



# 中国海洋大学

## 计算机视觉实验室

董军宇

中国海洋大学 计算机科学与技术学院



# 实验室简介

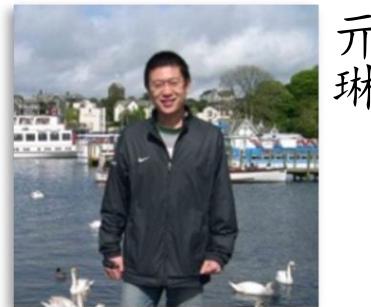
---

- **计算机视觉实验室**成立于2004年，主要从事 视觉感知、水下视觉、海洋大数据分析、可视化与仿真等方向的研究。
- 拥有“国家高层次人才计划科技创新领军人才”、山东省“泰山学者工程-青年专家”等优秀人才。
- 承担科技部、国家自然科学基金委等国家级科研项目超过14项，累计科研经费**超过2000万元！**
- 在主流国际期刊和会议上(IJCV/IEEE Trans等) 发表论文**超过200余篇！**

# 团队主要成员

---

董军宇



元琳



高峰



解翠

董兴辉



张述

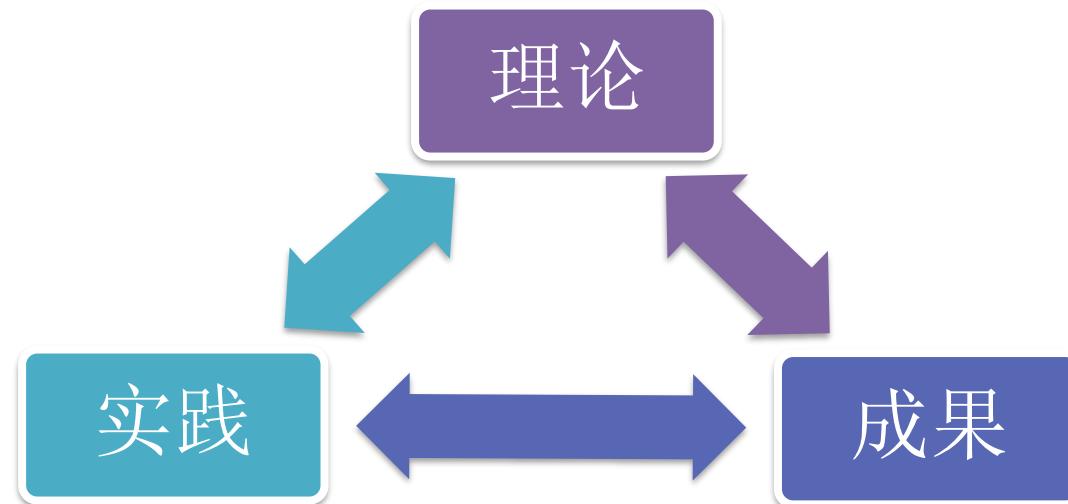


范浩

# 实验室培养方式

---

- 学风：多读书，多锻炼，培养自己，**回报社会**。
- 理念：做有价值的事，脚踏实地，用**实力说话**。
- 培养：因材施教，**理论与实践相结合**，注重能力的培养。



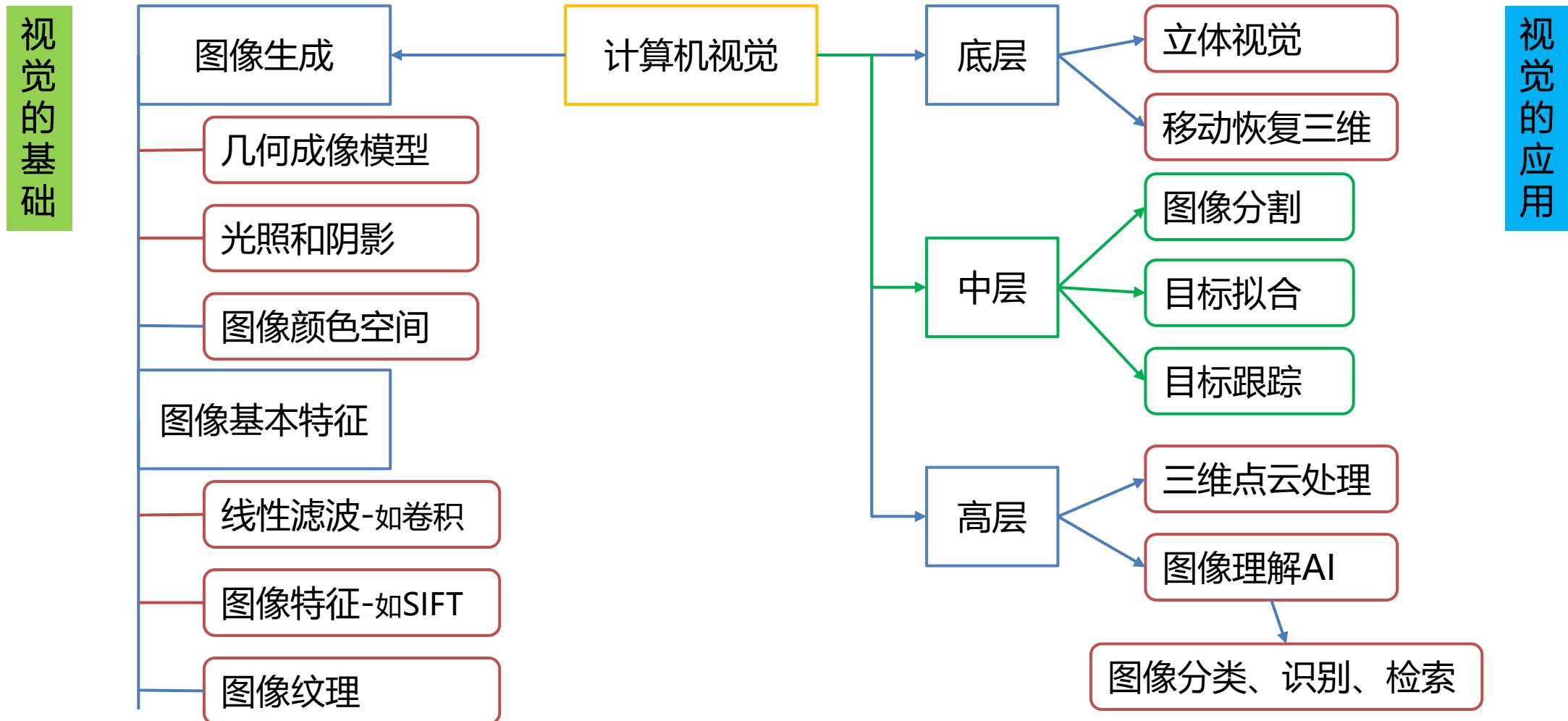
# 实验室研究内容

---

实验室以计算机视觉、海洋大数据为基础分为3个研究方向：

- 前沿理论研究组（高峰、董兴辉）
  - 深度学习、跨媒体智能研究等理论研究
- 视觉应用研究组（亓琳、张述、范浩）
  - 水下三维视觉、机器人、水下机器人等应用研究
- 海洋大数据研究组
  - 海洋锋数据分析、浮游植物数据分析等
- 数据可视化研究组（解翠）
  - 海洋数据可视化、人机交互数据可视化等

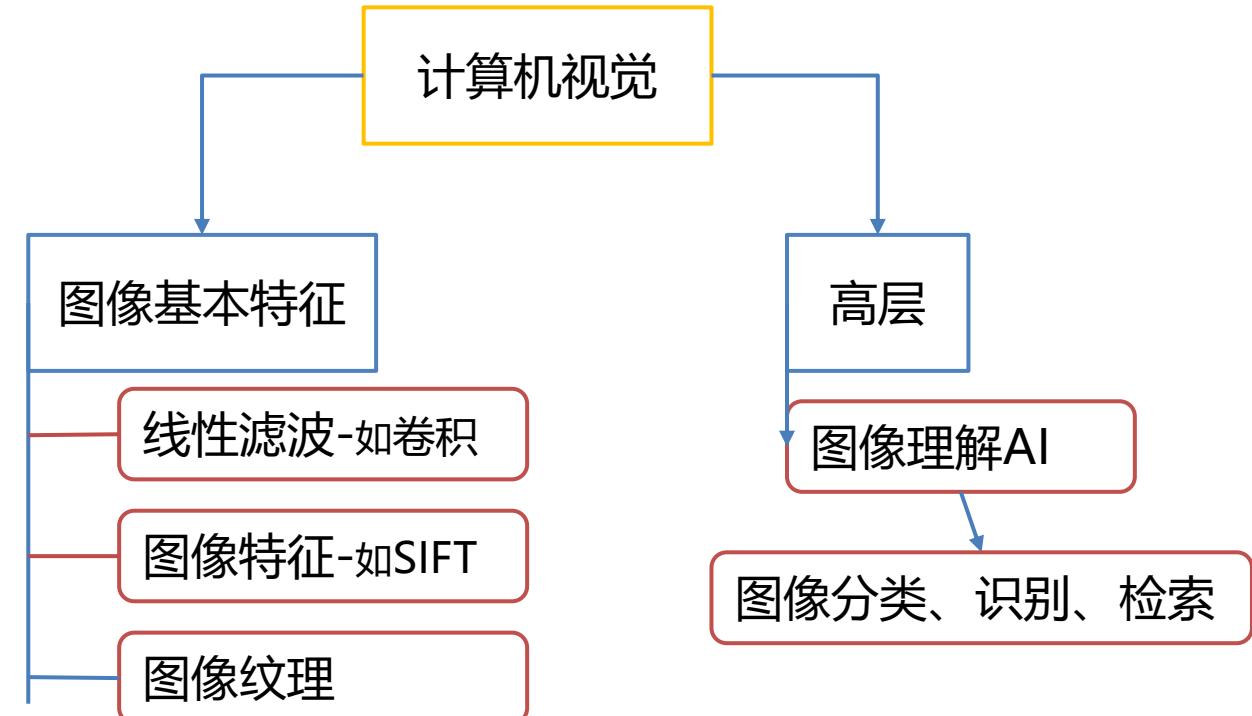
# 计算机视觉





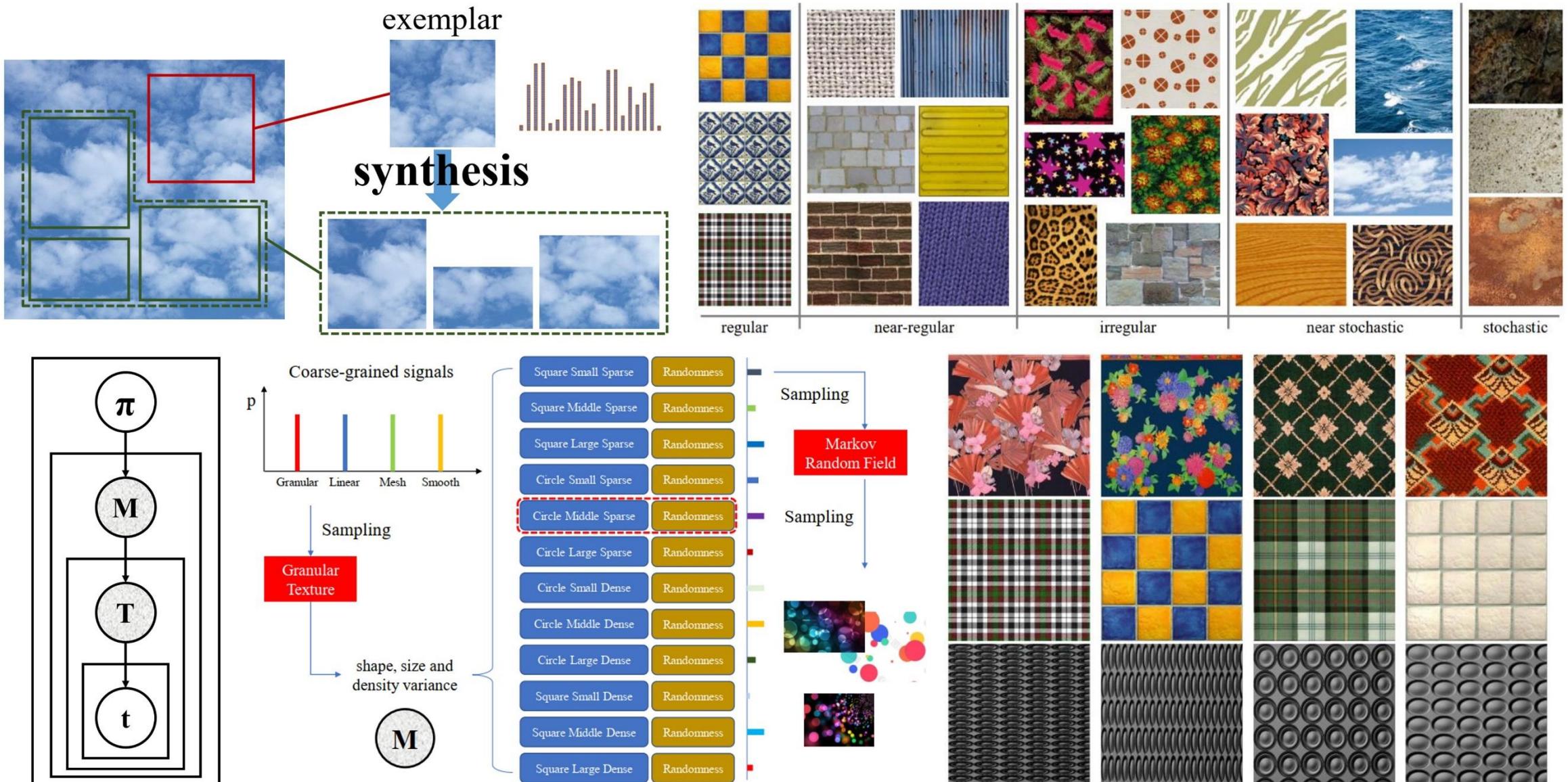
## 前沿理论研究组

1. 图像修复与生成 (low-level)
2. 变化检测与高光谱 (classification)



# 1. 粗粒度控制下的通用纹理合成

IEEE TIP



- Low rank tensor completion by approximating the tensor average rank, ICCV2021.



Figure 4. Results of image inpainting. (a) Original image. (b) Incomplete image. (c)-(h) Inpainting results of HaLRTC, SPC, T-SVD, TNN, TNN-DCT, Ours, respectively.

