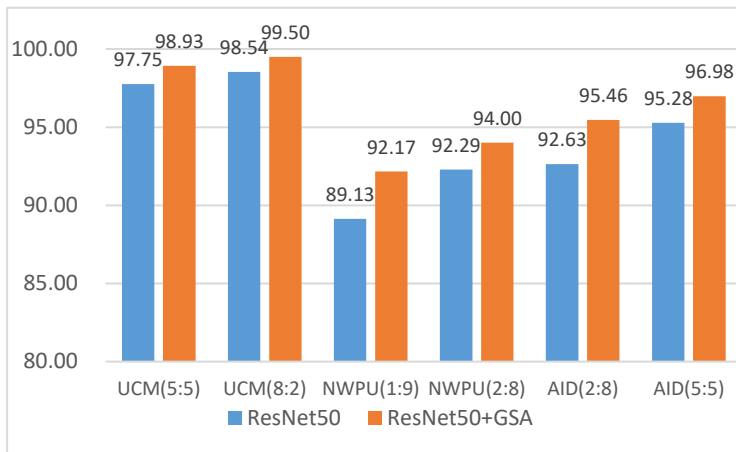
##### 自注意力模块:



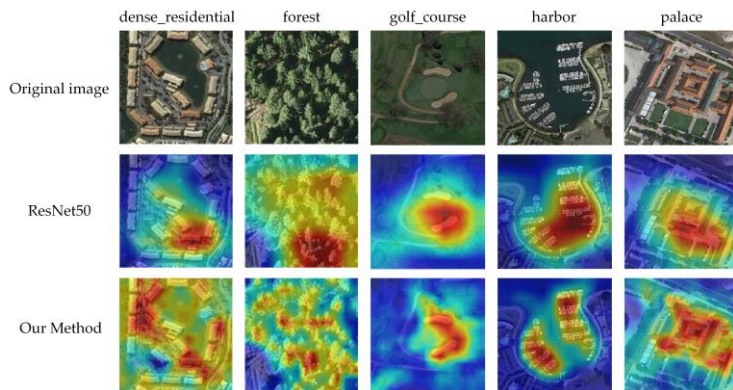
在自注意力模块中,嵌入相对位置编码使模块能够对空间位置感知。自注意力模块中的不同头能够学习不同子空间的信息,引入局部感知单元,整合每个子空间的局部特征。

#### 结论:

##### 准确率对比:



##### 可视化对比:



图中可以看出, ResNet 的注意力主要集中在某一片连续的区域,而我们的方法的注意力能够从场景的整体内容出发,关注到全局范围内和场景类别有关的多个局部对象,且较 ResNet50 有很大的提升。

对于未来的研究,我们会考虑将全局信息增强和局部信息增强相结合,提高特征表达能力,同时对网络模型进行修剪,获取轻量化模型。



### 三亚市滨海旅游区生态环境动态监测与分析

李志超<sup>1</sup>, 王钦军<sup>1,2,3\*</sup>, 谢静静<sup>2,3</sup>, 杨静怡<sup>2,3</sup>, 常定坤<sup>2,3</sup>

1. 海南省地球观测重点实验室, 海南省三亚市天涯镇黑土村 6 号, 三亚, 572029;
  2. 中国科学院空天信息创新研究院, 中科院数字地球重点实验室, 北京市海淀区邓庄南路 9 号, 北京, 100094;
  3. 中国科学院大学, 北京市怀柔区中国科学院大学雁栖湖校区, 北京, 101408
- 通讯作者 Email: wangqj@radi.ac.cn

**摘要:** 以三亚湾地区为研究区, 基于 2015、2017、2019 和 2020 年高分二号遥感影像数据, 结合生态景观学理论, 建立了“滨海旅游区生态环境动态监测与分析技术”, 并利用其对研究区进行生态环境动态监测。结果表明, 研究区内生态环境质量随着景区开发建设是动态变化的: 2015-2017 年期间因大量开发建设, 生态环境出现一定恶化; 2017-2020 年期间随着开发建设的停止和相关修复工作的展开, 研究区内生态环境质量有所回升。为滨海旅游区生态环境动态监测, 科学合理开发旅游区提供了参考。

**关键词:** 遥感影像; 生态; 动态监测

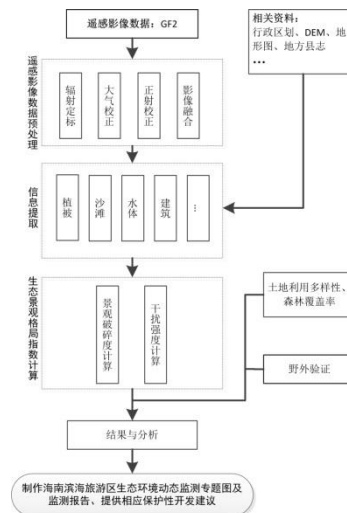


图 1 技术路线图

#### 1、研究区

研究区位于三亚市南部三亚湾一带(图 1), 地处三亚市中心位置, 周围交通便捷, 路网密度较大。属于热带海洋性季风气候, 拥有丰富的滨海旅游资源, 如三亚湾、凤凰岛、鹿回头风景区等。面积约 1.9 平方公里, 包含植被、沙滩、水体、人工沙滩、建筑 5 类生态景观要素。

#### 2、研究方法和技术路线

在调本文在进行初期调研、资料收集之后, 决定运用遥感技术结合生态景观学知识对研究区开展研究(任家强, 2005)。研究区是典型的滨海旅游区, 运用生态景观格局指数(景观破碎度指数、干扰强度指数)获取研究区内生态景观格局变化; 然后通过土地利用多样性和森林覆盖率反应分析生态景观格局变化对环境造成的影响。具体技术路线如图 1。

#### 3、研究结果

综合所有研究数据以及野外验证情况, 得知研究区内生态环境状况存在一定的起伏, 2015-2017 年、2017-2019 年、2019-2020 年这 3 个阶段, 前期的恶化, 后期的好转。两类生态景观格局指数所反映的生态环境变化情况, 与土地利用多样性、森林覆盖率有较好的关联性。

#### 4、主要结论

- (1) 研究区生态环境状况存在起伏变化。
- (2) 凤凰岛景区内施工建设对生态环境产生的影响仍未消除。
- (4) 景区开发建设需要进行及时动态的监测。
- (5) 建立了滨海旅游区生态监测评价体系。

#### 5、致谢

本研究得到了海南省重大科技计划(ZDKJ2019006)和海南省百人专项等项目的支持, 在此一并表示感谢!

### 顾及路网连接性和数据分布特征的层次网络索引方法

闵祥强 盛业华\*

南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室

#### 引言

- 有效地管理地理大数据需要有效的访问方法来支持查询处理、数据分析和 LBS 应用；
- R 树及其变体能够有效的处理其非限制空间的范围处理；但在实际中很多对象的分布是依赖于特定的网络；
- 尽管一些基于网络空间的索引方法被提出，但它们仅仅是依靠路网的关系进行构建索引，而没有考虑数据的分布情况，从而导致查询效率难以满足需求；

#### 路网范围查询方法

- 首先查找查询点所在的叶子节点；
- 查找到最低祖先节点，其存在桥梁点与查询点的距离进行大于查询范围，并进行邻域扩展，找到其满足条件的非叶子节点；
- 通过自上而下的方式，找到所有满足查询条件的叶子节点；
- 对每个叶子节点中的对象进行精炼；

#### HN-tree 索引构建

HN-tree 构建的主要过程如图 1 所示：

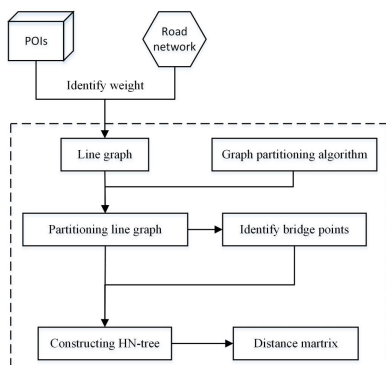


图 1 HN-tree 构建的主要流程

HN-tree 的结构如图 2 所示，主要包括索引树的主体，桥梁点组件，联合桥梁点组件，预计算距离组件；

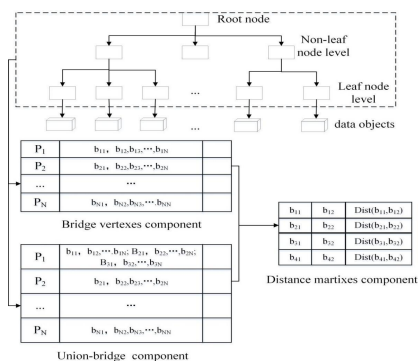


图 2 HN-tree 索引结构

#### 实验结果

不同查询尺寸和数据集的查询时间的实验结果如图 3 所示。从图中可以看出，HN-tree 总是优于其他三种方法。查询时间随网络规模扩大而增加；随着查询范围的减小，HN-tree 与 VRS 具有更明显的优势。

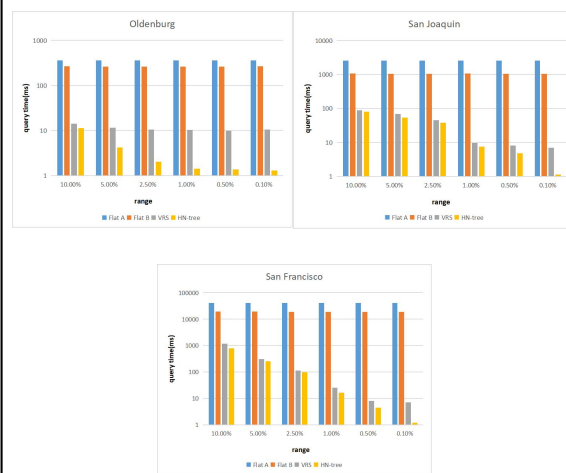


图 3 查询时间对比（单位/ms）

#### 结论

- 通过综合实验结果，本文提出的基于路网连接性和数据分布特征的层次索引方法，优于对比的方法；
- 本文提出的方法能够适用于不同的数据分布类型；



### 海南岛地质旅游资源特征

王钦军 1,2,3\*, 李志超 1,2, 陈玉 1,2

1. 海南省地球观测重点实验室, 海南省三亚市天涯镇黑土村 6 号, 三亚, 572029;
2. 中国科学院空天信息创新研究院, 中科院数字地球重点实验室, 北京市海淀区邓庄南路 9 号, 北京, 100094;
3. 中国科学院大学, 北京市怀柔区中国科学院大学雁栖湖校区, 北京, 101408

通讯作者 Email: wangqj@radi.ac.cn

**摘要:** 针对海南地质旅游资源需要深度挖掘、系统整理等问题, 建立了海南地质旅游资源遥感评价技术, 调查了海南岛 146 处地质旅游单体。结果表明, 海南发育有岛区、岩礁、滩地、山丘、火山与熔岩、岩石洞与岩穴、温泉、谷地、悬瀑、观光游憩湖区、地震遗迹、矿石积聚地和陨击坑 13 种地质旅游资源类型。具有地质旅游资源丰富、类型多样、品质高、空间分布错落有致、旅游时间长、交通便捷、旅游服务业发达等特征。为打造海南地质旅游品牌、发展海南省地质旅游经济提供了参考。

**关键词:** 海南岛; 地质; 旅游资源; 遥感

#### 1、研究区

海南岛是全国最大的热带岛屿, 坐标范围东经  $108^{\circ}37' \sim 111^{\circ}03'$ 、北纬  $18^{\circ}10' \sim 20^{\circ}10'$ , 陆域面积(不含岛屿)  $33920\text{km}^2$ 。海南集海洋、山川、河流、湖泊、海岸带等一身, 发育了名山大川、瀑布、温泉, 形成了特色的火山熔岩地貌、喀斯特地貌和海蚀地貌, 形成著名景点 100 多处。其中, 1 处被授予世界地质公园、2 处被授予国家地质公园、10 处被授予国家级保护区、6 处 5A 级景区、21 处 4A 级景区、25 处 3A 级景区、23 处省级保护区。

#### 2、研究方法和技术路线

在调研已有文献的基础上, 本文采用的技术路线如下: 资料收集、遥感图像预处理、地质旅游单体的提取、地质旅游资源评价因子的获取、地质旅游资源综合评价五个部分(王钦军等, 2017)。

#### 3、研究结果

根据上述标准评价海南省地质旅游单体情况, 开展野外考察, 并结合海南省地质调查院在 2009 至 2011 年开展的海南旅游地质调查评价成果(薛桂澄, 2011), 本文共评价了 146 处地质旅游单体。其中, 海南优良级地质旅游资源分布图如图 1 所示。

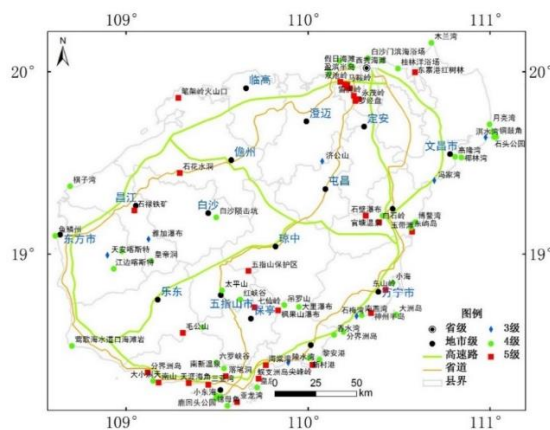


图 1 海南优良级地质旅游资源分布图

#### 4、主要结论

- (1) 海南岛地质旅游资源丰富、品质高、类型多样。
- (2) 地质旅游资源空间分布错落有致。
- (3) 地质旅游资源具有适宜人群广、旅游时间长的特点。
- (4) 交通便捷、旅游服务业发达。
- (5) 建立了海南地质旅游资源遥感技术。

#### 5、致谢

本研究得到了海南省重大科技计划(ZDKJ2019006、ZDKJ2016021)和海南省百人专项等项目的支持, 在此一并表示感谢!



# 2021年可持续发展大数据国际论坛 International Forum on Big Data for Sustainable Development Goals

2021/9/6-8 中国·北京

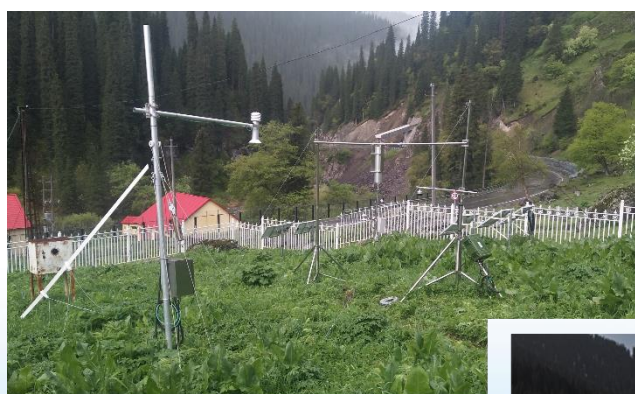
## 中国科学院天山积雪雪崩研究站

李兰海<sup>1,2,3,4</sup>, 李倩<sup>1,2,3</sup>, 刘洋<sup>1,2,3,4</sup>

1. 中国科学院新疆生态与地理研究所 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 乌鲁木齐 830011
2. 中国科学院伊犁河流域生态系统研究站, 新疆新源 835800
3. 新疆干旱区水循环与水利用重点实验室, 乌鲁木齐 830011
4. 中国科学院中亚生态与环境研究中心, 乌鲁木齐 830011

中国科学院天山积雪雪崩研究站建立于 1967 年 11 月, 是我国和中亚目前唯一长期致力于在高寒山区开展气候与降雪、积雪理化特性、雪害治理等基础理论研究的综合观测站, 尤其在中国天山积雪灾害研究和积雪资源研究方面具有鲜明的专业优势和区域特色。积雪站坐落在天山西段伊犁河谷上游巩乃斯河畔, 地理坐标 43°16'N、84°24'E, 气象观测场海拔 1776 m。站区多年平均气温为 1.3 °C, 1 月和 7 月的月平均温度分别为 -14.4 °C 和 13.8 °C, 多年平均降水量为 867.3 mm, 其中冬季固态降水量占年降水量的 30% 以上, 最大积雪深度的多年平均值为 78 cm, 最大可达 152 cm (2000 年), 稳定积雪期长达半年之久。建站以来, 拥有深厚的数据积累, 主要集中于站点气象和水文要素观测、积雪特性与雪崩灾害防御研究。自 2017 年以来, 还开展了每日人工积雪剖面观测, 包含雪深、雪层密度、雪层温度和含水率等。随着冰冻圈科学的发展, 基于已规划的冰冻圈水文过程研究框架, 积雪站正逐步被建设为学科理念前沿的流域尺度野外实验基地, 对当地生态环境、社会经济、边境安定和国家安全等方面, 均具有重要的理论和实际意义。

Mail: lilh@ms.xjb.ac.cn Tel: 0991-7823160





### 陕西省碳汇估算及其时空格局变化分析

李志鹏

航天科工海鹰集团有限公司

E-mail: lizhipeng@satcloud.com.cn

利用陕西省 GlobeLand30 土地利用数据，核算了 2000—2020 年间陕西省内市、县域碳汇总量，旨在为优化陕西省国土空间开发格局，加快实现“双碳”达标目标，为实施差异化减排路径提供参考。

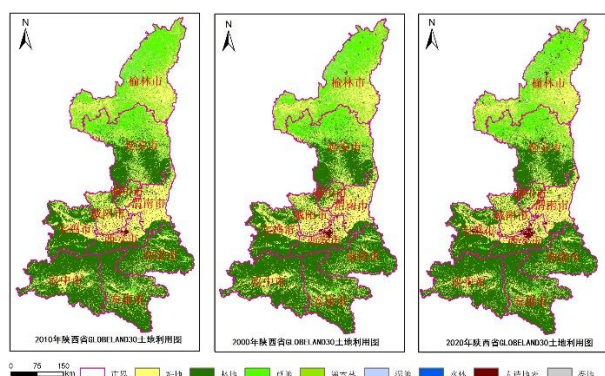


图 1 陕西省 2000-2020 年土地利用图

研究表明：（1）时空变化上，2000—2020 年陕西省碳汇总量呈先增加后减少趋势，由 2000 年的  $82.13 \times 10^5 \text{ t}$  先升至 2010 年的  $82.43 \times 10^5 \text{ t}$ ，到 2020 年下降至  $82.19 \times 10^5 \text{ t}$ ；林地为主要碳汇类型，其余碳汇类型比例结

构基本不变。（2）在空间分布上，陕西省内碳汇呈现“陕南 > 关中 > 陕北”的“南高北低”格局，与省内南部秦岭、中部平原、北部黄土高原分布呈正相关关系。（3）在“陕北-关中-陕南”地区变化分异上，陕南碳汇占比最多，与全省碳汇先增加，后减少趋势保持一致；关中地区 20 年内碳汇减少最多，2020 年较 2000 年碳汇减少  $16.39 \times 10^5 \text{ t}$ ，与近年来关中地区人口汇集，建筑面积迅速扩张有关；陕北地区碳汇基本保持不变。建议通过合理规划非建设用地的土地利用方式、差异性制定各区域内策略、控制建设用地规模等方式达到陕西省内各市、县的低碳发展。

关键词：

碳汇；时空格局；陕西；双碳



# 2021年可持续发展大数据国际论坛 International Forum on Big Data for Sustainable Development Goals

2021/9/6-8 中国·北京

## Surging Dynamics of South Rimo Glacier, Eastern Karakoram

Kunpeng Wu<sup>1</sup>, Shiyin Liu<sup>1</sup>, Zongli Jiang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming, 650091, China

<sup>2</sup>Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, 411201, China

### Abstract

A comprehensive suite of surface velocities and surface elevation changes for the surging South Rimo Glacier (SRG), situated in the East Karakoram region, are obtained by offset-tracking from Sentinel-1A and geodetic method from TerraSAR-X/TanDEM-X and ICESat-2 ATLAS. The surge of SRG initiated in the summer of 2018, and the rapid and dramatic increase in surface velocities reached a peak ( $\sim 12$  m  $d^{-1}$ ) in August 2019. By the summer of 2020, the surface velocity of SRG had returned to its pre-surge level. We interpret that the evolution of the latest SRG surge was probably triggered by changes in subglacial thermal conditions, and was ultimately accelerated by hydrological processes. Based on historical analysis, a surge return period of  $\sim 25$ -30 years prevails at SRG.

### Data and methods

Glacier surface velocities were estimated using normalized cross-correlation offset tracking. Repeat Sentinel-1A SAR images were employed to generate a time-series of glacier surface velocity maps (Table S1). ERS-1/2, ALOS-1/PALSAR and Envisat/ASAR data were also employed to generate historical surface velocities using the offset tracking method of the GAMMA software.

Annual glacier surface elevation changes were estimated using the geodetic method based on the SRTM DEM, TerraSAR-X/TanDEM-X (TSX/TDX) images and ZiYuan3-02 (ZY3-02) stereo images.