通过对平均秩的近似，提出了一种非凸张量填充模型。一种邻近块迭代下降算法被用于求解该模型，并得到了一定的收敛性结果。实验证明，与其他张量填充算法相比，提出的算法在恢复效果和效率上具有一定优势。

## Remote Sensing Image Translation via Style-Based Recalibration Module and Improved Style Discriminator IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2022

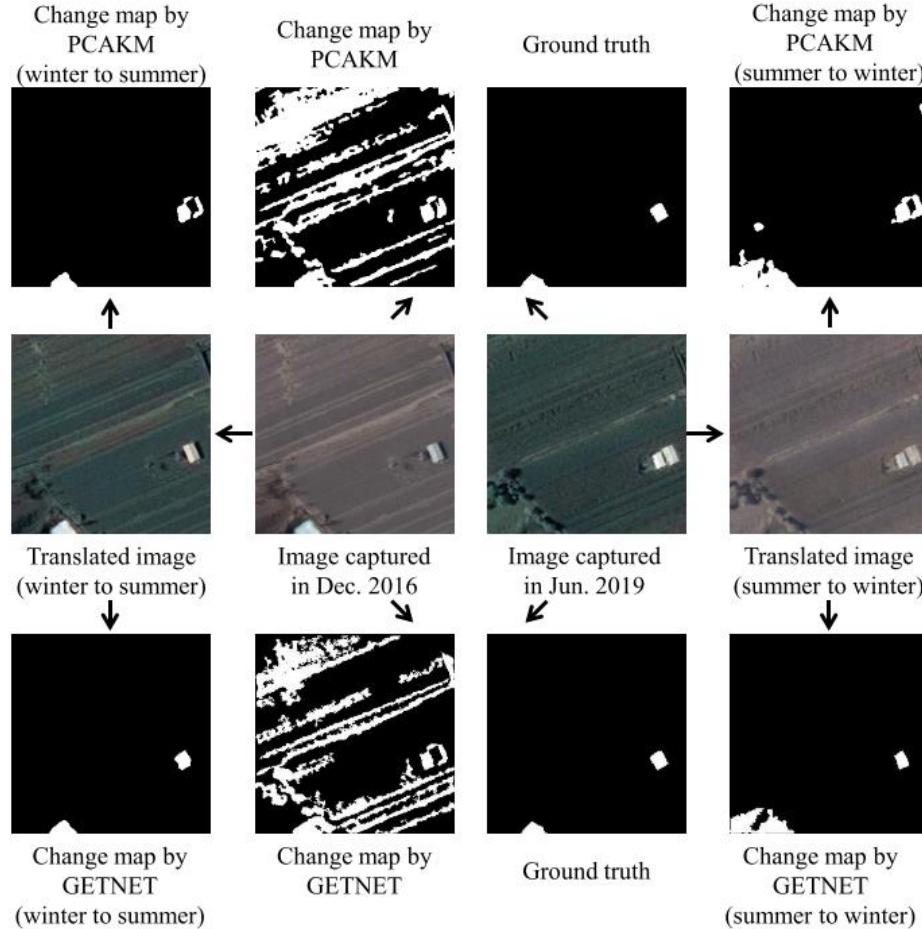


TABLE I

QUANTITATIVE EVALUATION ON TRANSLATION

Method	Winter to summer		
	IS ↑	FID ↓	KID ↓
MUNIT [14]	3.61	210.09	7.72
U-GAT-JT [15]	3.81	146.58	2.51
CycleGAN [6]	3.71	130.76	2.41
SECycleGAN [16]	3.77	125.08	1.49
Ours	3.72	119.75	1.20

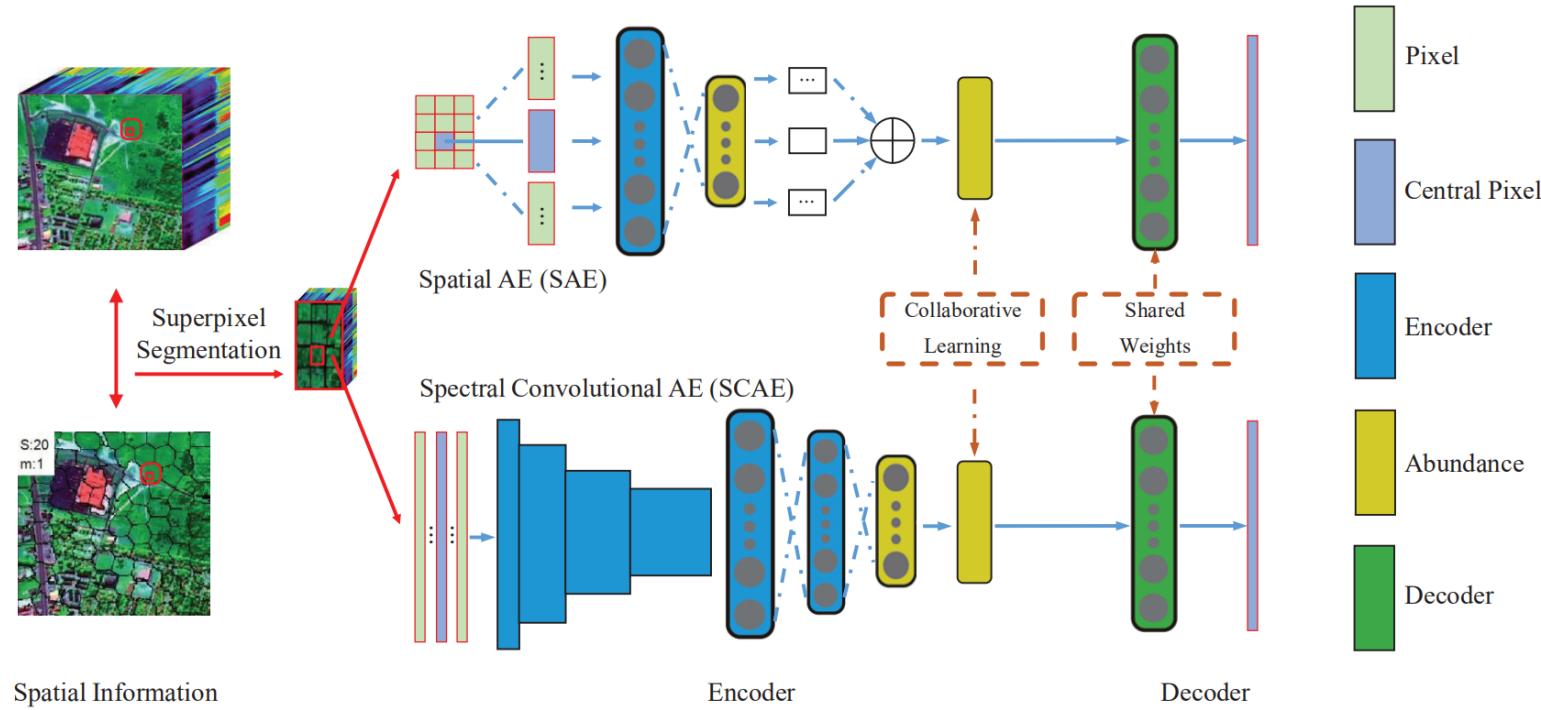
Method	Summer to winter		
	IS ↑	FID ↓	KID ↓
MUNIT [14]	3.38	216.41	8.48
U-GAT-JT [15]	3.88	183.26	5.12
CycleGAN [6]	3.99	129.02	1.04
SECycleGAN [16]	3.90	125.89	0.89
Ours	4.18	124.19	0.82

TABLE IV

CHANGE DETECTION RESULTS OF THE SELECTED REGION

Methods	FA	MA	OE	PCC(%)
PCAKM	21518	131	21649	66.96
GETNET	17663	144	17807	72.83
(Winter to Summer) + PCAKM	390	146	536	99.18
(Summer to Winter) + PCAKM	2682	26	2708	95.87
(Winter to Summer) + GETNET	149	119	268	99.59
(Summer to Winter) + GETNET	1903	53	1956	97.01

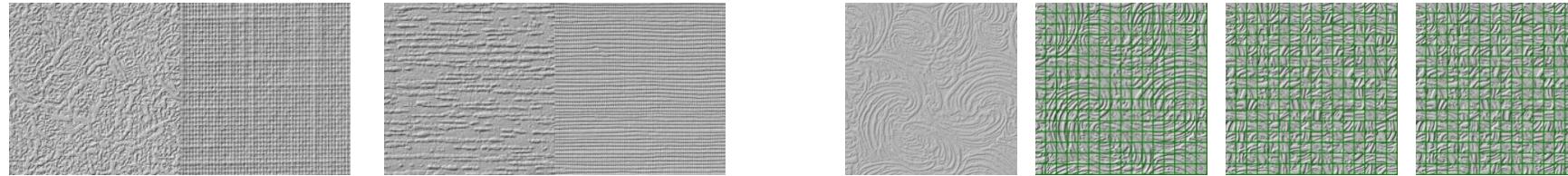
**SSCU-Net: Spatial-Spectral Collaborative Unmixing Network for Hyperspectral Images**  
*IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2022*



在本文中，我们探讨了基于自编码器的网络中有效利用空间和光谱信息，在此基础上，提出了一个空间光谱协同解混网络：SSCU-Net。该网络以端到端的方式学习空间自动编码器网络和光谱自动编码器网络，能够更有效地提高解混性能。SSCU-Net是一个双流深度网络，其中两个自编码器网络以协作方式进行有效训练，以估计端员和丰度。同时，通过引入超像素分割方法，提出了一种新的空间自动编码网络，极大地促进了空间信息的利用，提高了解混网络的精度。

## 5. 感知启发的计算机视觉 董兴辉教授研究内容

- 首次结合脑科学、神经科学和人工智能的先进理论
- 对感知的纹理相似性进行了广泛、深入的研究



- 
1. Xinghui Dong\*, Junyu Dong, Mike J. Chantler, Perceptual Texture Similarity Estimation: An Evaluation of Computational Texture Features, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2021, 43(7): 2429-2448.
  2. Xinghui Dong\* and Mike J. Chantler, "Perceptually Motivated Image Features Using Contours," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 25, no. 11, pp. 5050-5062, 2016.
  3. Xinghui Dong, Junyu Dong\*, The Visual Word Booster: A Spatial Layout of Words Descriptor Exploiting Contour Cues, *IEEE Transactions on Image Processing*, 2018, 27(8):3904-3917. )
  4. Xinghui Dong\*, Ying Gao, Junyu Dong\*, Mike J. Chantler, The Importance of Phase to Texture Discrimination and Similarity, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2021, 27(9):3755-3768.
  5. Xinghui Dong\*, Huiyu Zhou, Texture Synthesis Quality Assessment Using Perceptual Texture Similarity, *Knowledge-Based Systems*, 2020, 194:105591.

## 6. 智能化无损检测

## 董兴辉教授研究内容

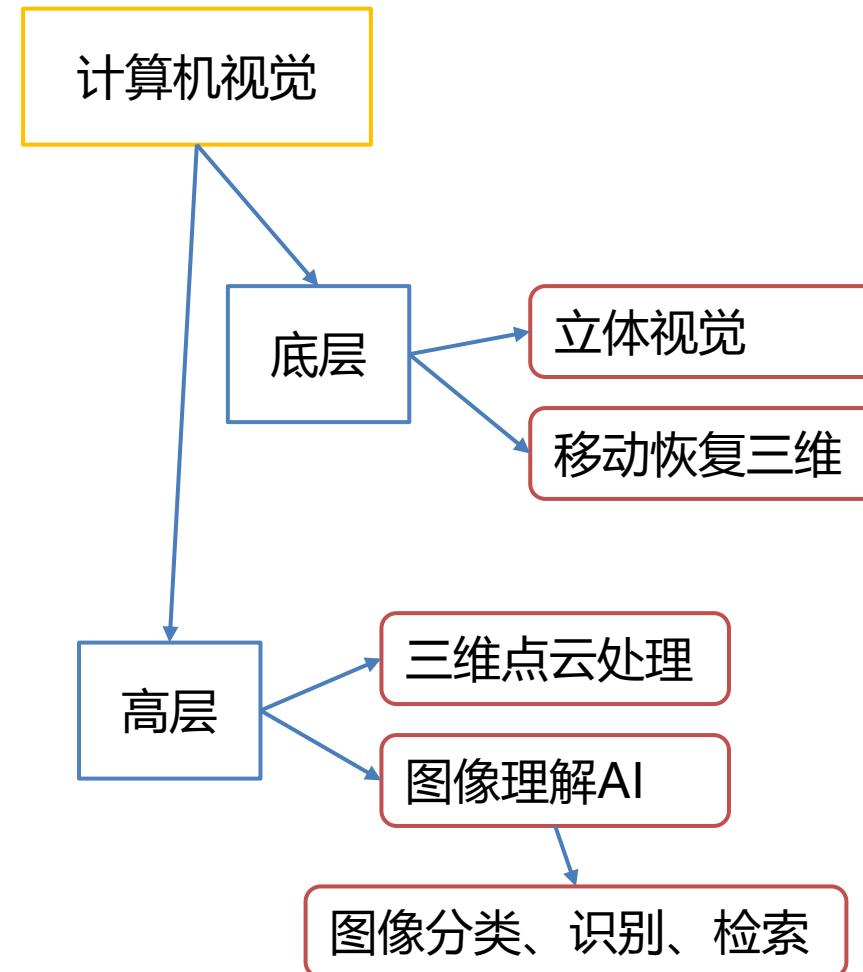


- 
1. Xinghui Dong\*, Chris J. Taylor, Tim F. Cootes, A Random Forest Based Automatic Inspection System for Aerospace Welds in X-Ray Images, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2021, 18(4): 2128-2141.
  2. Xinghui Dong\*, Chris J. Taylor, Tim F. Cootes, Defect Detection and Classification by Training a Generic Deep Convolutional Neural Network Encoder, *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2020, 68(10):6055-6069.
  3. Xinghui Dong\*, Chris J. Taylor, Tim F. Cootes, Automatic Aerospace Weld Inspection Using Unsupervised Local Deep Feature Learning, *Knowledge-Based Systems*, 2021, 221:106892.
  4. Xinghui Dong\*, Chris J. Taylor, Tim F. Cootes, Defect Classification and Detection Using a Multi-task Deep One-Class CNN, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2021, DOI: 10.1109/TASE.2021.3109353.