### Results

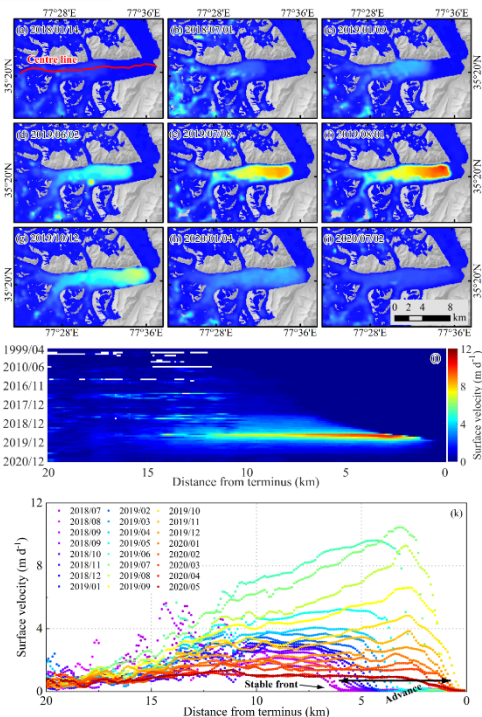


Fig. 2. (a-i) Temporal evolution of surface velocities from January 2018 to July 2020 derived from Sentinel-1. (j) Evolution of surface velocities during 1999–2000 along the center line of SRG. (k) Annotated time-series of surface velocities vs. distance from the terminus along the center line of SRG.

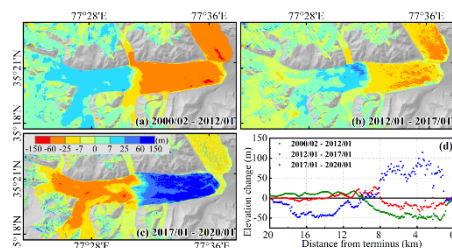


Fig. 3. (a-c) Surface elevation changes in the SRG during 2000–2012, 2012–2017 and 2017–2019, respectively, from SRTM, TerraSAR-X/TanDEM-X and ZY3-02 images. (d) Surface elevation changes during the three periods along the center line of SRG.

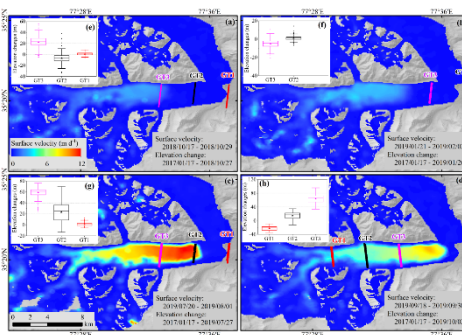


Fig. 4 Surface elevation changes from ICESat-2 ATL06 data and TanDEM, and surface velocities in corresponding time. (a-d) Surface velocities in the SRG in October 2018, January 2019, July 2019 and September 2019. (e-h) Surface elevation changes along the Ground Track of ICESat-2 ATL06 during January 2017–October 2018, January 2017–January 2019, January 2017–July 2019, January 2017–September 2019.

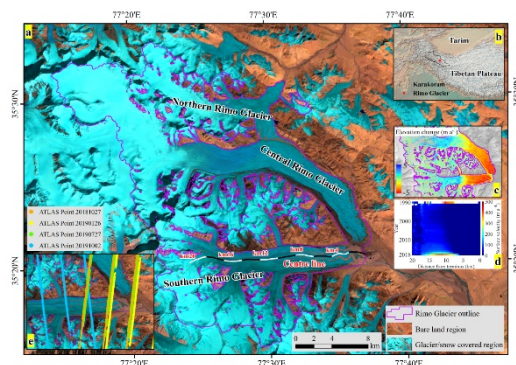


Fig. 1. (a) The outline of the Rimo Glacier. (b) The location of the Rimo Glacier in the Karakoram. (c) Surface elevation changes in the SRG during 2000–2016 from Brun et al., 2017. (d) Surface velocities along the center line of SRG during 1990–2018 from published dataset. (e) The Ground Track points of ICESat-2 ATL06.

### Conclusions

This study characterized the surging dynamics of South Rimo Glacier (SRG) during 2018–2020. The surface velocity is interpreted to have been dominated by ice deformation during the quiescent phase; the glacier base the evolved from cold to temperate with increasing ice thickness and surface slope during the interim phase; surface velocity accelerated and decelerated with the advance of surge front during the active phase. The evolution of the latest SRG surge was probably triggered by the thermal switch, and promoted by hydrological processes. And a surge return period of around 25–30 years was estimated, which is notably longer than for other recently reported surges in this region. Results from this study add to our growing understanding of the surge mechanisms and return periods of Karakoram glaciers.





# 第二届中国数字地球大会

## The 2nd China Digital Earth Conference

2021/9/6-8 中国·北京

### 海南岛综合城镇化水平时空演变及因子分析

梁桢宁<sup>1,2</sup>, 闫冬梅<sup>1</sup>, 闫军<sup>1</sup>, 陆亚洋<sup>1</sup>

(1.中国科学院空天信息创新研究院, 2.中国科学院大学)

#### 摘要

城镇化是国家现代化建设的必由之路,也是提高人民生活水平、区域经济迈向高质量发展重要过程。本文基于统计年鉴数据以及遥感反演数据,选取反映人口、经济、社会、空间城镇化水平的指标,利用熵值法构建综合城镇化水平评价体系。运用核密度估计、空间自相关指数、地理探测器对 1988 年至 2017 年海南岛 18 个主要市县的城镇化水平进行时空特征分析及影响因子分析。

#### 指标构建

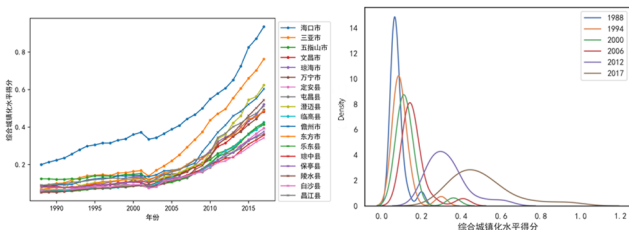
考虑到数据获取问题,基于以下指标使用熵值法计算各市县的综合城镇化水平得分。

| 海南岛综合城镇化水平评价指标 |     |                         |      |
|----------------|-----|-------------------------|------|
| 目标层            | 准则层 | 指标层                     | 指标属性 |
| 综合城镇化水平        | 人口  | 城镇人口占比(%)               | 正向   |
|                | 经济  | 二三产业 GDP 占比(%)          | 正向   |
|                |     | 人均 GDP (元)              | 正向   |
|                | 社会  | 每万人拥有医生数                | 正向   |
|                |     | 在岗职工平均工资(元)             | 正向   |
|                | 空间  | 不透水面面积(m <sup>2</sup> ) | 正向   |

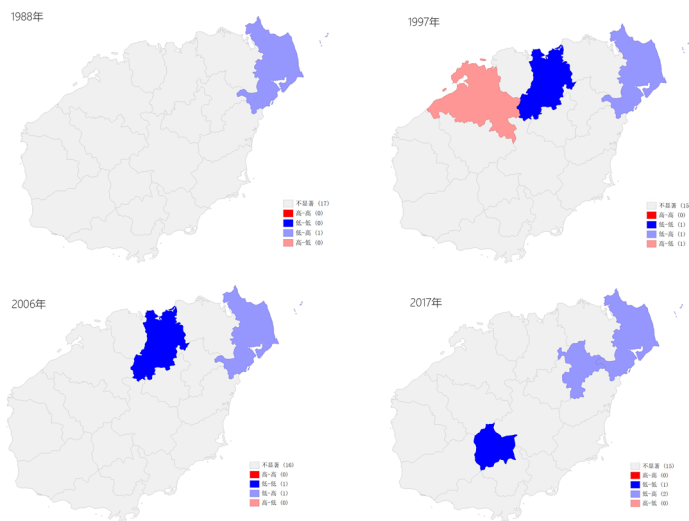
#### 结果分析

##### 时空特征:

综合城镇化水平折线图以及核密度图反映了各市县在研究期内综合城镇化水平持续上升,区域间差距不断扩大,同时,得分较高的区域数量占比在不断提高的时空特征。

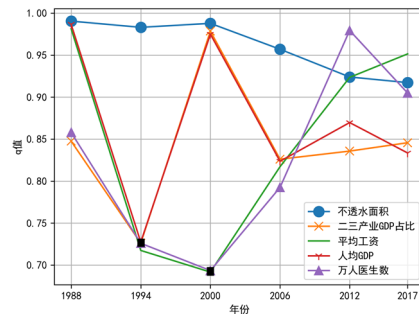


在地理距离空间权重矩阵的基础上构建经济距离权重矩阵,对研究区的综合城镇化水平进行局部空间自相关分析,得到热点区域。



##### 因子分析:

利用地理探测器对相关因子进行分析,得到因子分析结果 q 值,结果中 p-value 值不显著的 q 值点在图中用黑色符号表示。



#### 结论

各市县的城镇化水平持续提高,区域差异持续扩大,但趋势有所减缓;海口市和三亚市城镇化水平常年处于前列,然而周边城市的综合城镇化水平仍有待提高;反映社会城镇化水平的在岗职工平均工资以及每万人拥有医生数这两项指标近年来对综合城镇化水平的影响力有所提高。



# 第二届中国数字地球大会

## The 2nd China Digital Earth Conference

2021/9/6-8 中国·北京

### 北极关键海域海冰监测实时数据基础设施

林 波<sup>1,2</sup>

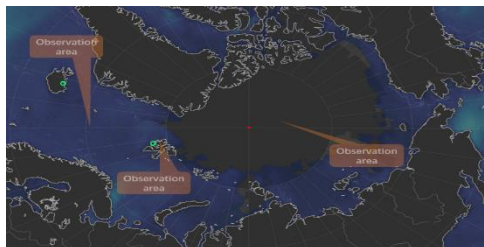
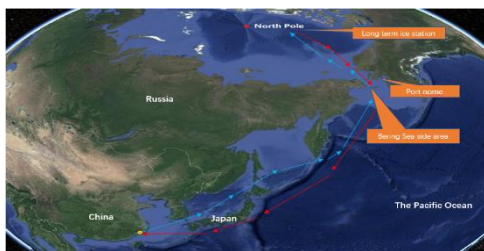
1 清华大学, 北京, 100084; 2 国家海洋预报台, 北京, 100081

linbo@nmefc.cn



海冰是北极考察的重点, 海冰作为一种严重的海洋自然灾害, 它更是北极海洋环境监测对象和预报要素。广袤的北冰洋, 无冰区、浮冰区、固定冰区、冰川、雪山、冰盖等交汇融合、变化无常, 给北极海洋环境预报和安全保障服务带来巨大困难。挪威海观测区、斯瓦尔巴岛观测区、近极点海冰观测区是中国北极考察及北极海冰监测实时数据源三大关键海域, 国家海洋预报台自始至终参与了基础设施的建设。

海洋环境大数据工程关键技术研究, 是作者结合实践在清华大学攻读博士学位阶段研学内容。北极关键海域海冰监测实时数据, 是北极海冰数值预报信息产品的原材料, 它们同属大数据范畴。北极海冰数值预报是海洋环境大数据工程关键技术之一, 而北极关键海域海冰实时监测数据及其基础设施建设, 则是北极海冰数值预报基础的基础。随着北极考察的深入和冰上丝绸之路的繁荣, 中国的北极考察及海冰探测范围将不断延伸扩大。



**基金项目:** (1) 国家重点研发计划-政府间国际科技创新合作重点专项《北极环境多要素空间观测与信息服务研究》[2017YFE0111700]; (2) 中国计算机学会-华为综合科研计划“高性能计算优秀青年创新基金项目”《基于机器学习的北极关键海域海冰预测偏差订正方法研究》[CCF-HuaweiHP2021006]。

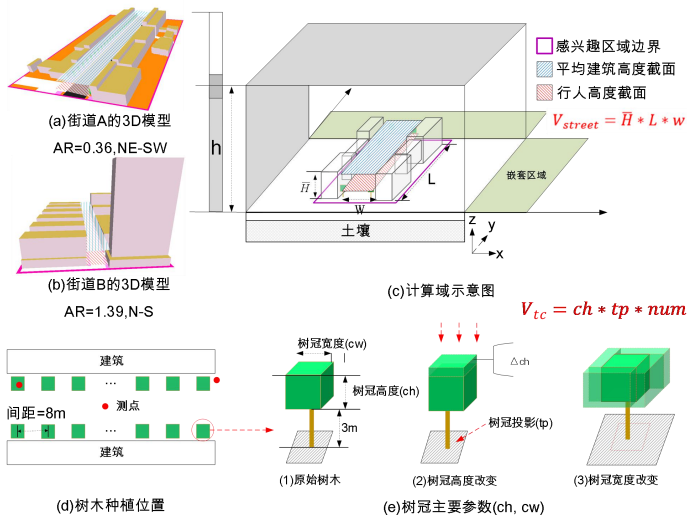


### 乡镇街道的树冠空间占用对行人热环境的影响

刘亚敏<sup>1</sup>, 林定<sup>1</sup>, 朱勇兵<sup>2</sup>, 陈崇成<sup>1</sup>

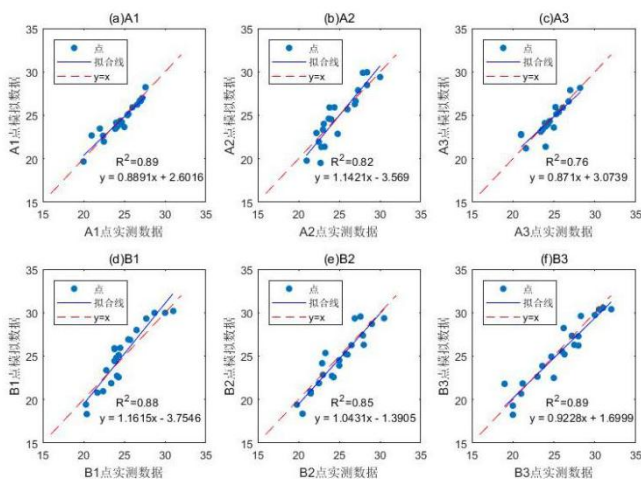
1. 福州大学空间数据挖掘与信息共享教育部重点实验室 2. 国民核生化灾害防护国家重点实验室

简介: 本文利用 ENVI-met 对两种不同几何形态的乡镇街道开展行人热环境模拟, 发现树冠和空间占比间具有线性关系。



模型验证: 各点相关系数  $R^2 > 0.7$ ,  $RMSE < 0.45$

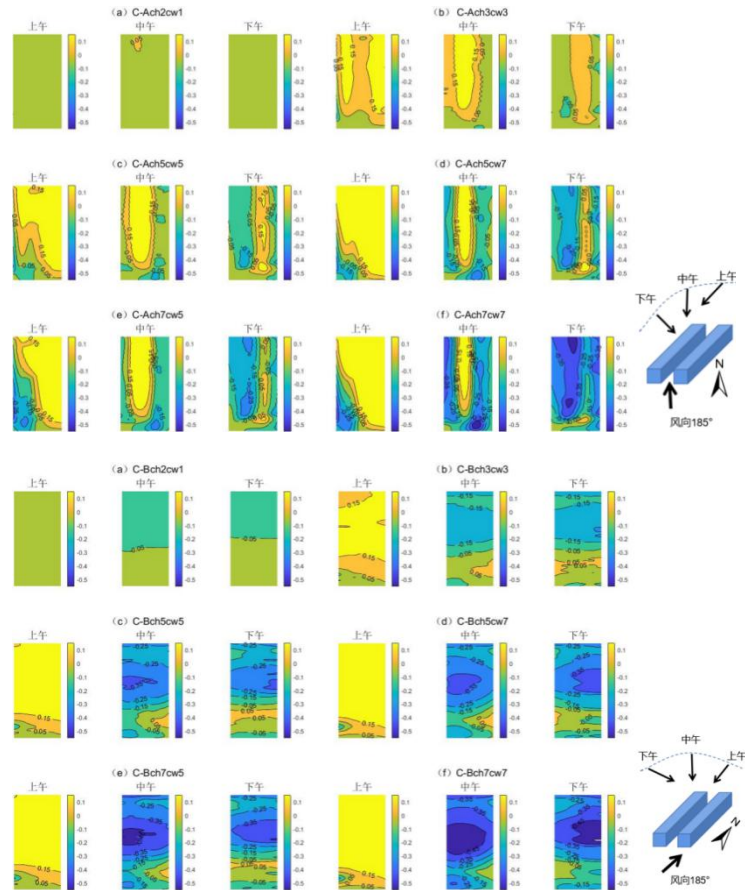
| 参数    | A 区域 |      |      | B 区域 |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|
|       | A1   | A2   | A3   | B1   | B2   | B3   |
| $R^2$ | 0.89 | 0.82 | 0.76 | 0.88 | 0.85 | 0.89 |
| RMSE  | 0.13 | 0.42 | 0.13 | 0.30 | 0.30 | 0.28 |



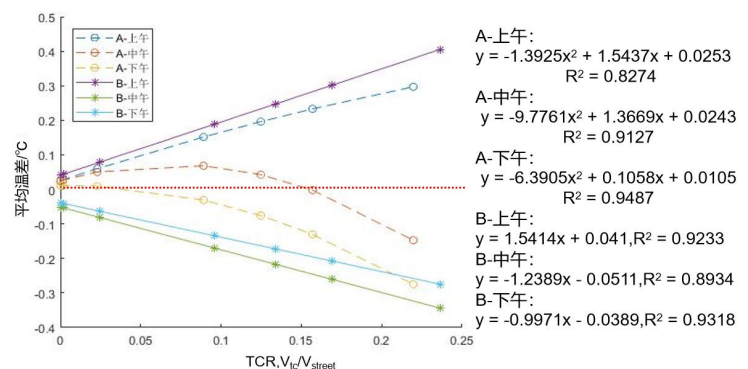
模拟案例的树冠参数设置

| 案例      | 冠高 (lt) | 冠宽 (cw) | 街谷内树冠覆盖度 ( $S_{tc}/S_{street}$ ) | 街谷内树冠空间占用 ( $(TCR, V_{tc}/V_{street})$ ) |
|---------|---------|---------|----------------------------------|------------------------------------------|
| Ach2cw1 | 2m      | 1m      | 0.0085                           | 0.0017                                   |
| Ach3cw3 | 3m      | 3m      | 0.0763                           | 0.0229                                   |
| Ach5cw5 | 5m      | 5m      | 0.1781                           | 0.0891                                   |
| Ach5cw7 | 5m      | 7m      | 0.3138                           | 0.1569                                   |
| Ach7cw5 | 7m      | 5m      | 0.1781                           | 0.1247                                   |
| Ach7cw7 | 7m      | 7m      | 0.3138                           | 0.2197                                   |
| Bch2cw1 | 2m      | 1m      | 0.0179                           | 0.0018                                   |
| Bch3cw3 | 3m      | 3m      | 0.1607                           | 0.0246                                   |
| Bch5cw5 | 5m      | 5m      | 0.3750                           | 0.0958                                   |
| Bch5cw7 | 5m      | 7m      | 0.6607                           | 0.1688                                   |
| Bch7cw5 | 7m      | 5m      | 0.3750                           | 0.1341                                   |
| Bch7cw7 | 7m      | 7m      | 0.6607                           | 0.2363                                   |

树冠对街道行人热环境改变 (温度/°C)



行人高度平均降温与树冠容量之间的关系



结论:

- 1、街道的几何形状对行人热环境产生影响; 较高的树冠占比具有更好的降温效果。
- 2、街道 A (朝向 NE-SW) 相对开放宽阔, TCR 需要一个偏移量才能使树木在较宽的街道上产生降温效果。当达到偏移值后, TCR 每增加 0.1, 平均温度分别降低 0.06°C (中午 12:00) 和 0.118°C (下午 16:00)。
- 3、B 街 (朝向 N-S) 相对狭窄, TCR 每增加 0.1, 中午 12:00, 平均温度下降 0.124°C 左右, 下午 16:00, 下降 0.1°C 左右。





# 第二届中国数字地球大会

## The 2nd China Digital Earth Conference

2021/9/6-8 中国·北京

### 基于人工智能技术及遥感大数据的数字地球智能感知系统

马敦良，韩晓，薛博维，马宏伟，杨庆庆  
中科星图空间技术有限公司

#### • 研究背景 •

当前，国内外数字地球系统已广泛形成对空天大数据的接收、承载、处理、可视化分析等多方面能力，然而现有系统中基于空天大数据的语义级时空信息挖掘及知识关联等感知及认知能力尚有不足，本系统旨在将人工智能技术应用于数字地球系统建设并提升其感知层面能力。



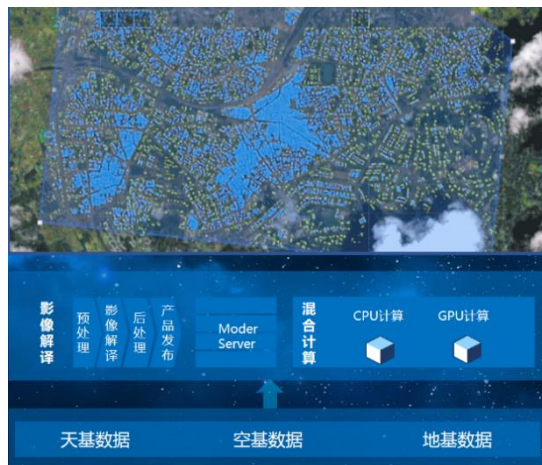
#### • 系统功能 •

系统提供自动化快速解译地物、目标等要素边界及时空变化信息的能力，并集成针对自然资源、特种领域等典型应用场景的专题监测服务能力，基于天地图等广域影像服务形成“AI版数字地球”级体验感，所见即所得，同时支持用户自有数据上传并批量解译生产数字线化图（DLG）数据成果产品。