## 视觉应用研究组

1. 水下机器人--光学三维扫描
2. 健康类 -- 交互机器人、医学图像

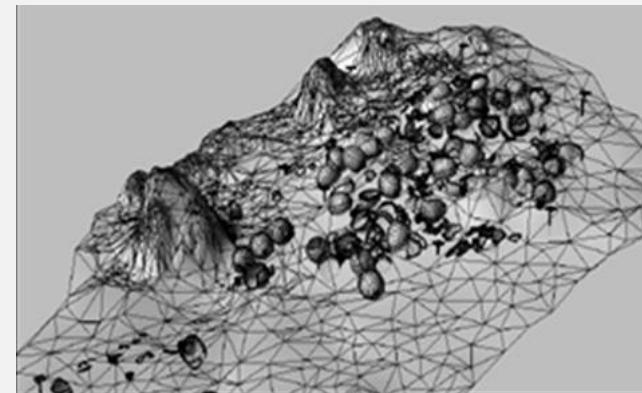


# 水下机器人-项目背景

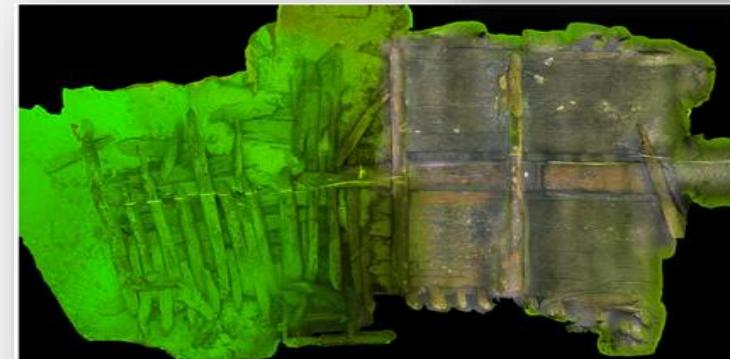
在水下近距离高分辨率探测方面，光学成像具有不可替代性

涉及海洋工程和生态监测的各个领域，具有广泛的应用

- 水下目标三维检测
- 桥梁建设与维护
- 海洋钻井平台建设与维护
- 海底地貌，水下考古等



珍稀文物  
三维测绘存档

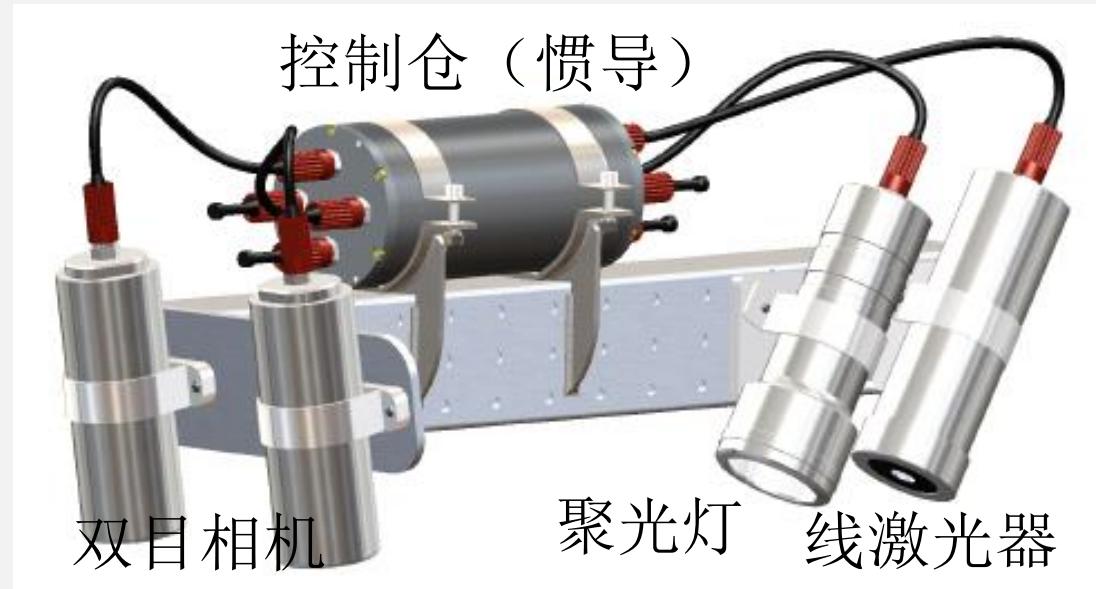


遇难船只模型  
三维复原

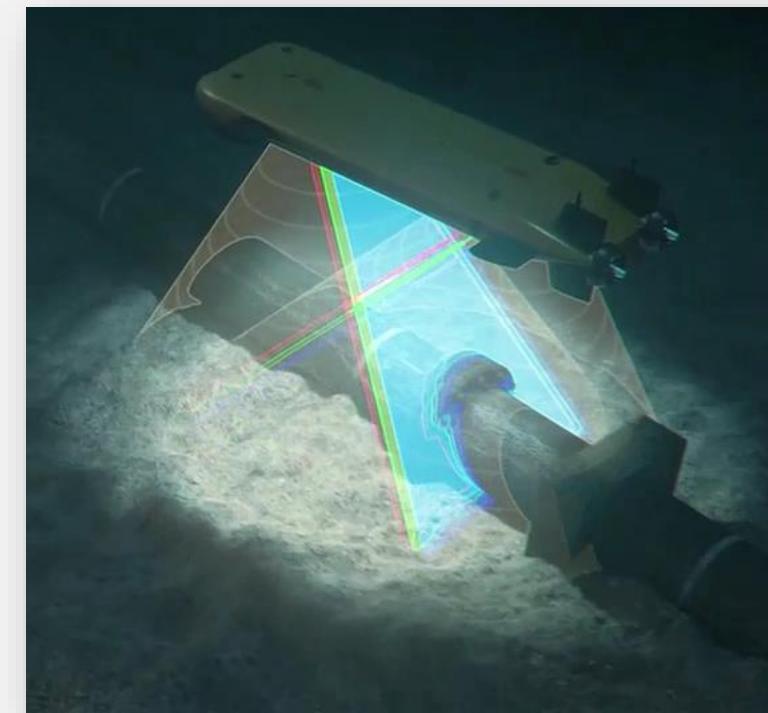
# 水下机器人-项目目标

**目标：研发移动式水下光学三维成像仪**

**特点：高分辨率，高精度和准确移动定位**



**灵活搭载多种平台/独立操作**



**设备海底应用示意**

# 子系统及其构成

## 水下相机单帧成像系统

### 单帧三维重建

水下成像折射矫正

水下激光三维成像

水下双目相机系统

水下双目三维成像

## 水下设备移动三维成像系统

### 设备移动定位系统

水下惯导定位系统

水下视觉里程计

视觉-惯导移动定位

### 移动三维观测系统

双目移动三维重建

激光扫描三维重建

单目光度立体移动  
三维重建

融合三维成像系统

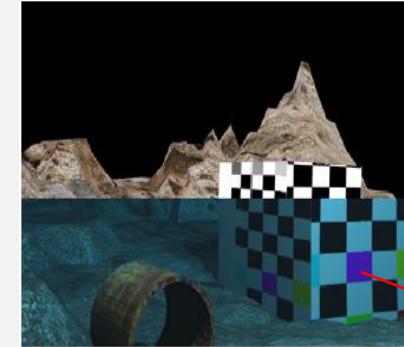
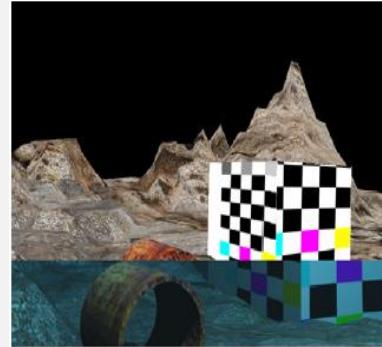
关键技术

一般技术

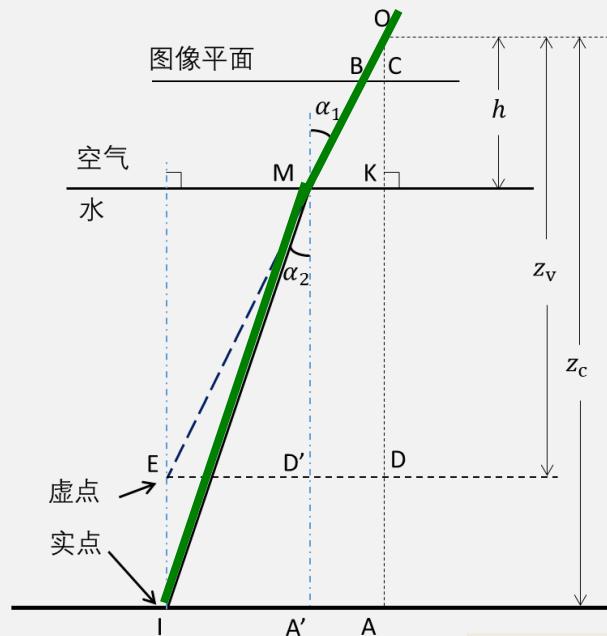
成熟技术

# 技术1—水下相机成像矫正技术

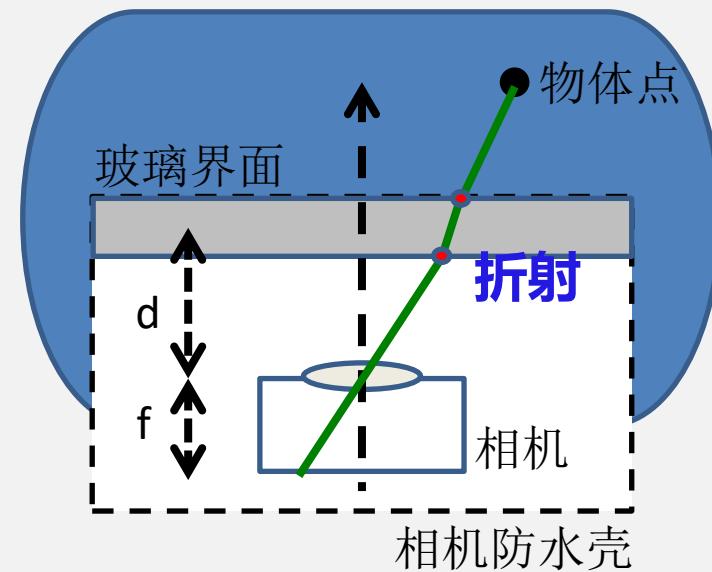
- 构建水下相机折射成像模型
- 描述水下光线的几何传播过程



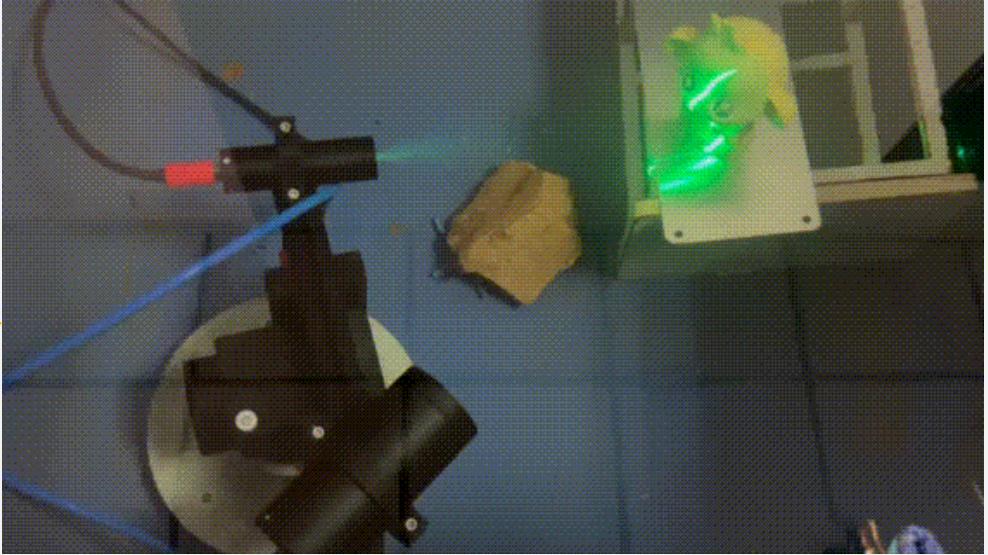
折射



水下相机折射模型



## 技术2 -水下激光三维成像



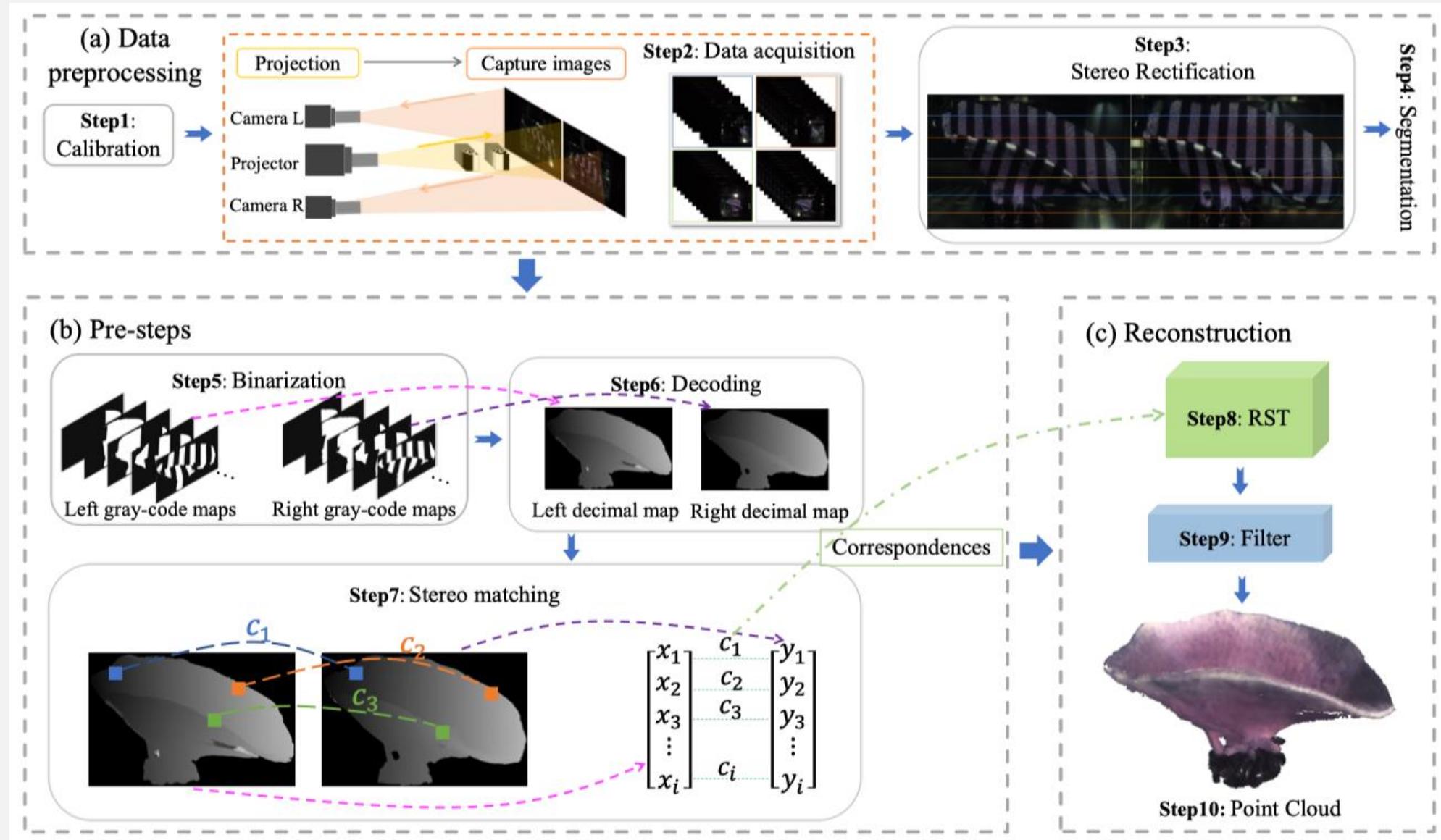
水下激光扫描仪由单目相机、线激光器和水下云台组成，对水下复杂环境实现高精度三维重建的仪器。

单目相机负责图像采集，线激光器发射激光平面供相机采集物体表面信息，水下云台负责旋转扫描的过程，通过控制箱中的RS485串口实现上位机与扫描仪的通信。

该设备可以挂载在各种水下自主航行器或机器人之上。扫描范围大，抗干扰能力强，硬件设施要求低，重建精度高。



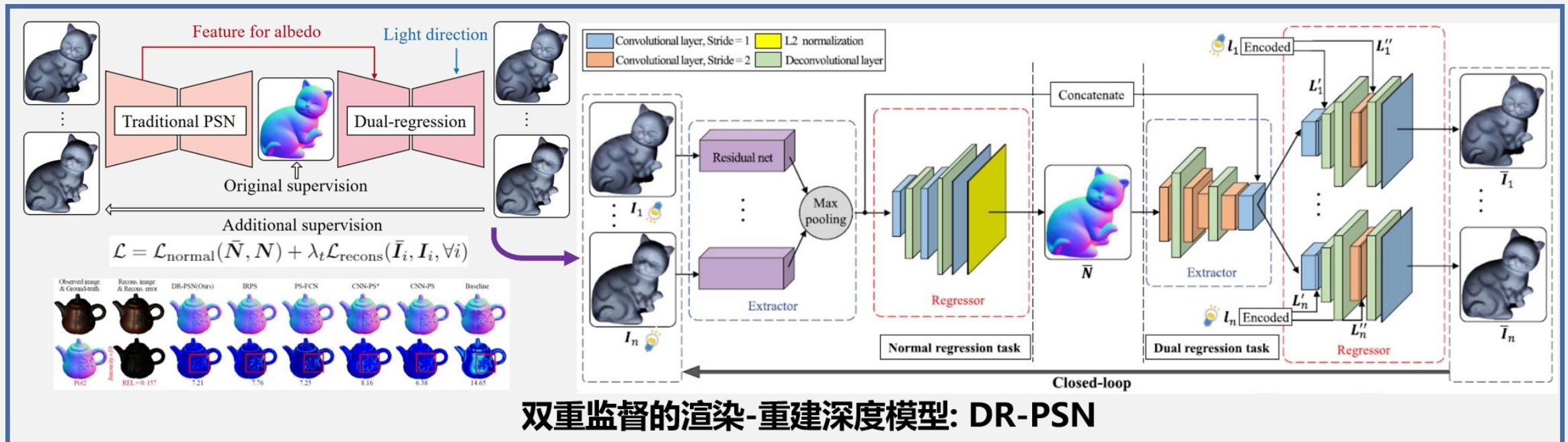
# 技术3-水下双目三维重建



# 技术4-光度立体重建研究

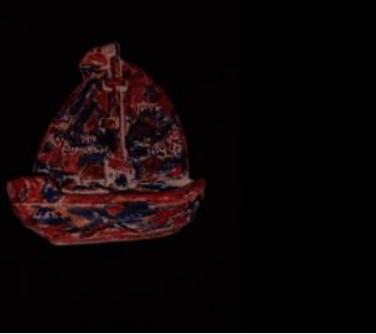
基于学习的光度立体仅关注了表面法向的监督：

- 基于回归反馈的双监督渲染+重建算法：

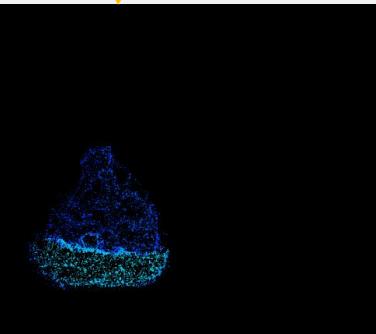


我们提出了 DR-PSN，形成一个闭环来提供额外的监督，以减少表面法向的潜在学习空间。并且能重渲染任意光照下的重光度立体图像。

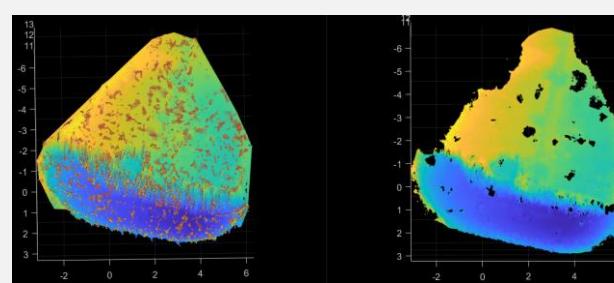
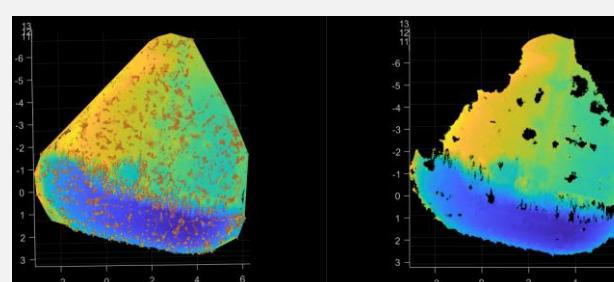
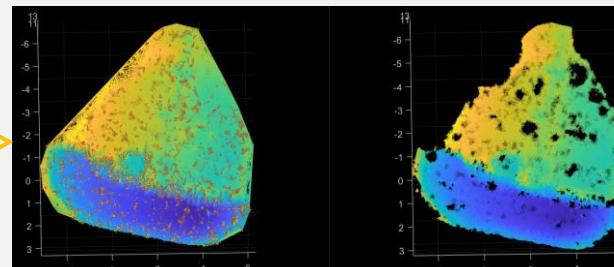
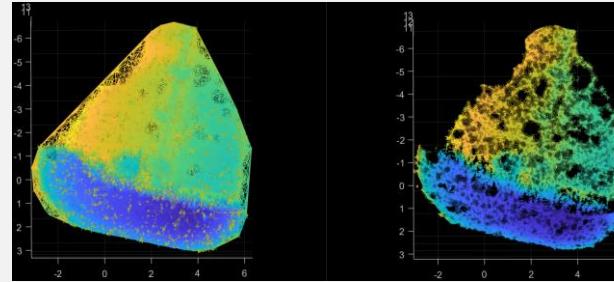
# 技术4-移动光度立体