#### • 关键技术 •

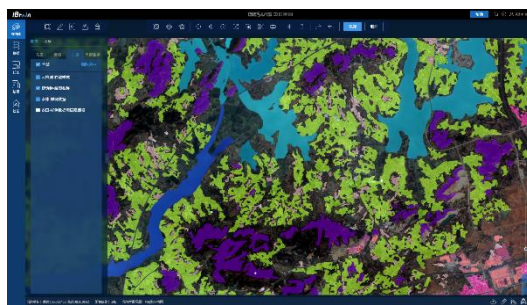
基于中科星图公司自研的高性能深度学习推理服务引擎，实现了计算资源混合异构弹性调度，大范围批量化在线解译及成果发布，构建分钟级情报洞察能力，提供包括地物要素提取、细粒度目标识别、储油估计、光伏选址、变化检测等在内的基础和专题遥感解译应用。

形成了以跨分辨率数据融合训练、少样本细粒度目标识别、多重注意力地物分割为代表的高层视觉任务算法，提升模型泛化能力，此外还结合行业需求，集成包括图像超分辨重建、图斑综合优化、拓扑修复、属性自动关联构建等在内的处理算法，极大提升了解译结果的可用性。



#### • 系统应用 •

目前基于该系统能力形成中科星图 GEOVIS iBrain 空天大数据智能解译平台产品，应用于自然资源监测、卫片执法、水利监测、特种情报识别等场景，提供便捷化的时空决策级信息服务能力，大幅度节省各行业用户的人力、时间成本。

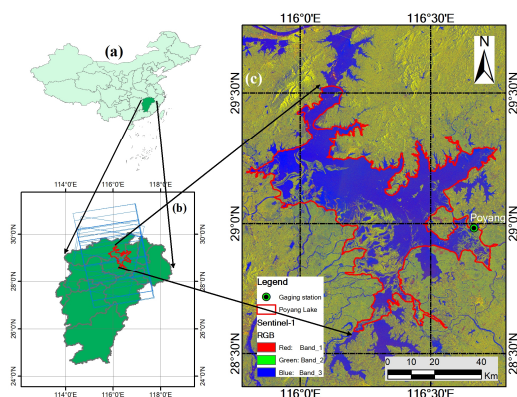




### 长时序 Sentinel-1 SAR 数据鄱阳湖水体变化监测

沈国状 中国科学院空天信息创新研究院 shengz@aircas.ac.cn

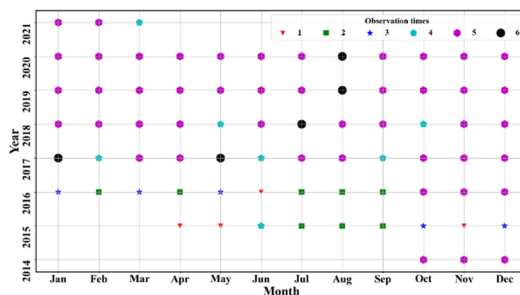
**背景:** 鄱阳湖是中国最大的淡水湖，其在维系长江流域生态安全发挥重要作用。鄱阳湖每年都受到长江流域、鄱阳湖上游流域洪水的影响，水面的波动也直接或间接地影响着鄱阳湖的生态环境。利用长时序遥感观测数据通过分析其水体的变化规律及未来变化趋势，可以为区域可持续发展提供依据。



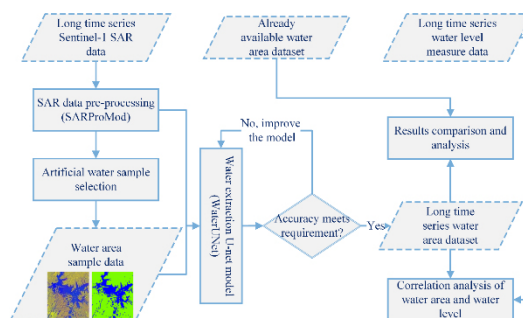
研究区位置及数据覆盖范围

**数据源:** Sentinel-1 SAR 星座可以提供时间分辨率更高的稳定数据源，同时其较高的幅宽，可以用来监测鄱阳湖水体的动态变化。在获取所有过境鄱阳湖区域的 455 景 (324 次有效观测) Sentinel-1 数据后，利用提出的基于 Python 和 SeNtinel Application Platform (SNAP)引擎的方法对所有数据进行预处理。同时也获取鄱阳湖鄱阳水文站水位数据。

**方法:** 在数据预处理之后，提出一种基于 U-Net 深度学习卷积神经网络的水体提取方法，获取长时序鄱阳湖水体变化信息。

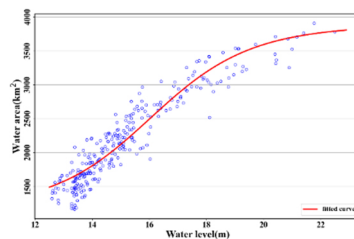


455 景 (324 次观测) Sentinel-1 数据时间分布

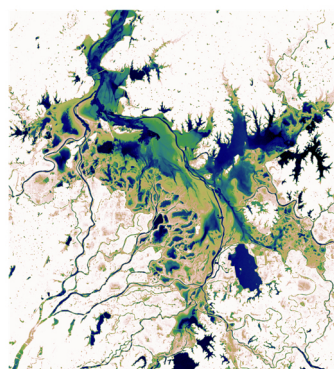


长时序 SAR 数据水体提取流程图

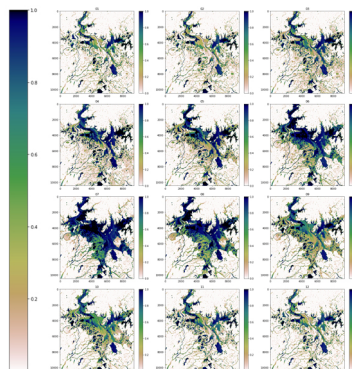
**结果:** 对变化信息进行年/月时间尺度分析，得出鄱阳湖区域水体分布概率图。同时通过与鄱阳站实测水位数据相比，两者的变化趋势高度一致，所获取的水面面积信息与水位数据之间存在着较高的相关性。



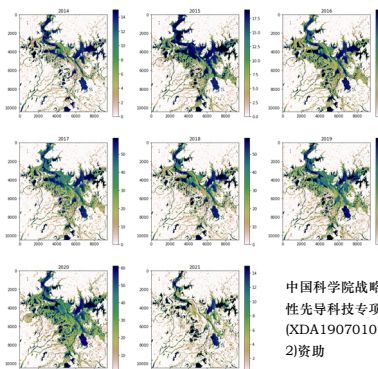
鄱阳湖水面面积与水位关系图



淹没概率分布图



不同月份淹没概率分布图



不同年份淹没概率分布图

### 西北太平洋低空风场耦合预报效果分析和性能评估

汪汇洁<sup>1</sup> 孙建华<sup>1</sup> 齐琳琳<sup>2</sup>

1. 中国科学院大气物理研究所 2. 93213 部队

#### 1、引言

海洋上空的风是海洋上层运动的主要动力来源，不仅可以驱动洋流或海浪，而且调节着海洋大气之间的热量、水汽和物质交换，同时也对人类的生活、经济和军事等活动有着重要影响。本研究针对西北太平洋海区中尺度海气浪耦合模式的低空风预报性能进行评估。

#### 2、资料和方法

分别采用 2014 年 7 月 8 日至 7 月 20 日的全球 GFS ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ) 和西北太平洋 ( $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ) 预报场作为大气和海洋分量模式的背景场，对 COAWST 耦合模式进行逐日 72h 回报，模式水平分辨率 6km，大气和海洋垂向分别为 50 和 40 层，耦合变量传递如图 1 所示，交换步长为 1h。车载 GPS 探空资料 (图 2) 用于对模式风场进行检验。

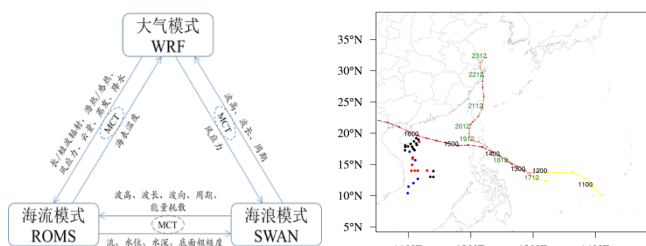


图 1 模式的耦合过程示意图

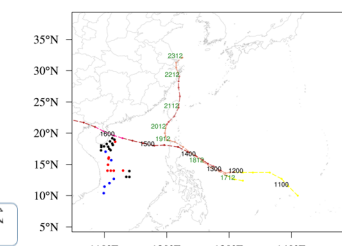


图 2 模式区域、GPS 观测点和台风路径

#### 3、低空风场的预报技巧

总体而言，从海表至 1000m 高度预报与观测风场保持较好的一致性，且各层 u 分量的预报效果均好于 v 分量 (图 3, 100m 和 500m 图略)。其中海表 10m 高度的风场预报效果最好，随着高度和风速的增加，误差逐渐增大，大多风速段均在 1000m 高度误差最大，即便如此，但在  $[0,5] \text{ m s}^{-1}$  风速区间内，uv 分量的 RMSE 和 MAE 均为  $2 \text{ m s}^{-1}$  以内，在  $(5,10] \text{ m s}^{-1}$  区间内，预报风速略小于观测风速，且不同预报时效偏差较大的散点数目相当，说明可能是由于风场的初始误差所导致。分布在  $(10,15] \text{ m s}^{-1}$  区间的散点较少，但 MAE 显著增大至  $6-7 \text{ m s}^{-1}$ ，且主要分布于第 48-72h 的预报时效，说明耦合模式对大风的生长预报性能尚存改进空间。

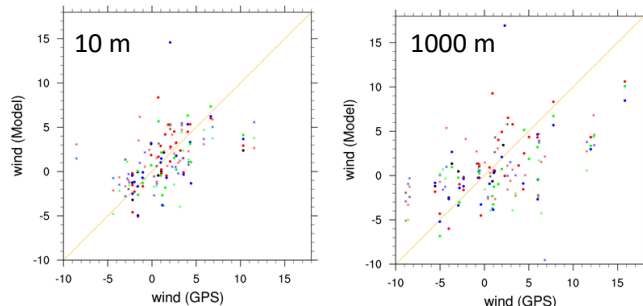


图 3 不同高度预报与观测风速的散点分布 (圆点为 u 分量，星号为 v 分量，黑色、红色、蓝色、绿色分别对应起报、6-24h、30-48h、54-72h)