Colmap稀疏重建

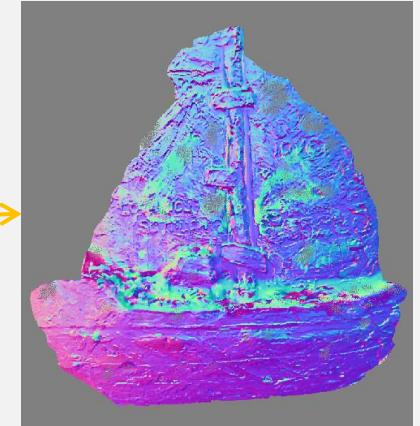


Colmap稀疏重建



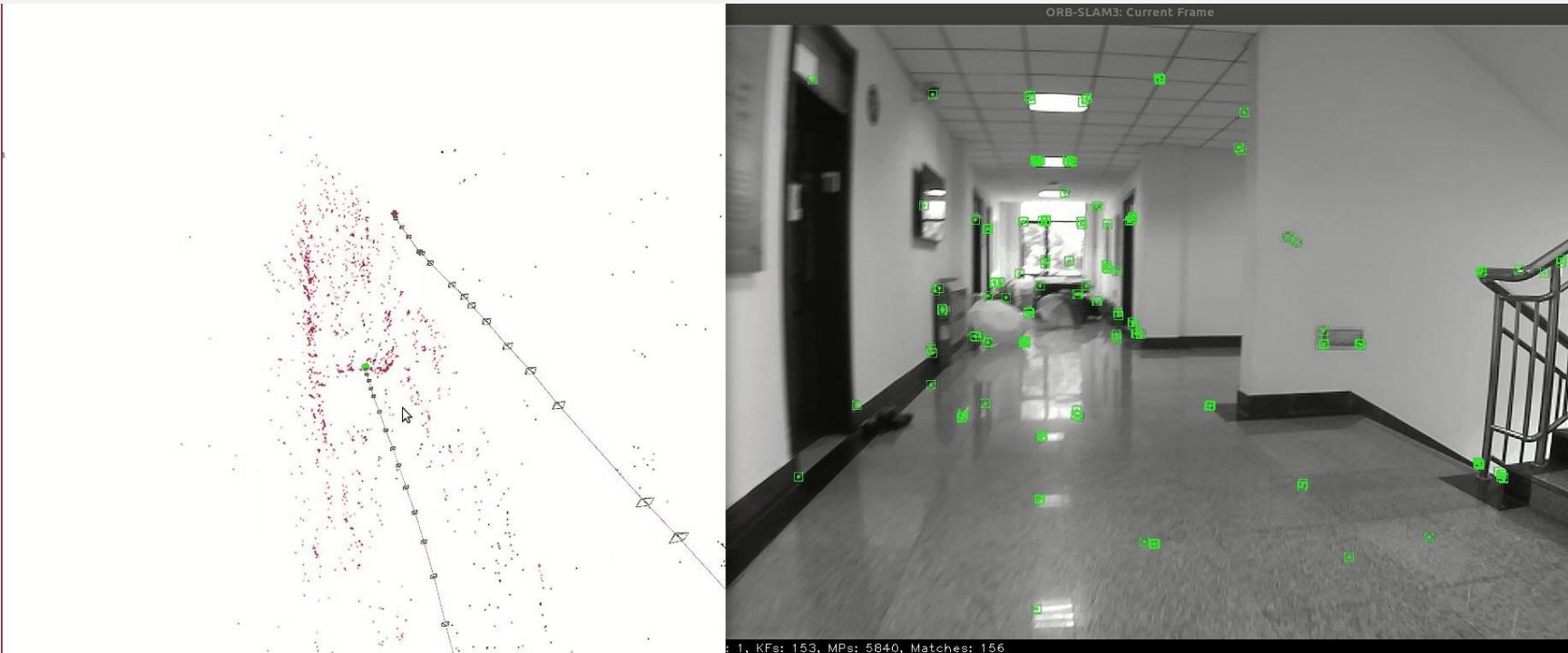
三角剖分

逆投影  
密集匹配



# 技术5-视觉惯性融合定位技术研究

紧耦合视觉惯性融合系统研究：



# 进展1-视觉惯性融合定位技术研究



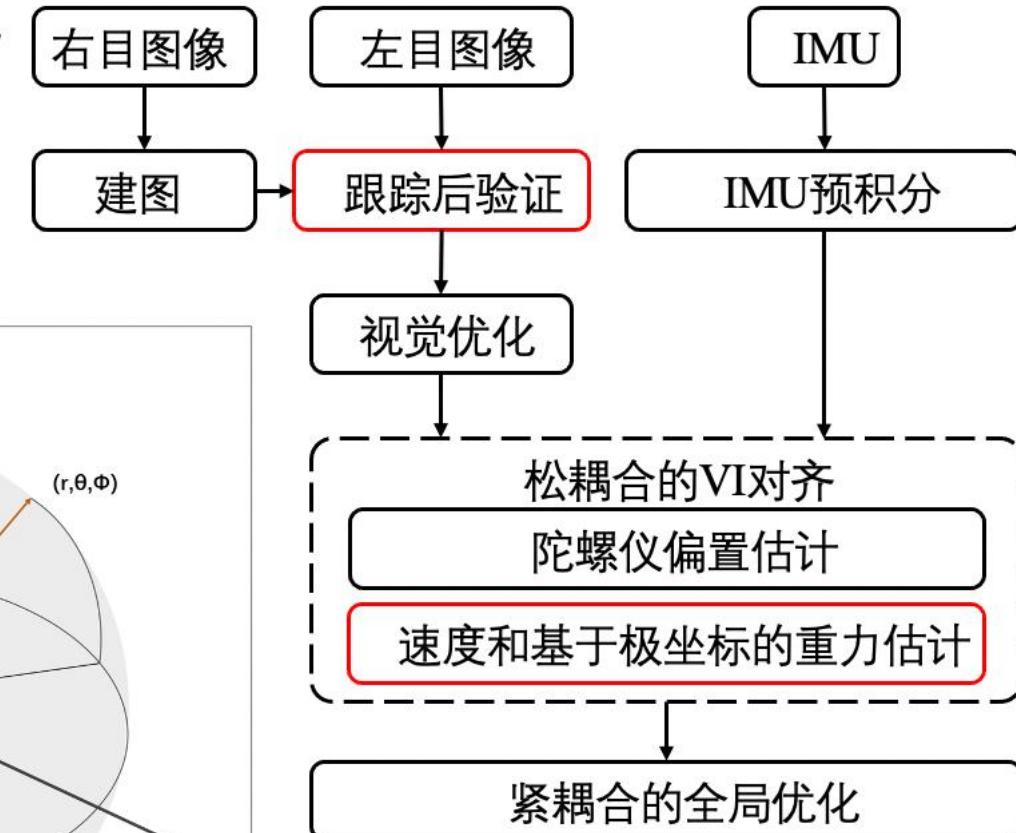
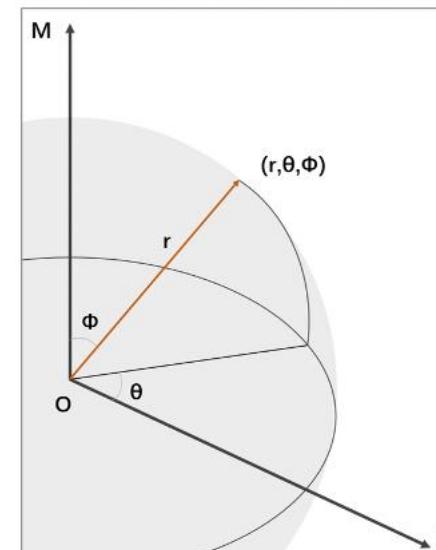
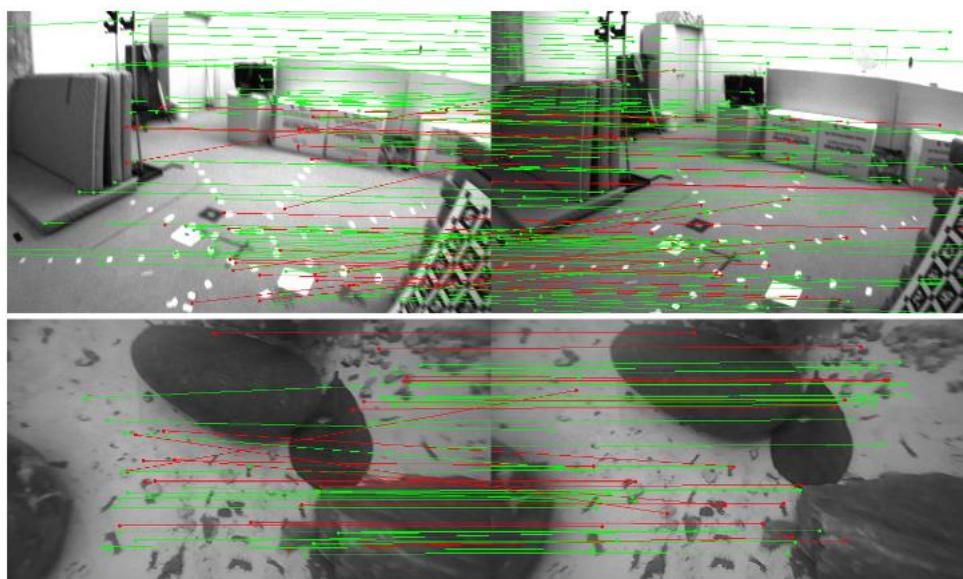
中国海洋大学  
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

## 基于非线性优化的VSLAM系统（研制中）

### 1-系统初始化：

在光流跟踪后通过具有光照不变性的描述符去除误匹配，减少局部光照的影响。

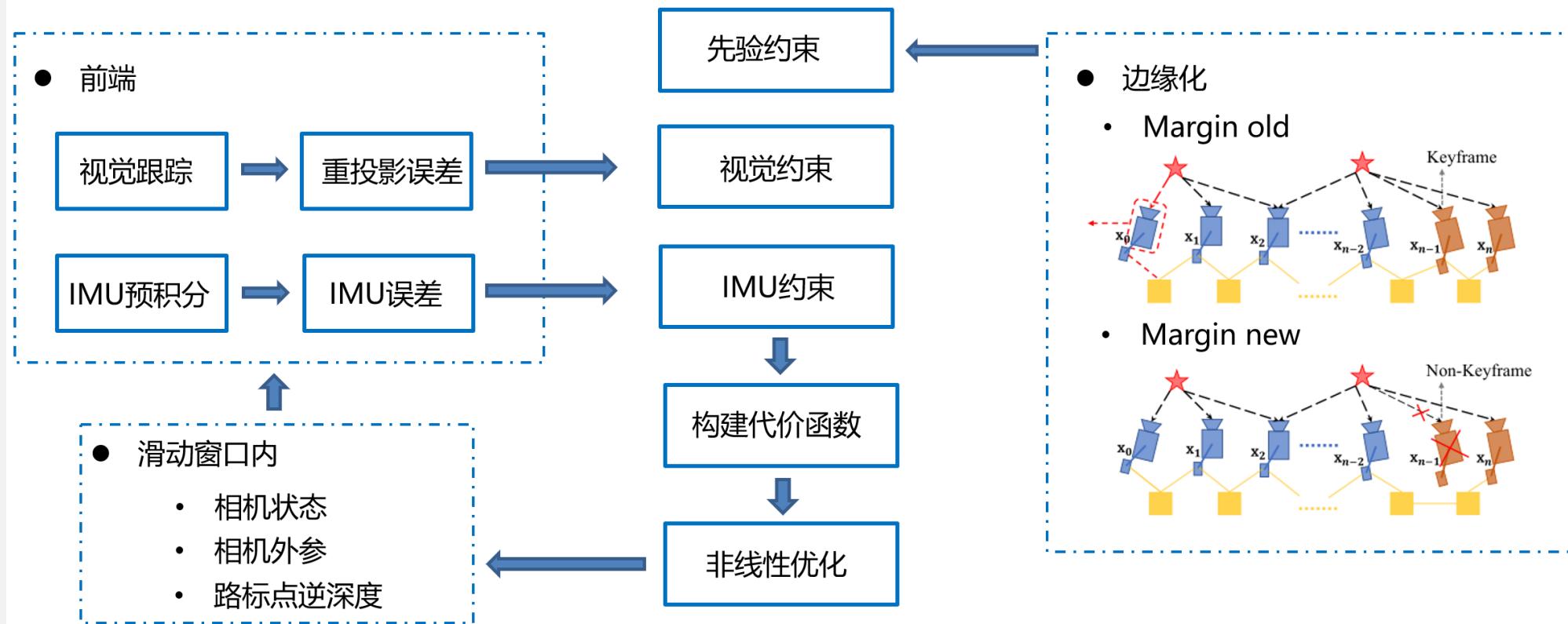
在VI对齐过程中，利用基于极坐标的重力估计来获得可靠的重力方向，优化初始化参数的估计结果。



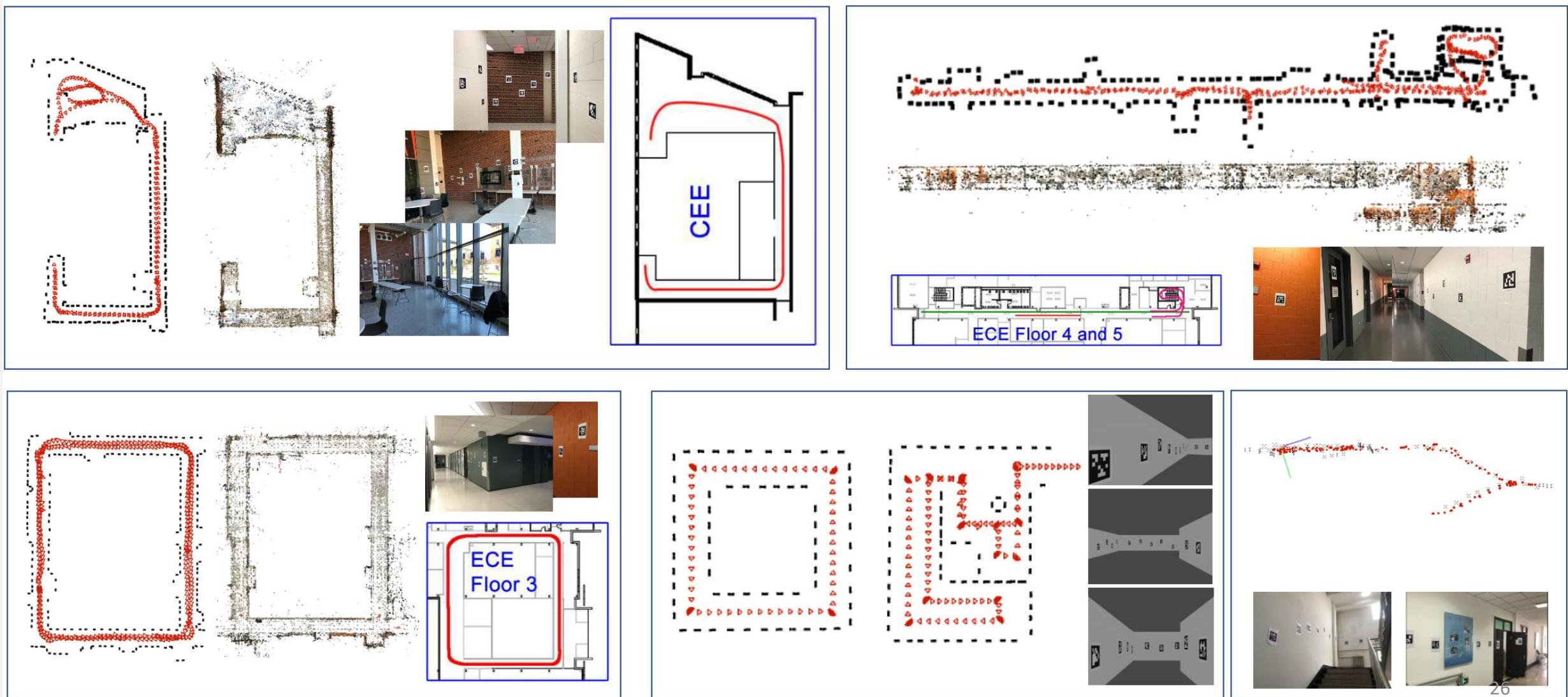
# 进展2-视觉惯性融合定位技术研究

基于卡尔曼滤波的轻量多传感器融合（研制中）

## 2-后端优化（紧耦合）：



# 进展3-结合平面Marker的相机定位与三维重建系统



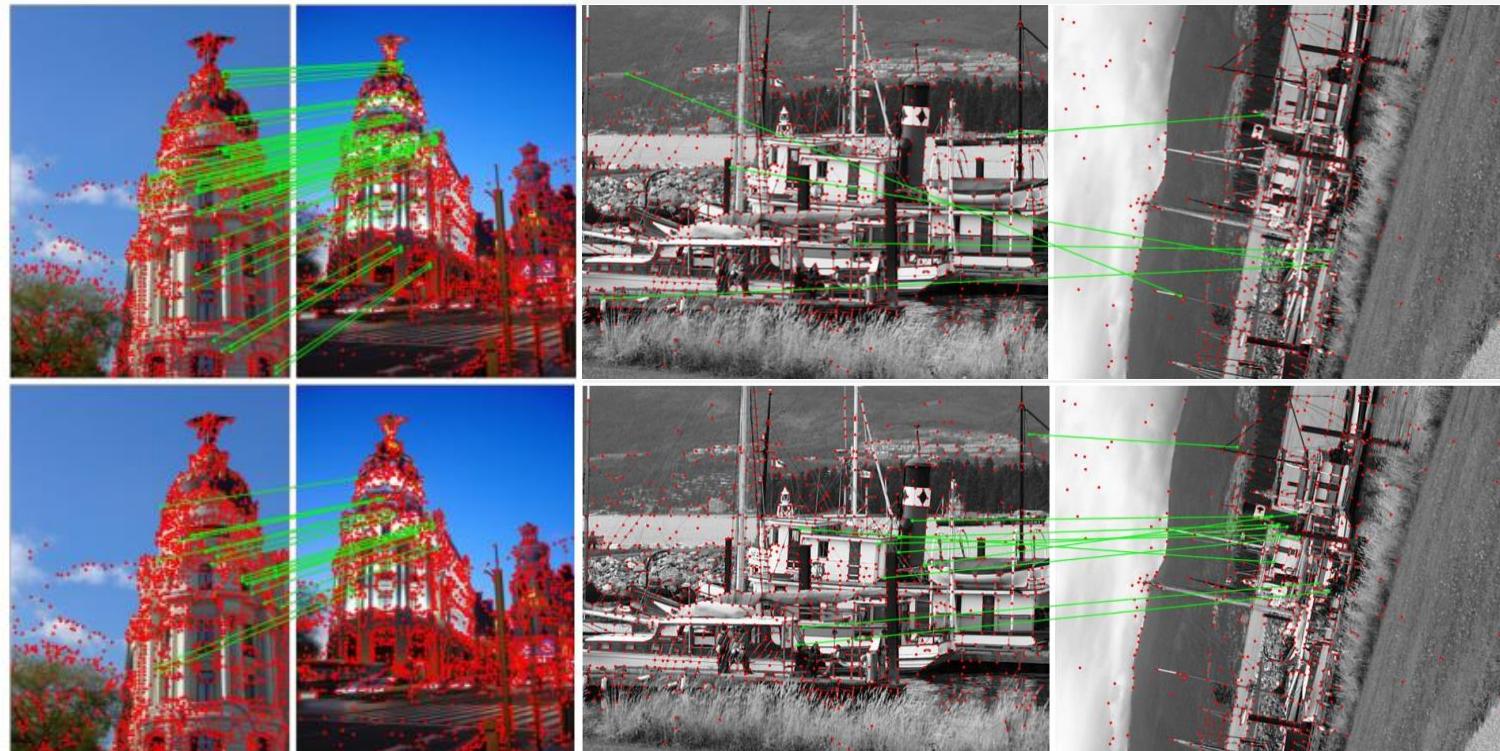
# 进展4—基于层次描述子的稀疏特征匹配

论文：Learning General Feature Descriptor for Visual Measurement with Hierarchical View Consistency

作者：Yuan Rao ; Jian Yang ; Yakun Ju ; Cong Li ; Hao Fan ; Junyu Dong

发表于：IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 2022

SuperPoint

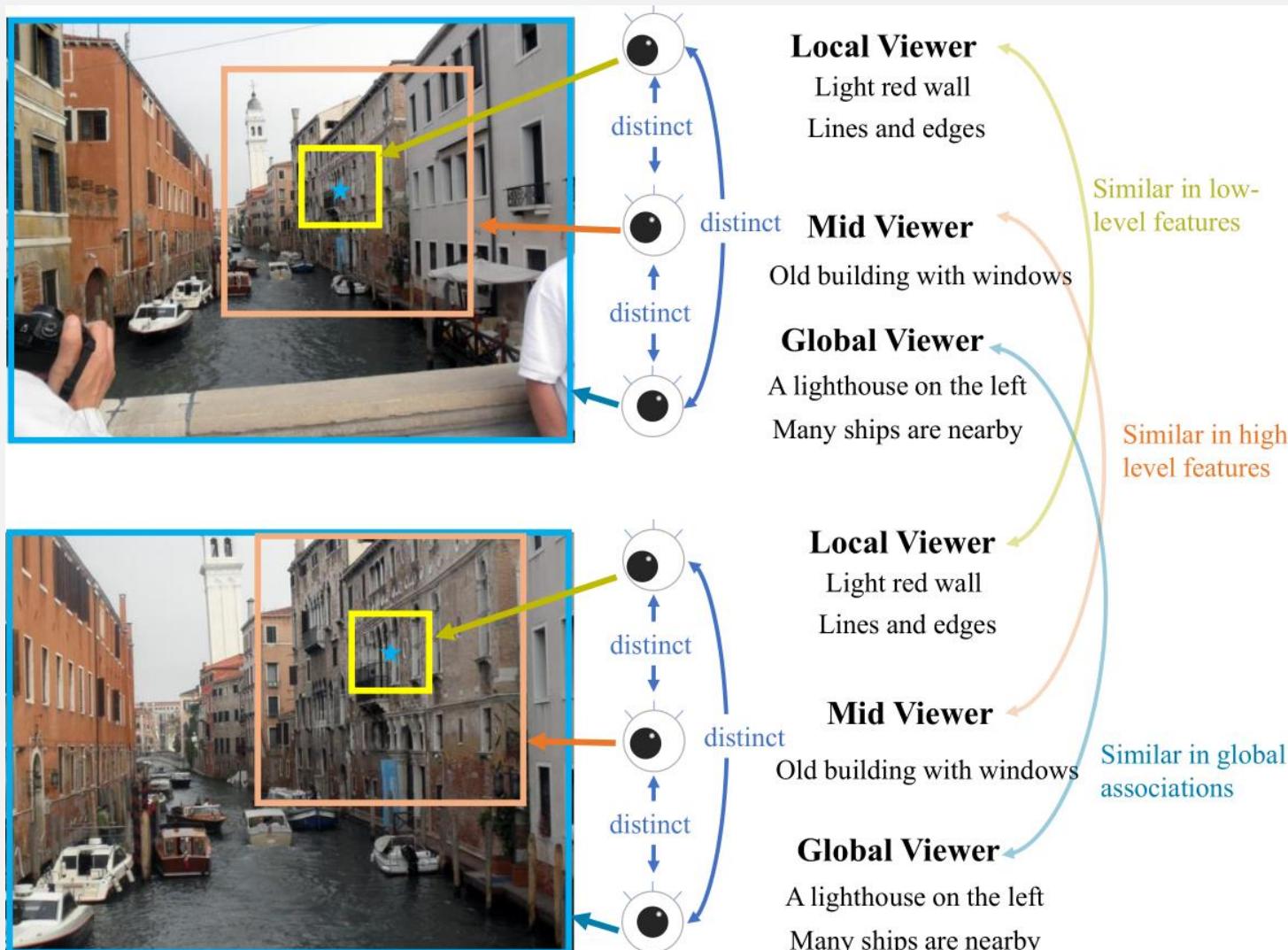


LISRD

主流方法存在的问题：

- 一味地加深网络结构以获取高层次深度不变特征 -> 忽略了多层级线索
- 学习多个描述子来分别解决特定情况下的匹配 -> 增加了存储和匹配开销，限制了描述子的使用范围，泛化不佳（如左图）

# 进展4—基于层次描述子的稀疏特征匹配



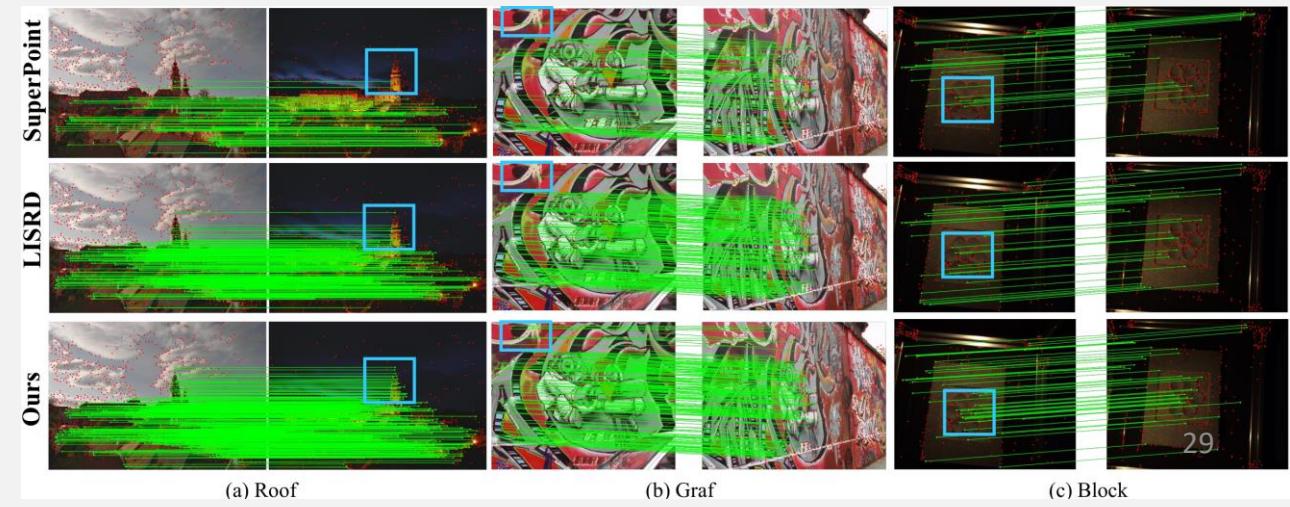
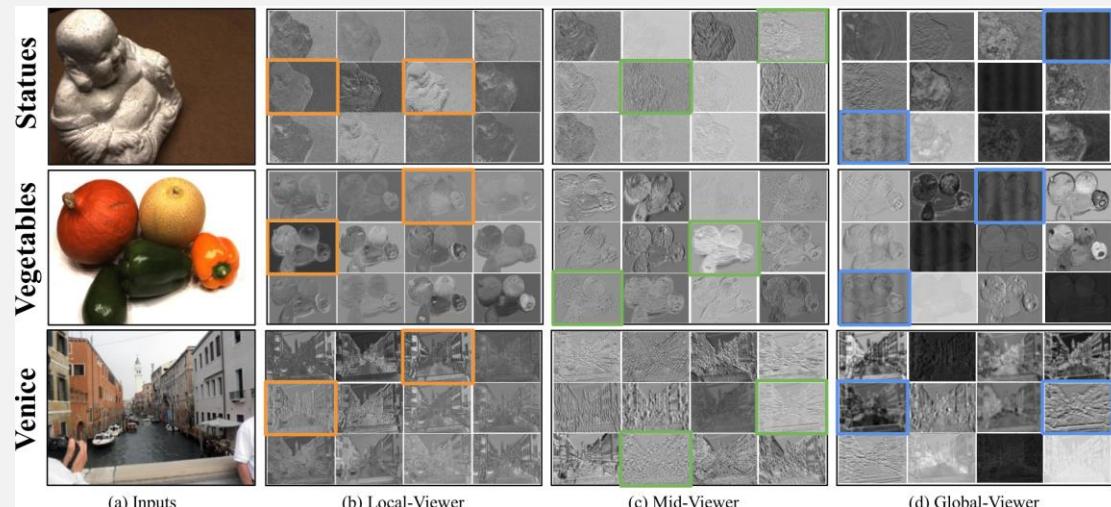
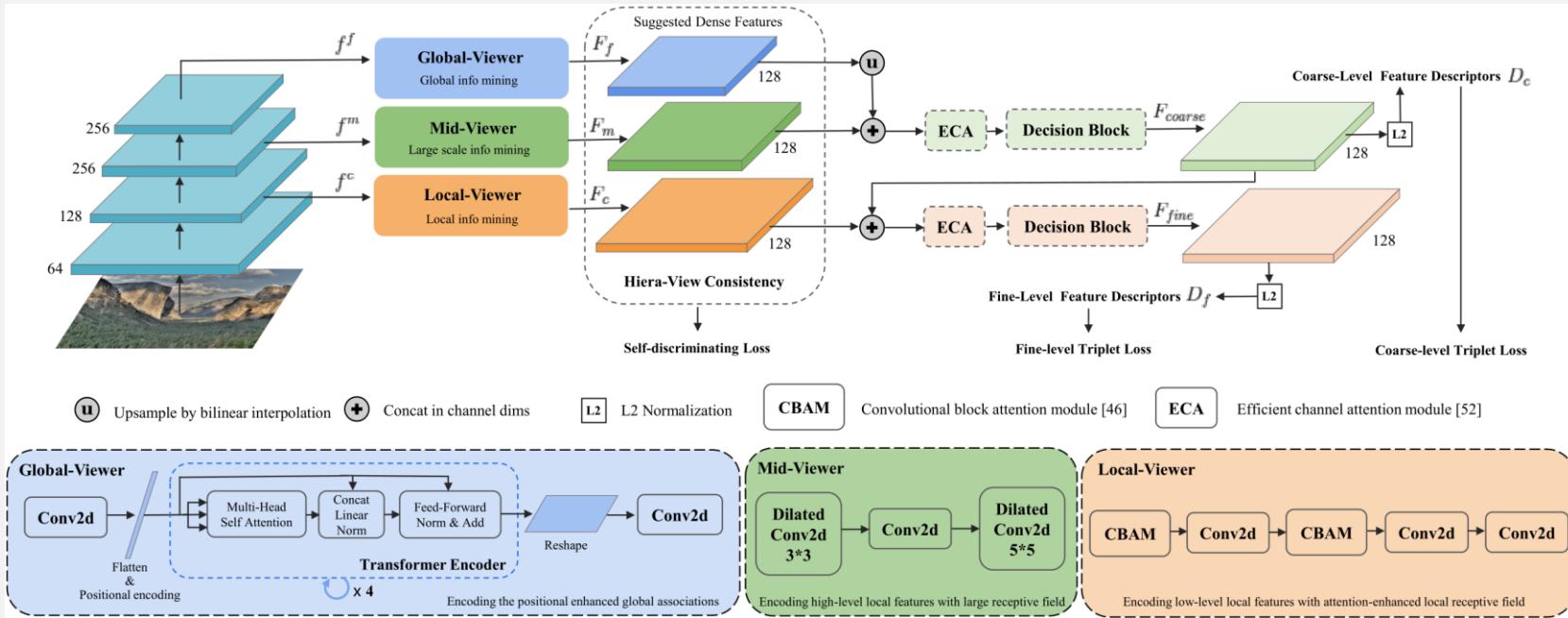
动机：