#### 4、区分有/无台风影响的预报评估

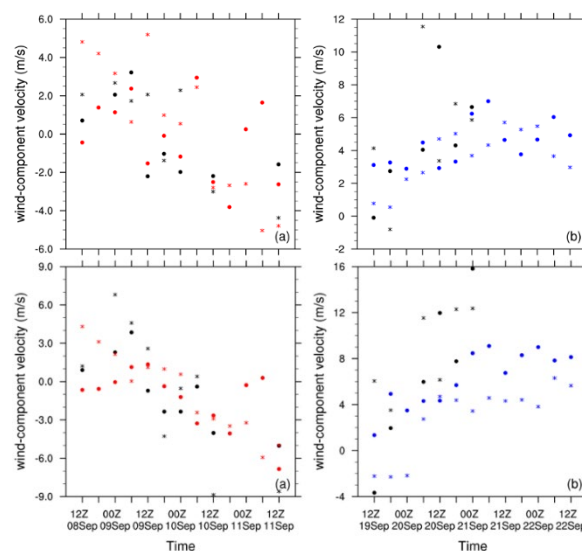


图 4 10m (上)、1000m (下) 高度预报与观测风场随时间演变 (a: 非台风日, b: 台风日, 圆点为 u 分量, 星号为 v 分量, 黑色点为 GPS 观测)

在无台风个例中，耦合模式的低空风预报与 GPS 观测更为接近，时间变化趋势基本一致。相比而言，台风个例中，模式的低空风预报效果略有减弱，但风场变化趋势与观测一致。

#### 5、结论和讨论

(1) 1000m 以下海面低空风的预报效果评估表明，耦合模式预报的风场性能随高度略有下降，u 分量的预报性能优于 v 分量，模式对无台风情况的海面低空风预报结果与 GPS 观测更为接近，总体预报性能是可接受的。

(2) 区域海气浪耦合模式可作为海洋气象业务预报重要工具加以持续发展。



### 基于建筑施/竣工图的小区三维场景建模方法研究

王鹏翔<sup>1,2</sup>, 周良辰<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>江苏省地理信息产业研究院, 江苏, 中国 210023

<sup>2</sup>南京师范大学, 江苏, 中国 210023

## 1 引言

中国城市的发展自改革开放以来形成了自己独有的体系,从建筑工程规划报建到建筑小区竣工验收,围绕着建筑小区的规划设计施竣工图纸形成了一整套审批流程。如今,城市的规划发展和智能化运维管理有待上升至新的高度,“实景三维”、“数字孪生”以及“CIM(City Information Modeling)”等可复制性功能的实现,关键在于**解决数据效果和获取效率之间的矛盾**。同时也不能完全摒弃传统的发展模式——传统特色的发展模式为当下提供了坚实的基础,符合二维到三维的发展逻辑。二维施竣工图纸中的设计要素,从宏观小区到微观建筑构件,从室外道路到室内空间,均与现实场景一一对应。因此,充分利用现有的建筑小区施竣工图纸资源,有效组织图纸中丰富的信息,快速构建小区三维场景,对中国城市的发展有着承前启后、继往开来的历史意义和现实意义。

## 2 方法

研究分析了施竣工图的底层数据组织结构,在此基础上提取小区总平图中地块的语义、形状、位置、属性等信息。通过组织的信息构建住宅区的 3D 场景模型。整个过程如图 1 所示。

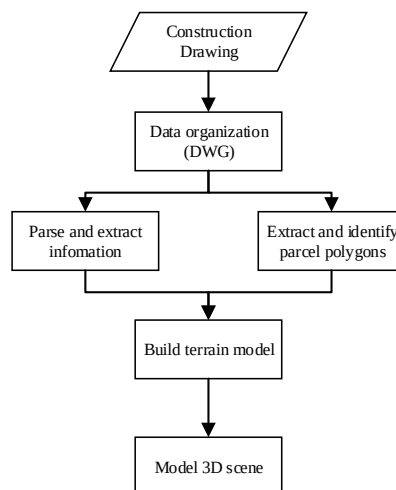


图 1 建模流程

## 3 结果

本研究以施竣工图为基础,提出了一种快速构建包含微地形的小区三维场景建模方法,同时涉及数据的落宗、场景集成等应用。图 2 表示建筑单体和小区场景的集成。数据结果由 IFC(Industry Foundation Class)存储管理(图 3)。实验表明,该方法在建模效率上具有一定的优势,并在实际应用中得到了体现。

图 2 场景集成

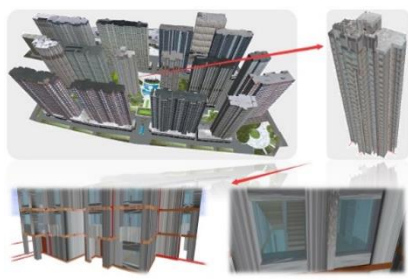


图 3 BIM (IFC)



### 几种常用波浪爬高模型在新西兰海岸的验证与完善

王小鲁 中国科学院烟台海岸带研究所

#### 1. INTRODUCTION

波浪爬高是由波浪沿斜面爬升而增加的垂直高度。对波浪爬高的准确估计对海岸带保护、海岸带管理以及自然灾害防护具有重要意义。波浪爬高的数据采集需要大量的人力物力以及时间。自上世纪 50 年代末开始，针对波浪爬高已经发展出了若干个参数模型。这些模型为高效构建波浪爬高数据集提供了新的选择，对于一个拥有漫长海岸线的国家来说尤为重要。

#### 2. STUDY SITE

2017 年 9 月期间，我们在新西兰的北岛东海岸的 Gisborne 和 Mahia 周边 (Figure 1) 构建了一个波浪爬高数据集。该数据集共包含 8 个海滩的 14 次测量记录。

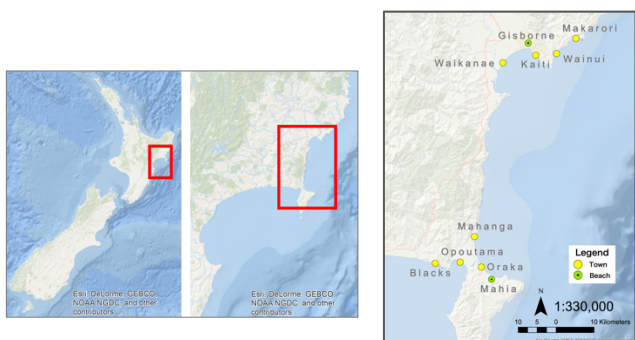


Figure 1: 研究区域

#### 3. METHODS

该研究采用视频影像采集波浪爬高数据 (Figure 2)。结合海岸坡度，将波浪沿斜面爬升的距离转换，得出垂直方向上的波浪爬高数值 (Figure 3)。并利用视频影像的时间戳，构建波浪爬高时间序列 (Figure 4)。随后，根据野外数据，共对 5 个常用波浪模型进行了实地验证。



Figure 2: 视频数据采集现场之一

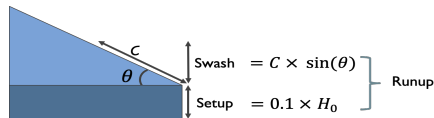


Figure 3: 波浪爬高计算原理

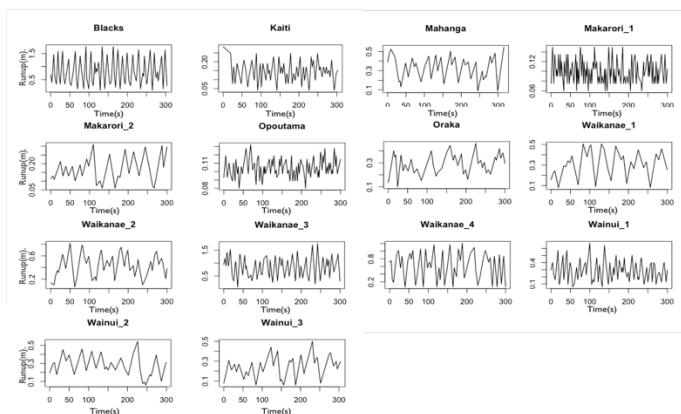


Figure 4: 波浪爬高时间序列

#### 4. RESULTS & CONCLUSION

在这些常用模型中，Homan 模型 (1986) 提供了准确率最高的预测结果 (Figure 5)。本地化调整后的 Homan 模型，预测准确性得到了进一步的提升 ( $R^2 = 82\%$ )。我们同时发现，就 Gisborne 和 Mahia 区域而言，使用海岸坡度数据可对其周边海岸的波浪爬高情况进行最优的参数化。据此，提出一个仅使用海岸坡度进行参数化的新模型，其准确度高于 Homan 模型 (1986) 和本地化调整后的 Homan 模型。

$$R_{2\%} = 12.61 \times \tan \beta + 0.11 + \varepsilon_i$$

该模型简单快捷，仅提供海岸坡度数据即可应用于 Gisborne 和 Mahia 周边的海滩，有利于该地区进行海岸带相关的管理和监测工作。

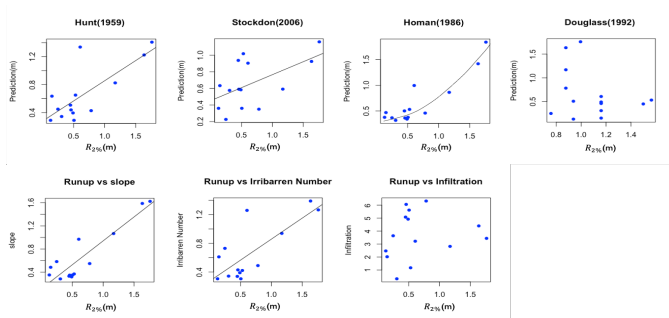


Figure 5: 波浪爬高模型预测数据与野外实测值的对比.