- 人类在寻找对应关系时，总是进行多层次的比较以筛选可靠的匹配

我们的方法：

- 利用多级特征中的互补信息，而不单纯使用高阶深度不变特征
- 基于层次视野一致性设计，增强多层次特征提取并建立隐式多层次比较，提升单描述子的泛化能力

# 进展4—基于层次描述子的稀疏特征匹配



基于层次视野一致性的多视野描述子：

- 在层次视野一致性监督下，轻量级多视野块挖掘多层次线索，提取多层次特征
- 由粗到精多阶段特征描述，充分利用多层次特征

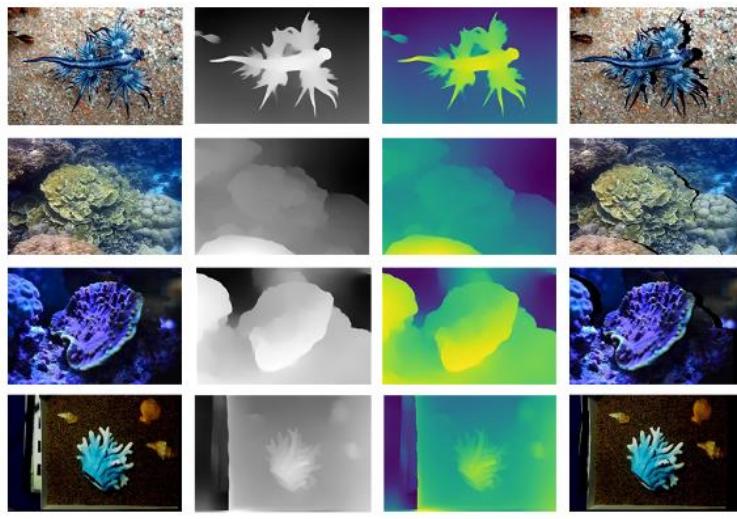
# 进展5-大规模水下双目立体数据库构建

- 水下双目数据（合成）

## 实验流程：

1. 单张水下图像的深度估计；
2. 深度图转换为视差图；
3. 根据视差图转换得到右图；

## 结果展示：



- 水下双目数据（拍摄）

## 实验环境：



## 结果展示：



左目图像

右目图像

## 物体种类：

- 龙虾、河豚、螃蟹；
- 海星、鱼、寄居蟹；
- 珊瑚、海螺、岩石；



视差图



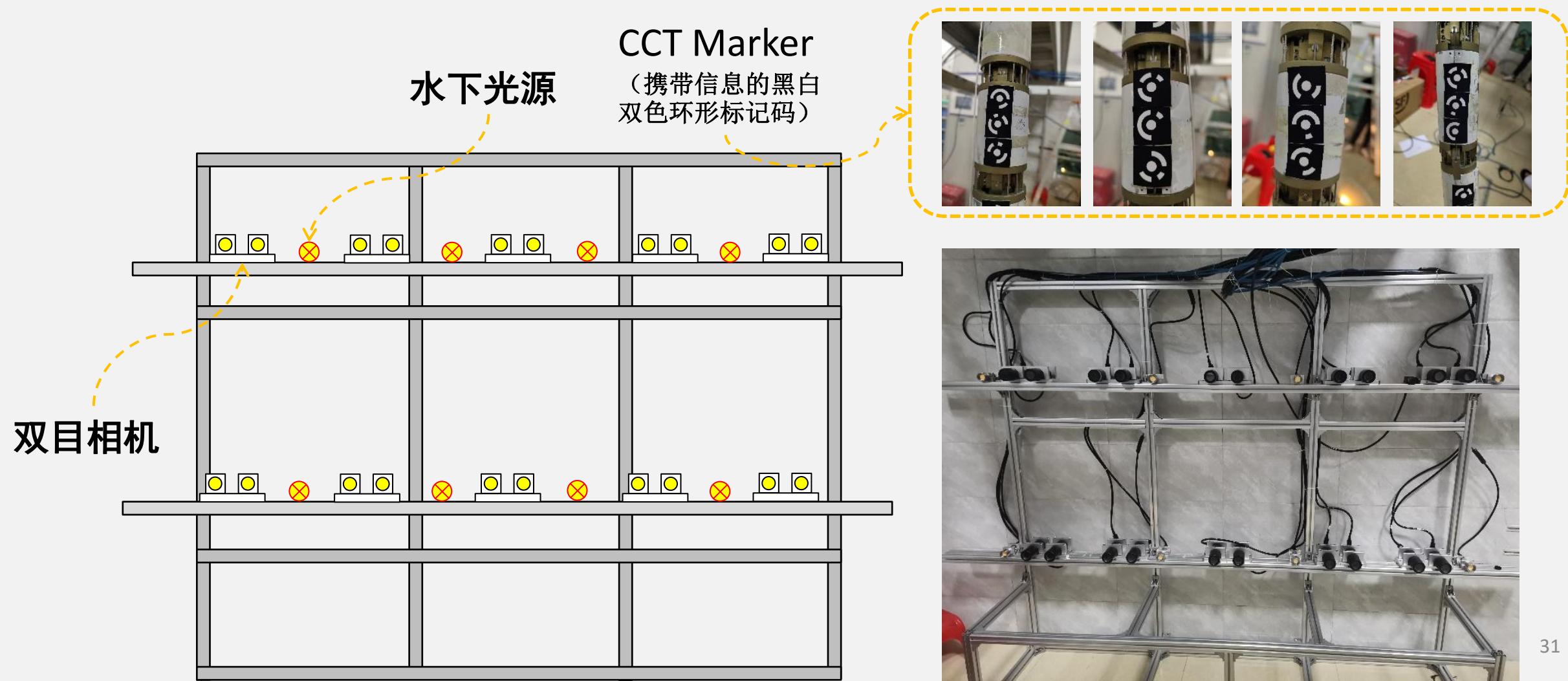
点云

## 深度范围：

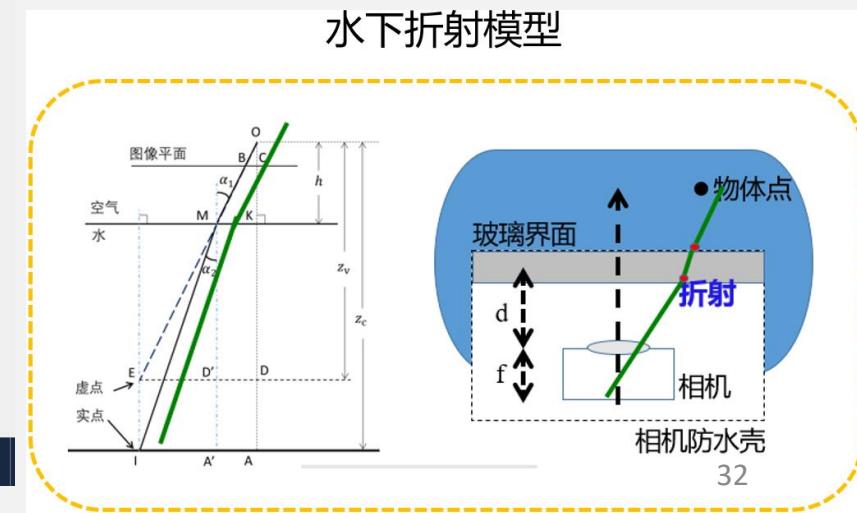
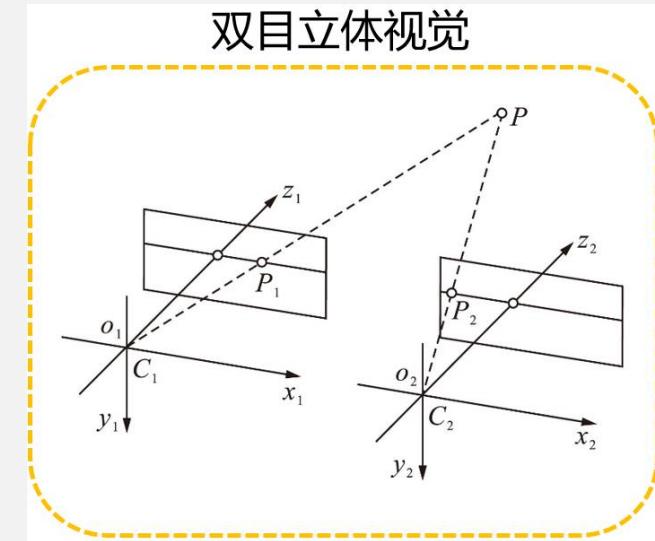
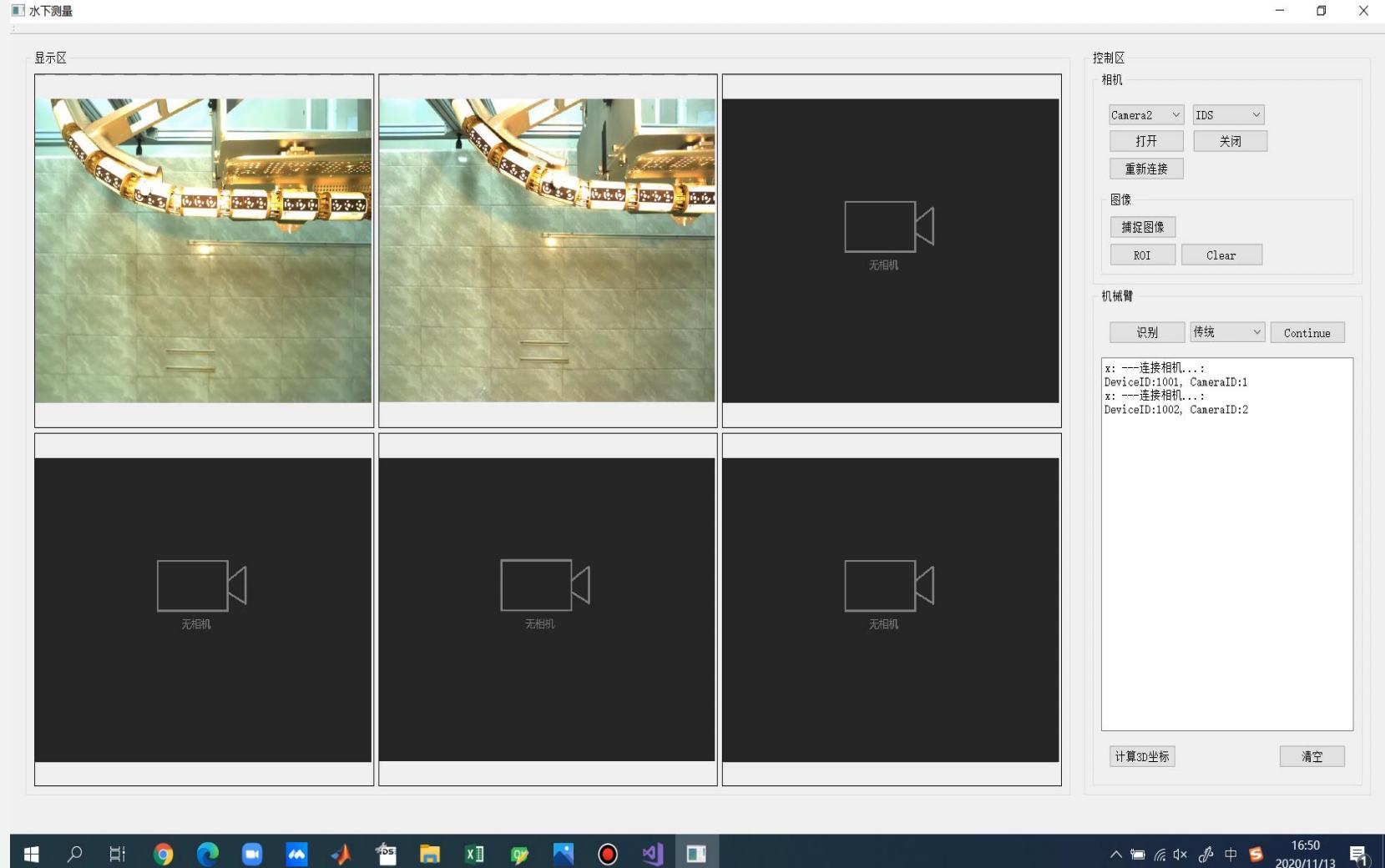
40cm、60cm、70cm

# 应用拓展1-水下运动捕捉系统研发

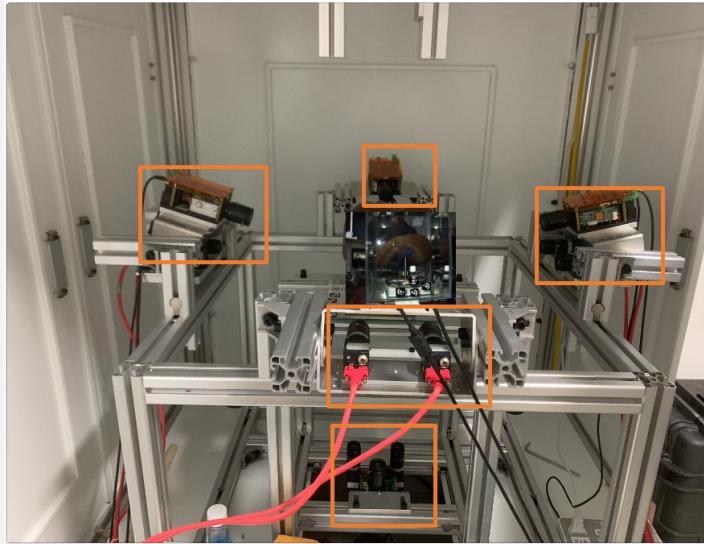
- 水下机械臂多关节定位



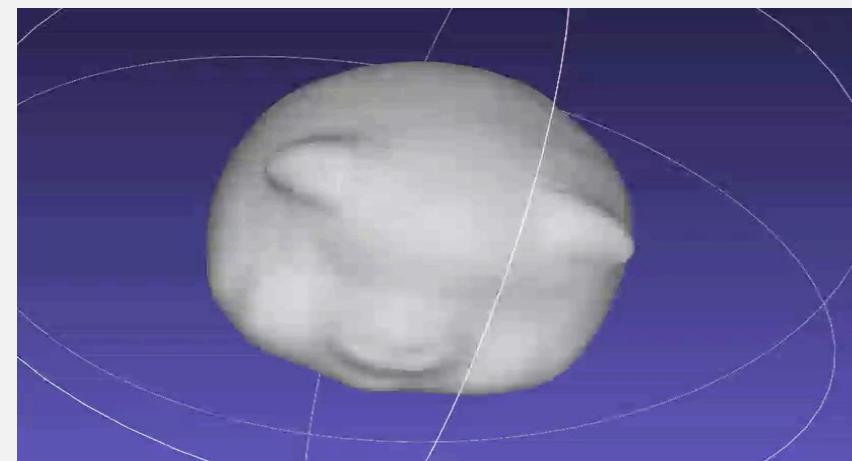
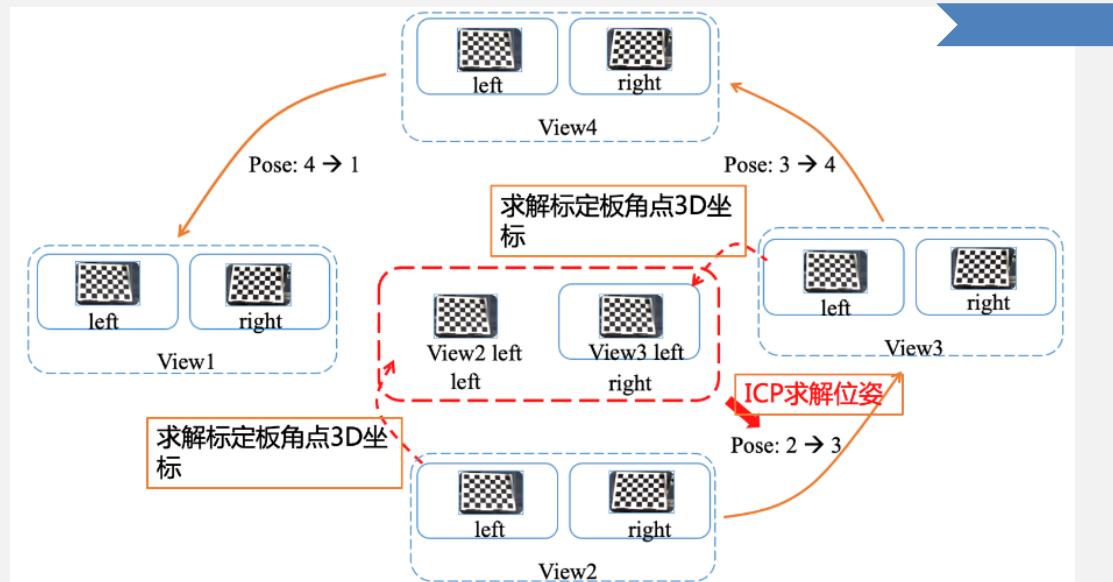
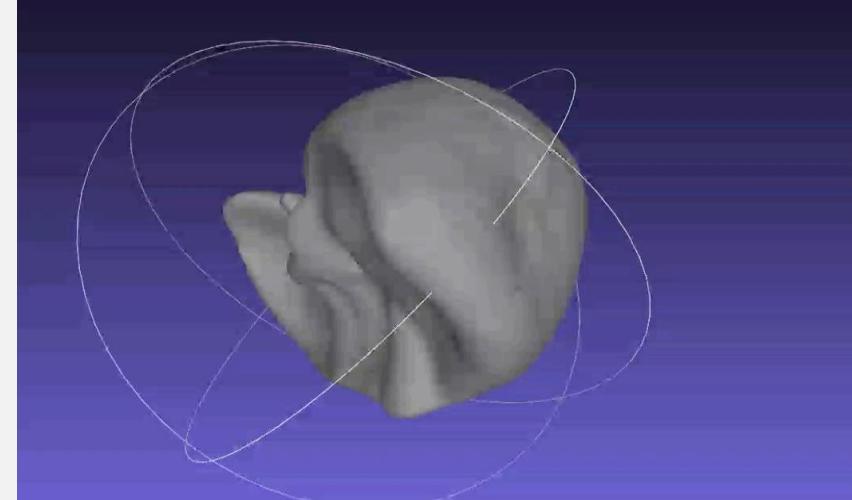
# 应用拓展1-水下运动捕捉系统研发