### 联合国城市可持续发展目标综合评价-以山西省为例

吴艳花<sup>1</sup>, 赵恒谦<sup>1\*</sup>, 龙飞吟<sup>1</sup>, 杨姿涵<sup>1</sup>

1. 中国矿业大学（北京）地球科学与测绘工程学院, 北京 100083, 中国

#### 引言

可持续发展是当今世界最知名、最广为人知的理论和发展战略。本论文设计的目的在于利用地球大数据的优势和特点, 以山西省为例, 基于 SDG 11 (可持续城市和社区) 展开省域尺度上的可持续发展目标综合评价。聚焦 SDG11.2.1 公共交通、SDG11.3.1 城镇化和 SDG11.6.1 城市细颗粒物监测三个指标开展 SDG11 指标监测与评估。通过省域尺度 SDG11 的三个指标评估, 为山西省城市安全、城市土地利用等方面监测与评估提供数据支撑和决策支持, 为中国城市乃至全球城市可持续发展提供中国方案。

#### 方法

本文总结了城市可持续发展评价指标体系, 并在运用适当的统计, 分析、数据处理等方法的基础上, 采用无量纲分析法对原始数据进行分析, 然后计算出综合指标, 并结合山西省城市可持续发展能力综合评价方案的案例数据得出山西省城市可持续发展能力综合评价方案。

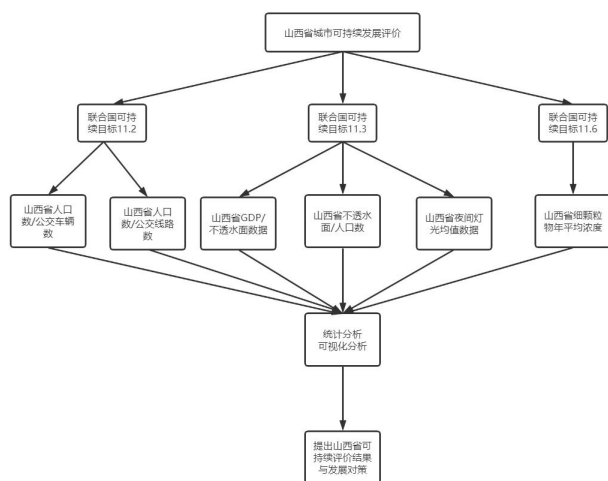


图1 可持续发展评价指标体系

#### 结果

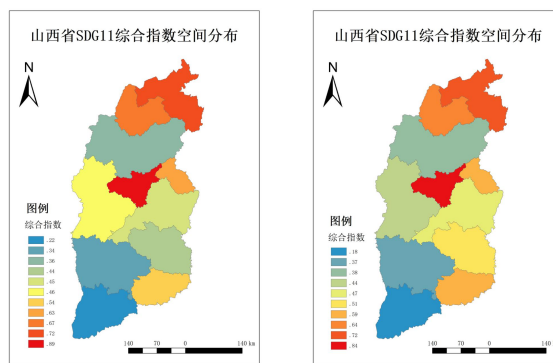


图2 2015年、2020年SDG11综合指数空间分布

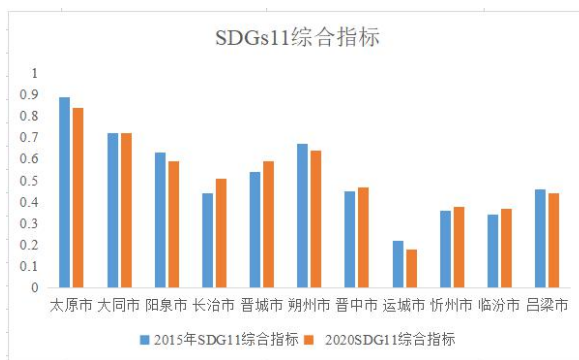


图3 SDGs11 综合指标统计分析结果

由可视化结果可以看出太原市 2015 年和 2020 年综合指数均为最高。太原以北的地级市可持续发展水平整体高于太原以南的地级市。2015-2020 年间, 各个地级市的综合指数变化有所差异, 其中长治市、晋城市、晋中市、忻州市、临汾市综合指数上升, 可持续发展得到改善。大同市综合指数基本保持现状, 太原市、阳泉市、朔州市、运城市、吕梁市综合指数下降, 作为典型煤炭资源型城市最多的省份, 山西省生态环境压力是影响城市可持续发展的重要因素。

#### 结论

整体来看, 山西省不同地级市的可持续发展能力存在差异。在 2015-2020 年间, 全省可持续发展基本保持稳定, 还有进一步的提升空间。

### 海南博鳌生态环境变化及驱动力分析

王钦军 1,2\*, 杨静怡 1,2

1. 中国科学院空天信息创新研究院, 中科院数字地球重点实验室, 北京市海淀区邓庄南路 9 号, 北京, 100094;

2. 中国科学院大学, 北京市怀柔区中国科学院大学雁栖湖校区, 北京, 101408

通讯作者 Email: wangqj@radi.ac.cn

**摘要:** 本文基于 2000、2010、2020 年的三期遥感影像得到历年的博鳌镇土地利用分类数据、NDVI 数据及植被覆盖度数据, 之后从景观和类型两个水平提取了历年的景观格局指数, 分析了博鳌镇 20 年来的土地利用变化、植被覆盖度变化及景观格局变化情况。从自然因素和人文因素两方面对博鳌镇 20 年来生态环境的驱动力进行分析, 自然因素选取了地形、气候等, 人文因素包括人口、经济、技术与政策等, 以找出使博鳌镇生态环境变化的主导因素。

**关键词:** 生态环境; 土地利用变化; 景观格局; 驱动力

#### 1、研究区

博鳌镇位于海南省的东部海岸带, 万泉河在此处汇入南海, 其中心经纬度为  $110^{\circ} 35'34''E$ ,  $19^{\circ} 9'55''N$ , 行政区域面积 86 平方千米。博鳌镇的地貌景观较为丰富, 主要有丘陵山地、岛屿、河道、河口海岸、泻湖洼地等, 不仅有着优美的自然景色, 还有着浓厚的人文文化, 是海南十大文化名镇之一。它还是“博鳌亚洲论坛”所在地, 有着较为完善的旅游接待设施。

#### 2、研究方法和路线

本文采用的技术路线如下: 资料收集、遥感图像预处理、土地利用分类、景观格局指数提取、植被覆盖度计算、驱动力分析六个部分。

#### 3、研究结果

博鳌镇的主要用地类型为林地, 其次是耕地。2000-2020 年博鳌镇城市发展明显, 建设用地变化幅度巨大, 呈现出极速扩张的趋势, 整体土地利用变化速率呈现出随着年

份的增加逐渐上升的趋势, 土地利用类型主要的转移特征是林地向其他用地类型的转变。

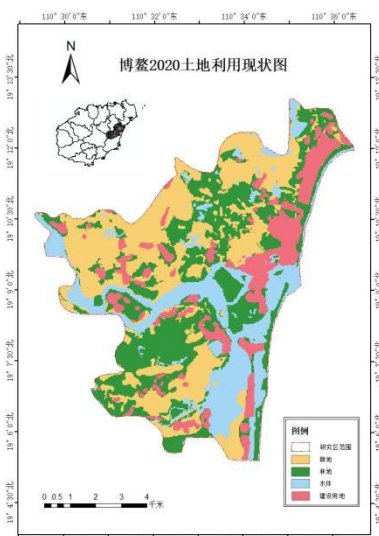


图 1 2020 年博鳌土地利用现状图

2000-2020 年博鳌镇景观格局指数的变化充分体现了人类活动对当地景观格局的干扰, 耕地趋于形状规则简单化以及空间集聚化, 林地与建设用地形状趋向复杂化, 破碎度增加、离散性增加, 景观格局趋向于更加丰富多样的空间结构。

#### 4、主要结论

博鳌镇的生态环境变化驱动力分析中, 主成分分析的结果表明, 人文因素是博鳌镇生态环境变化的主导因素, 其中 GDP、三产值、农民人均可支配收入等经济因素是导致博鳌镇景观格局变化的主要驱动力。

#### 5、致谢

本研究得到了海南省重大科技计划 (ZDKJ2019006) 和海南省百人专项等项目的支持, 在此一并表示感谢!



### 卫星 TDI CCD 相机多视立体成像仿真与建筑物几何三维重建

#### 效果评估

(岳庆兴 自然资源部国土卫星遥感应用中心)

提出一种卫星 TDI CCD 相机多视立体成像仿真方法，重点研究了目标点偏离星下点较远时 TDI CCD 相机成像的积分时间和卫星姿态计算方法。通过靶标成像仿真验证了计算方法的准确性，在此基础上实现了单相机多视角立体成像仿真。基于高精度三维建筑模型和所述仿真方法生成多种侧视角度和立体

夹角条件下的模拟影像。基于置信度传播(BP)、图割(GC)立体匹配方法生成建筑物点云数据。基于有效点百分比、均方根、归一化平均绝对误差(NMAD)、90%线误差(LE90)等指标评估了侧视角度和立体夹角对区域总体和建筑立面三维几何重建效果的影响。

#### 1、卫星多视角成像仿真

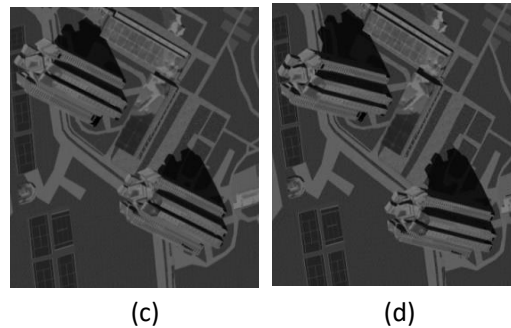
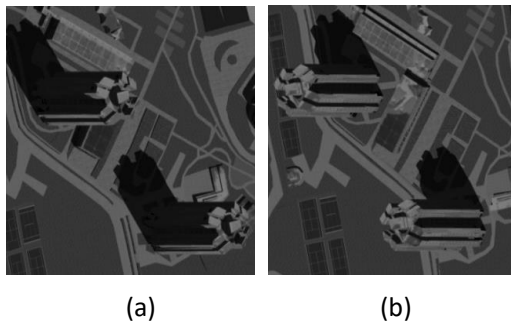


图1 左轨道“正视”影像、右轨道某“正视”影像、右轨道后视偏移 20”、右轨道后视偏移 10”

#### 2、立体匹配及效果评估

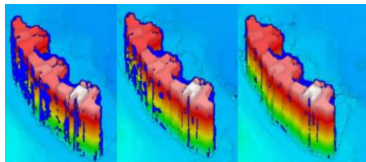


图2 侧摆 20°，不同立体夹角局部匹配结果  
(20° , 15° , 10° )

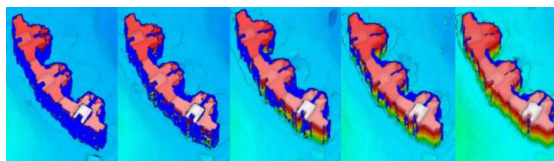


图3 侧摆 10度,不同立体夹角局部匹配结果(20° , 15° , 10° , 7° , 5° )

#### 3、结论

通过本文提出的卫星多视角成像仿真方法可以实现不同侧视角、立体夹角等条件下 TDI CCD 相机的立体影像仿真，避免 TDI 多级积分导致的成像模糊。

对于建筑立面，侧视角与立体夹角要综合考虑，侧视角和立体夹角都应该控制在合理区间之内，如果侧摆角度过小，建筑物立面重建的完整性和精度都难以保证，而立体夹角过大时，立体影像间的相对变形也会增大，建筑物立面的匹配难度也会增大。

本文建议侧视角度在 20-40 度之间，正视与前、后视的夹角在 10-15 度之间。

本文采用的立体匹配算法是两种代表性的经典算法，其隐含的“fronto-parallel”假设使得匹配坡度较大的倾斜面（相对观测方向）时具有一定的局限性。很多倾斜面匹配算法在这些区域应该会有更好的匹配效果，但计算效率往往会有显著降低。另外，针对夹角很小的立体影像，一些小基高比立体匹配算法可能会有更好的匹配效果。因此，需要综合考虑影像拍摄角度、匹配算法、计算效率等多方面的因素，构建经济可行的处理流程。

对于城市建筑三维几何重建效果的评估不宜采用单一的统计指标，建筑物各个侧面的完整性应该是首要考虑因素，对于建筑立面来说，应该更加注重有效点的密度。精度方面，建议采用 LE90 作为首选评价指标。在实际的卫星影像评估中，往往伴随一定的粗差分布，这些指标呈现的特性（尤其是 NMAD）需要进一步研究。

## 基于 MODIS 的逐日河冰覆盖度遥感监测

张逸箫<sup>1,2</sup>, 梁雯珊<sup>3</sup>, 邱玉宝<sup>2\*</sup>, 周静恬<sup>1,2</sup>, 贾国强<sup>2</sup>

1.中国科学院空天信息创新研究院, 北京, 100094; 2.中国科学院大学资源与环境学院, 北京, 100049; 3.珠江水资源保护科学研究所, 广州, 510611

**摘要:**长时间序列的河冰覆盖变化直接响应气候和环境变化,理解河冰的变化模式对地球淡水生态系统具有重要意义。当前,河冰的观测数据不足,长期的地面观测资源耗费严重,且无法在大范围内开展以揭示河冰在流域或区域尺度内长期动态的时空变化。然而,随着历史数据的不断积累,遥感观测为长时间序列的河冰监测提供了重要的历史回溯,也为河冰的监测现状提供了数据保障。本研究基于 MODIS 的高时间分辨率数据,研制了一种提取逐日河冰覆盖度的方法,在 12.5km 的格点基础上,实现逐日河冰覆盖度的估算。该方法在叶尼塞河流域经验证,精度可达 93%。

### 数据

- MODIS 逐日冰雪覆盖 500m 格网数据 (2002-2018);
- 叶尼塞河流域河流矢量底图;
- 30m 分辨率的 Landsat 遥感影像,作为验证数据。

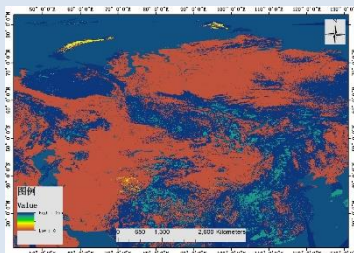


图 1.MODIS 冰雪覆盖数据示意图



图 2.叶尼塞河流域河流矢量底图

### 方法与过程

◆晴空条件下,基于归一化差分积雪指数 (NDSI) 判别河冰与河水。40<NDSI 值≤100,则为冰。

$$NDSI = (band4 - band6) / (band4 + band6) \quad (1)$$

◆有云条件下,基于河流的时空连续性进行去云处理,得到少云的河冰覆盖度数据 (500m)。

◆划分 12.5km×12.5km 的格网,并以格网为单位计算河冰、河水与云的像素比例,进行平滑处理,得到无云的河冰覆盖度数据 (12.5km)。

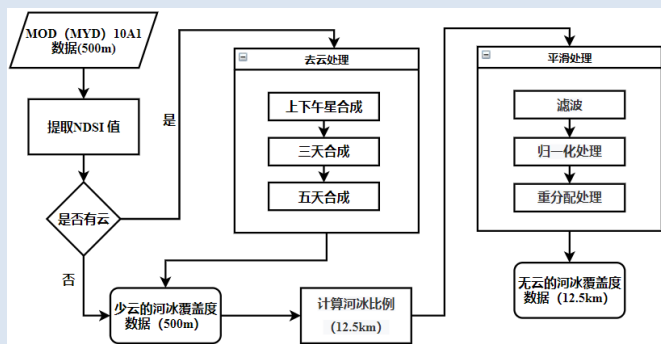


图 3.方法流程图

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| 河冰覆盖比例 | $Fr_{river\_water} = N_{river\_water} / N_{total} \quad (2)$ |
| 河水覆盖比例 | $Fr_{river\_ice} = N_{river\_ice} / N_{total} \quad (3)$     |
| 云覆盖比例  | $F_{cloud} = N_{cloud} / N_{total} \quad (4)$                |

其中 Ntotal, Nriver\_water, Nriver\_ice 和 Ncloud 表示特定图像的河流像素总数,河水像素的数量,河冰像素的数量,以及云像素的数量。

### 参考文献:

- [1]Yang X., Pavelsky T M., Allen G H.. The past and future of global river ice[J]. Nature, 2020, 577(7788):69-73.  
[2]Brown D R N., Brinkman T J., Verbyla D L., et al. Changing river ice seasonality and impacts on interior Alaskan communities[J]. Weather, Climate, and Society, 2018, 10(4): 625-640.

### 精度验证

选择河流上空无云且河流未完全被冰覆盖的 Landsat 影像进行波段合成(短波红外波段、近红外波段、绿波段),使用支持向量机 (SVM) 监督分类方法区分河冰与河水,并以格网 (12.5km) 为单位提取河冰覆盖度,制备验证数据。

使用数量精度作为验证指标:

$$Ki = 1 - |Li - Mi| \quad (5); \quad V = \sum_{i=1}^m Ki / m \quad (6)$$

(i 为格网编号, Li、Mi 分别为 Landsat、MODIS 提取的河冰覆盖度, Ki 为单格网的精度, m 为格网总数, V 为流域整体精度)

叶尼塞河流域 110 个格网验证表明, MODIS 与 Landsat 分别提取的河冰覆盖度的相关系数为 0.96, RMSE 为 0.08, 总体精度达 93%。

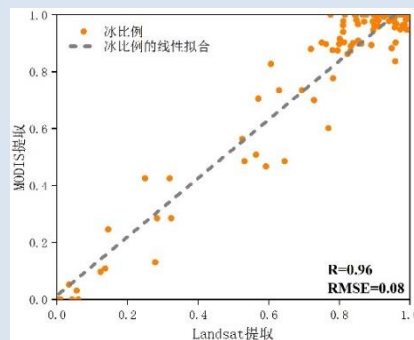


图 4.MODIS 与 Landsat 提取的河冰覆盖度对比

### 结论

本研究开发了一种提取逐日河冰覆盖度的方法,从高时间分辨率角度刻画了河冰覆盖的变化,并在叶尼塞河流域开展验证,结果表明,总体精度为 93%。该方法有望在大尺度上实现河冰覆盖度的时空变化监测,补充河冰数据的缺失,为环境变化的科学认知提供更多数据支撑。

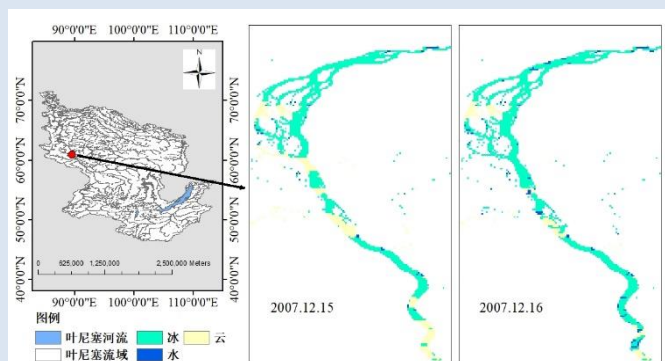


图 5.叶尼塞河流域河冰覆盖度数据示意图

- [3]Park H., Watanabe E., Kim Y., et al. Increasing riverine heat influx triggers Arctic sea ice decline and oceanic and atmospheric warming[J]. Science Advances, 2020, 6(45).

资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项 (A 类) (XDA19070201)。



### 漓江流域生态旅游承载力可持续发展监测与评估

朱岚巍 颜业峰

中科院空天信息创新研究院

**摘要：**本研究通过构建桂林漓江流域生态旅游评价指标体系，优化指标评价模型，定量监测漓江流域生态旅游承载力发展进程，综合评估漓江流域生态旅游资源的配置效能是否实现可持续发展最大化，最终提出实现漓江流域生态旅游可持续发展的生态补偿机制。

**关键词：**漓江；可持续发展；生态旅游；

了 1.63%。

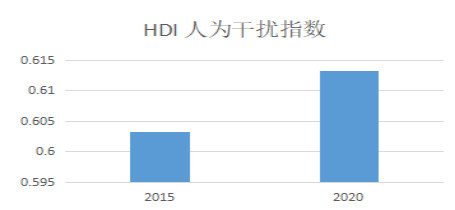
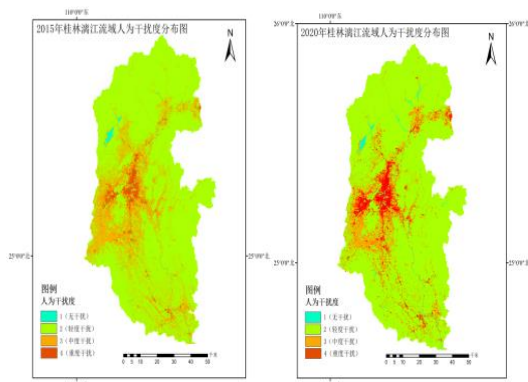


图 1 人为干扰指数图

#### 1 研究区

漓江全长 228 公里，整个流域地处  $109^{\circ}45' E$  至  $110^{\circ}40' E$ ,  $24^{\circ}18' N$  至  $25^{\circ}41' N$ ，东西平均宽度约 34 km，南北长度约全长 214 km，总面积约 6050 平方公里。流域内的主要土地类型有：林地，耕地，草地，水域以及建筑用地。

#### 2 研究方法

生态旅游承载力评价需要从自然承载力，旅游承载力，社会承载力三个方面去衡量。评价体系的构建可以分为三个部分：评价指标的筛选，评价指标的权重分析以及各子承载力之间的影响关系。

#### 3 结果与分析

以人为干扰指数（HDI）指标为例，2015 年至 2020 年，漓江流域的人为干扰指数产生了较大变化。人为干扰指数

（HDI）由 0.603 上升为 0.613，同比增长

从 2015 年到 2020 年的人为干扰度变化可以看出，人为干扰的强度以城市中心以及主要交通干道为中心向周边延伸，并且出现了较明显的变化趋势。在这五年期间，桂林漓江流域的市县建设都有了明显增加，对生态的影响也进一步加深。

#### 4 结论

单从人为干扰指数指标和人为干扰分布图的变化趋势来看，桂林漓江流域的生态旅游承载力的生态承载力方面有了一定的压力，需要对城市产生的不良影响加以管控。对于整个漓江流域的生态旅游承载力而言，需要从生态，旅游，经济三方面综合研判，得出最后的研究结果。