# 应用拓展2-水下双目结构光三维重建系统

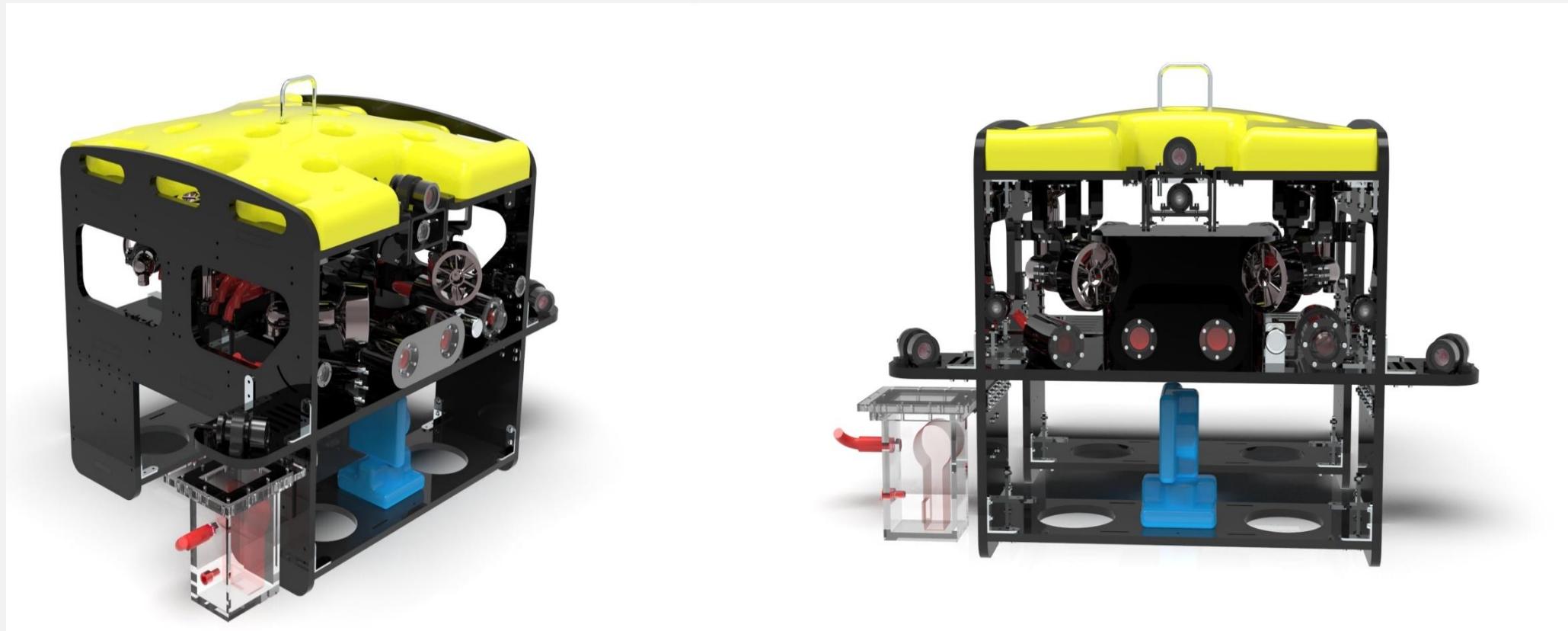


泊松重建

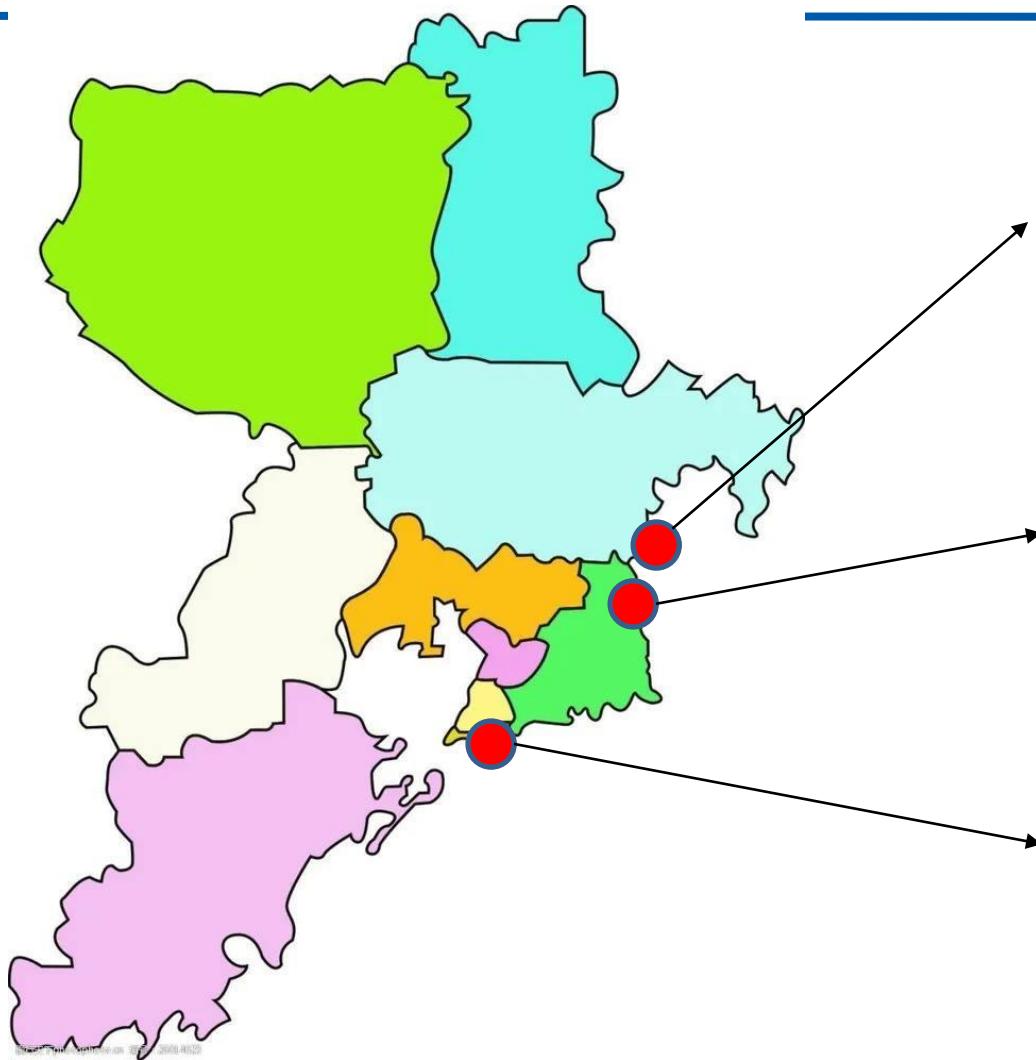


## 应用拓展3-水下机器人研发

- 新一代的水下机器人可定深，可横移，能够实现水下目标物体三维重建。搭载双目摄像头，全景相机和声呐，具有良好的可扩展性。



## 实验风采



国家深海基地，便携水下重建设设备以及水下机器人三维重建，还进行了路径导航的初步测试

港东码头，水下机器人海试

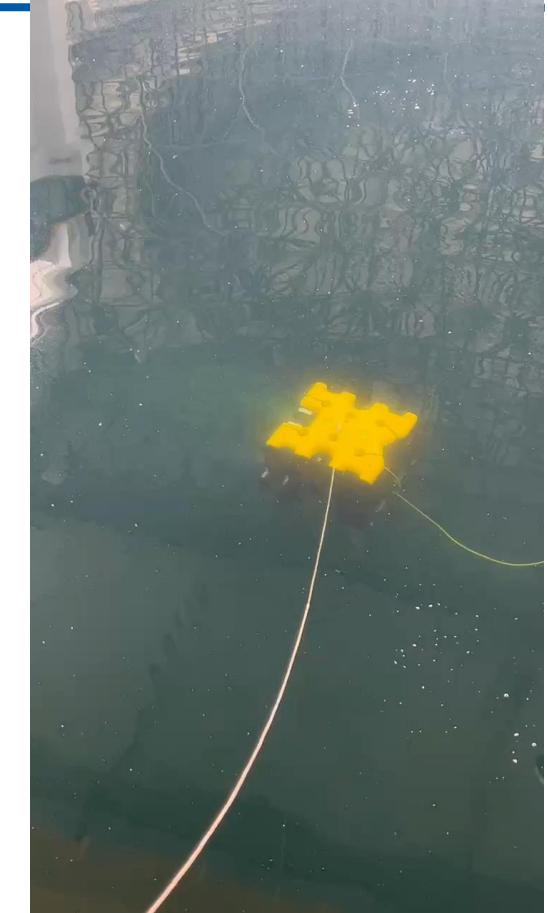
奥帆基地，东方红2号，  
东方红3号

# 深海基地

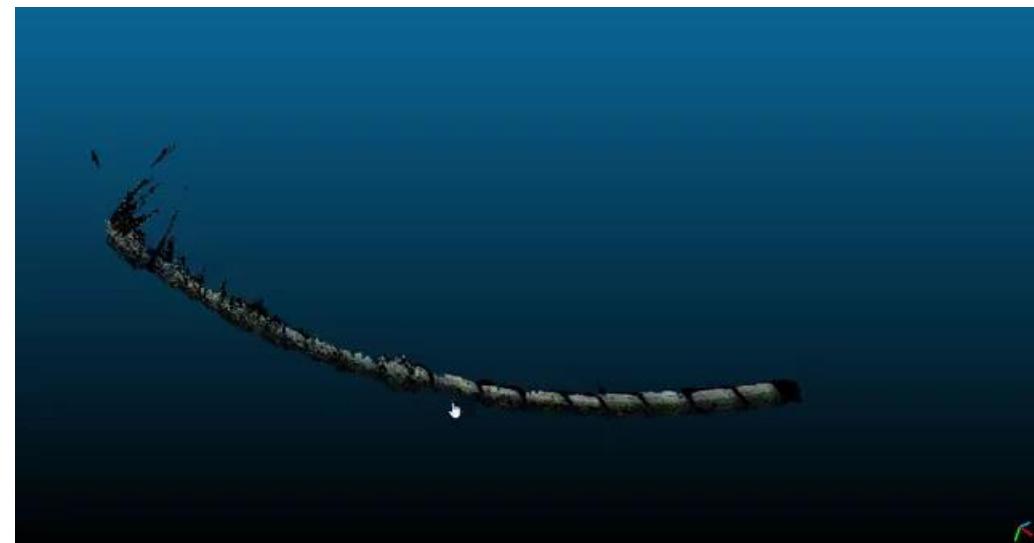
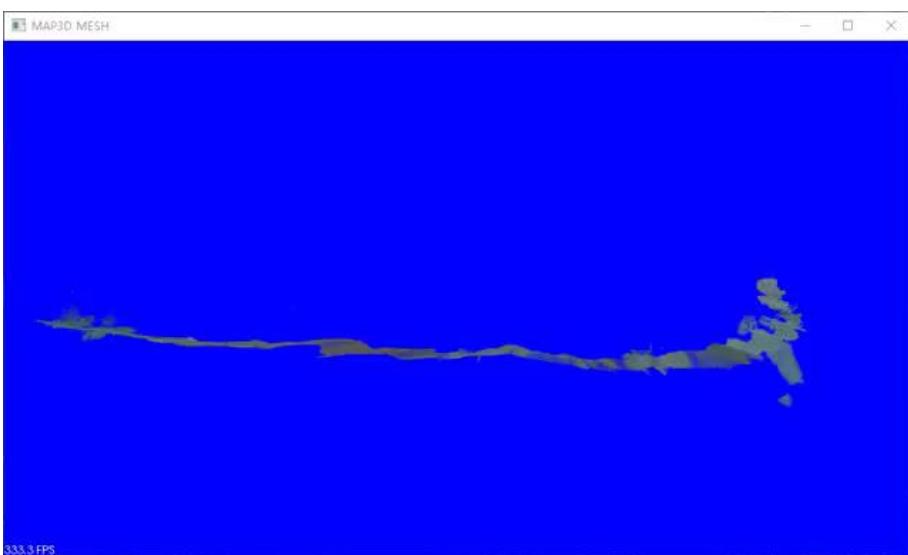


上方是“海狼号”挂载便携水下重建设备进行重建实验。

右侧是新机器人在深海基地的运行测试。



# 奥帆基地



333.3 FPS

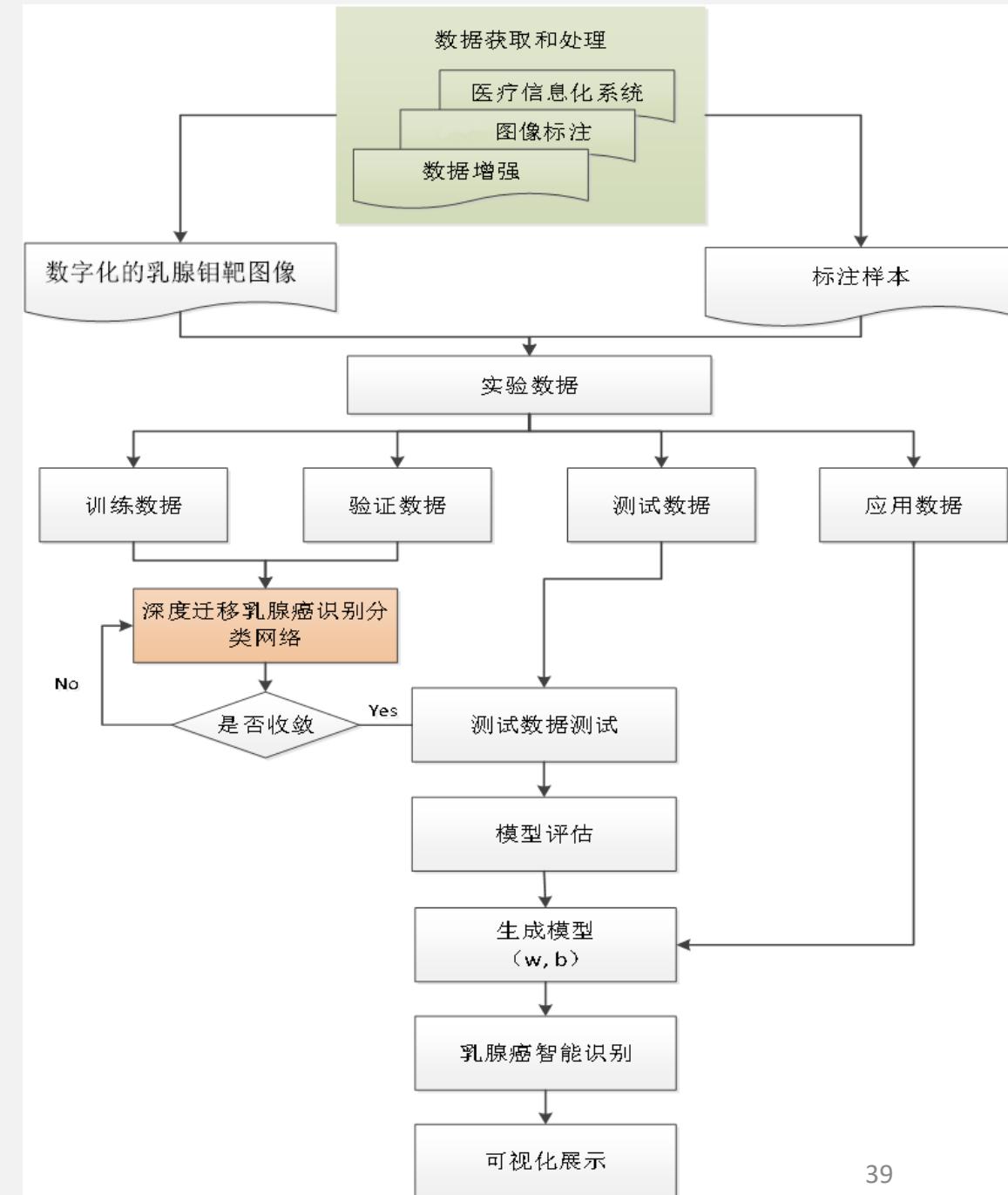
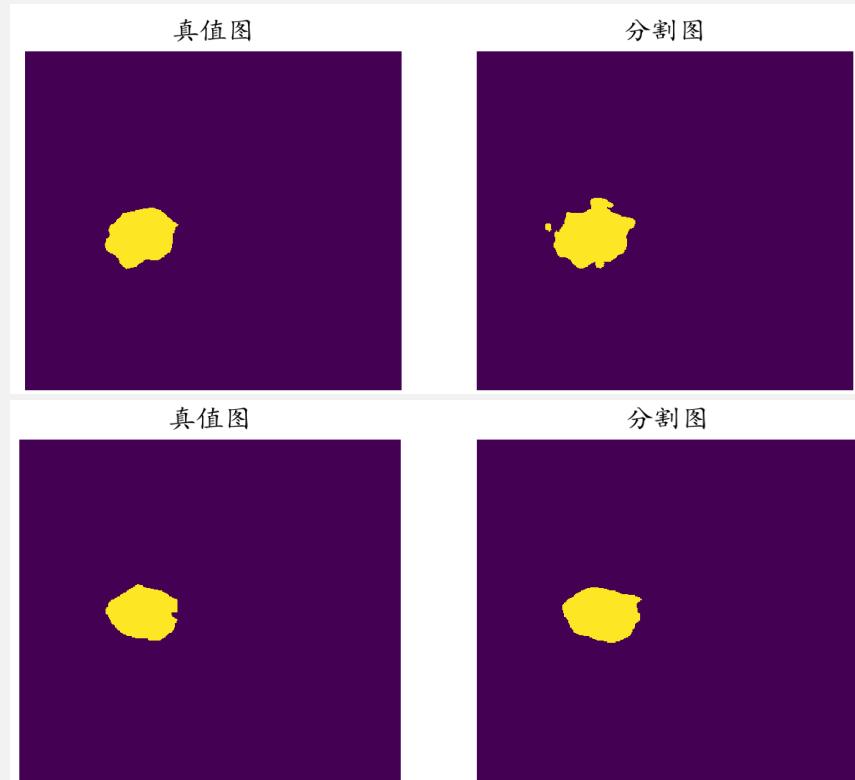


# 中国海洋大学

## 健康类 -- 医学图像、交互机器人

# 钼靶影像高效智能诊断系统的研究

- 与青岛市第六人民医院合作
- 研究内容：利用深度学习对**钼靶细胞**或**乳腺切片图像**进行病理学自动分类



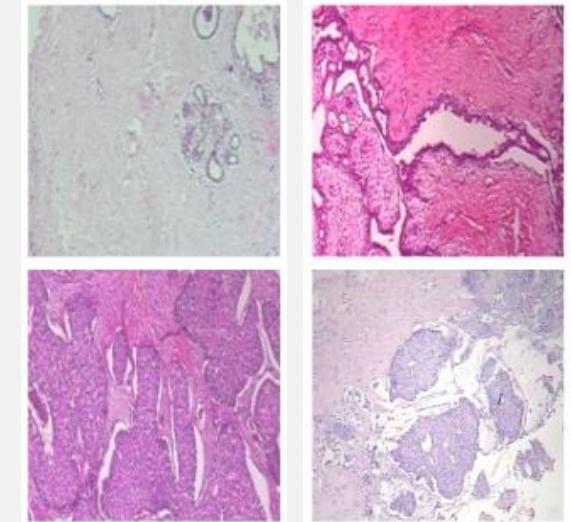
# 乳腺组织病理图像分类的研究

## ●研究内容

基于Swin Transformer、MixFormer等深度学习模型，通过设计算法、优化模型等策略，使用数据增强、染色校正等方法，提升乳腺癌肿瘤组织病理图像的**8分类准确率**等指标，并基于改进的模型开发**乳腺癌病理图像诊断系统**，为**计算机辅助医学临床诊断**提供有力支撑。

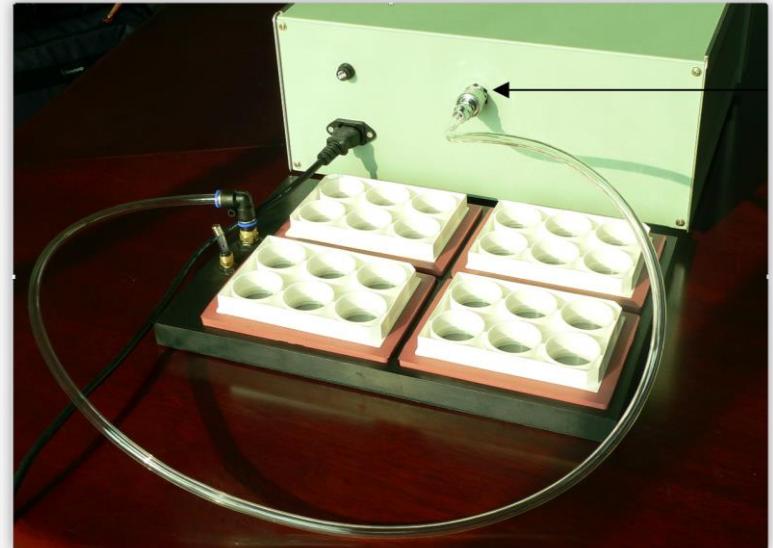
## ●研究进展

通过改进网络结构，加入数据增强和染色校正的处理，可以达到**93.42%**的准确率，下一步计划主要在网络结构方面加以改进，并探索更适合当前病理数据集的染色校正方法。



# 细胞加力仪-与青岛大学附属医院合作

- 介绍：一种给体外培养的细胞施加机械应力的加载装置
- 现状：目前第V1.0和V1.1两个版本已被医院用于平时的细胞研究工作；
- 创新：其中开发的自适应控制调节算法，可以有效去除噪音的影响，减少细胞死亡；
- 应用：低成本、操作简单易用、精确度高。
- 正在进行：即将增加正压模块

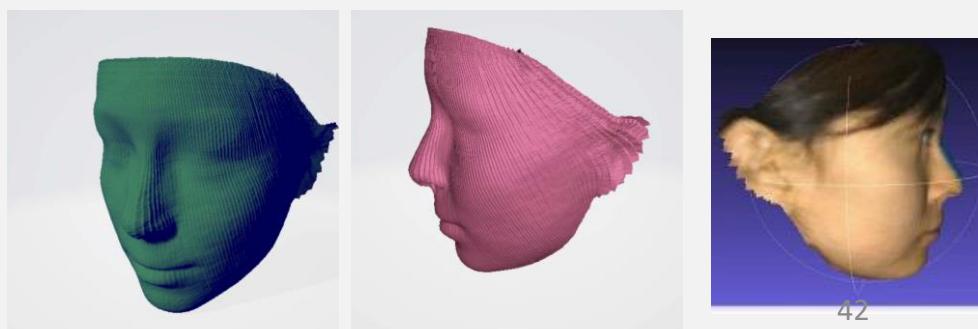
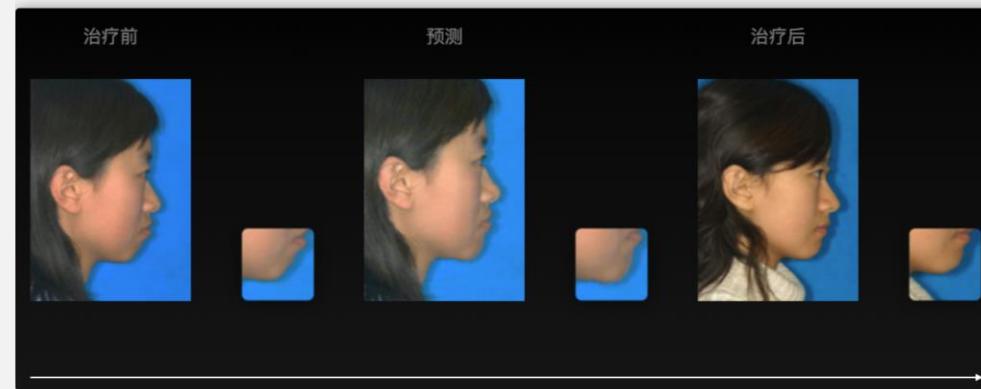
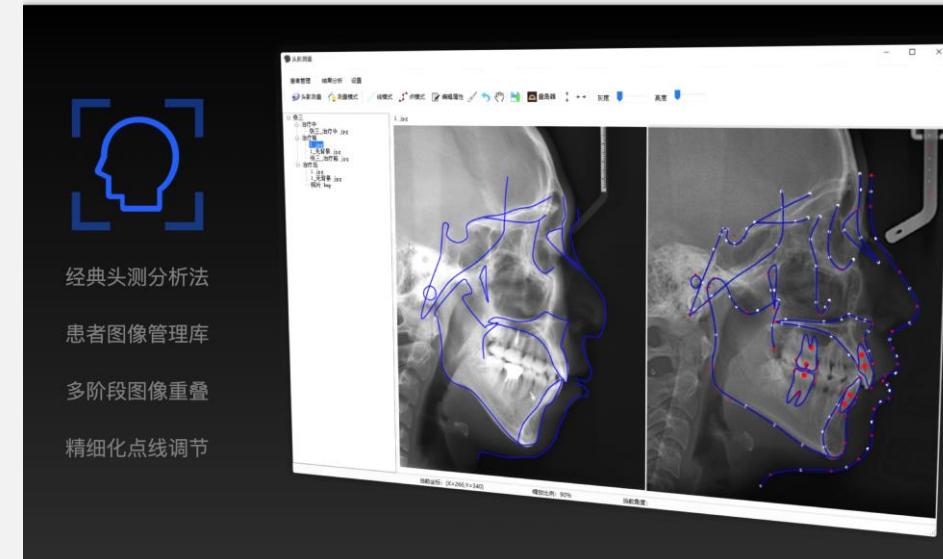


# 口腔正畸治疗对患者容貌的术后预测

■ 通过算法和可视化软件预测正畸后患者的容貌

■ 算法说明：主要包括五个部分

- 头影测量关键点提取
- 软件设计与实现
- VTO方法
- 侧脸改变对正脸影响的研究
- 以及通过多幅图像生成人脸三维模型



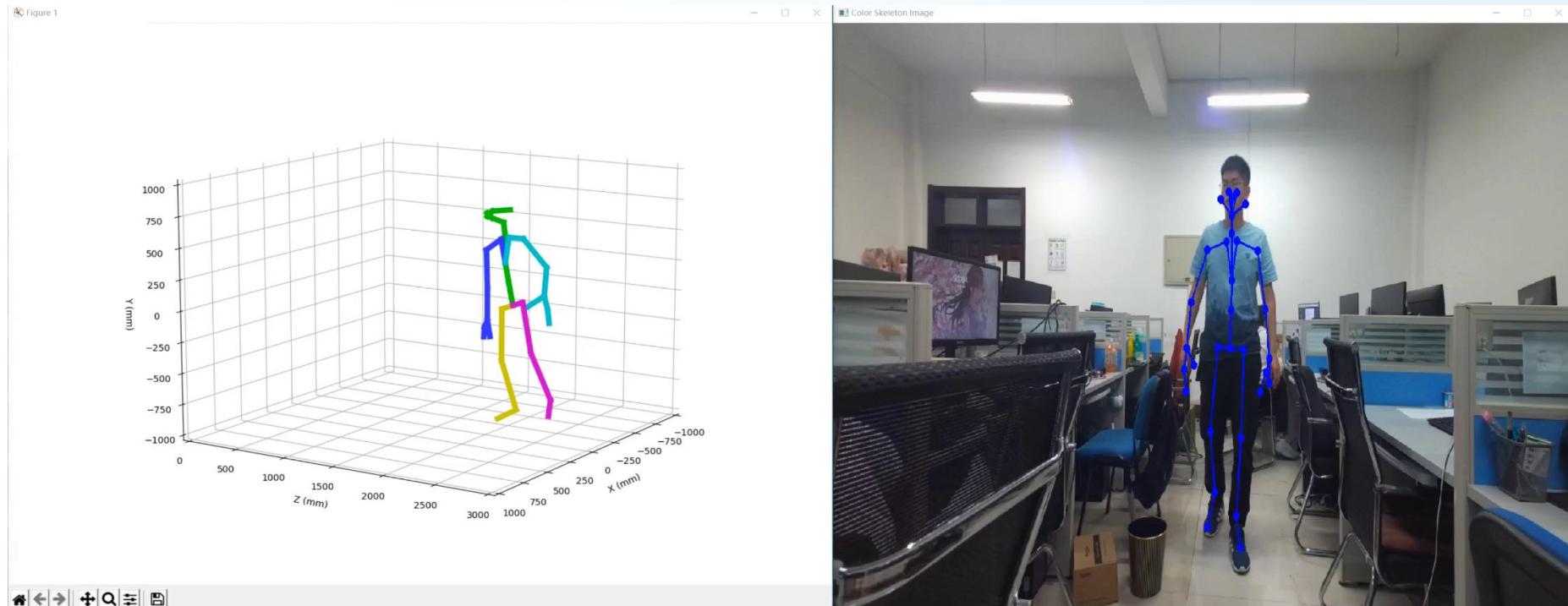


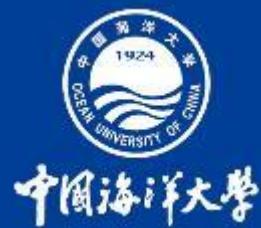
中国海洋大学



# 1-实时三维人体关键点估计

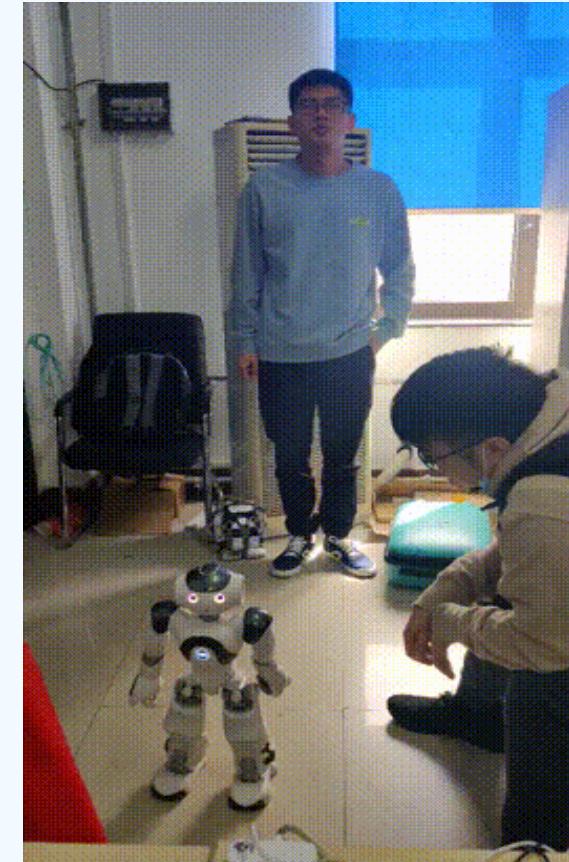
相比于普通相机，深度相机可以提供更精准的绝对距离度量。我们借助深度相机捕获深度图像，同时融合RGB图像，利用深度神经网络，实现了**准确的实时三维人体关键点(骨架)检测**。该项工作对于行为识别、动作检测和步态检测及度量等下游任务提供了人体骨架知识。





## 2-实时动作模仿

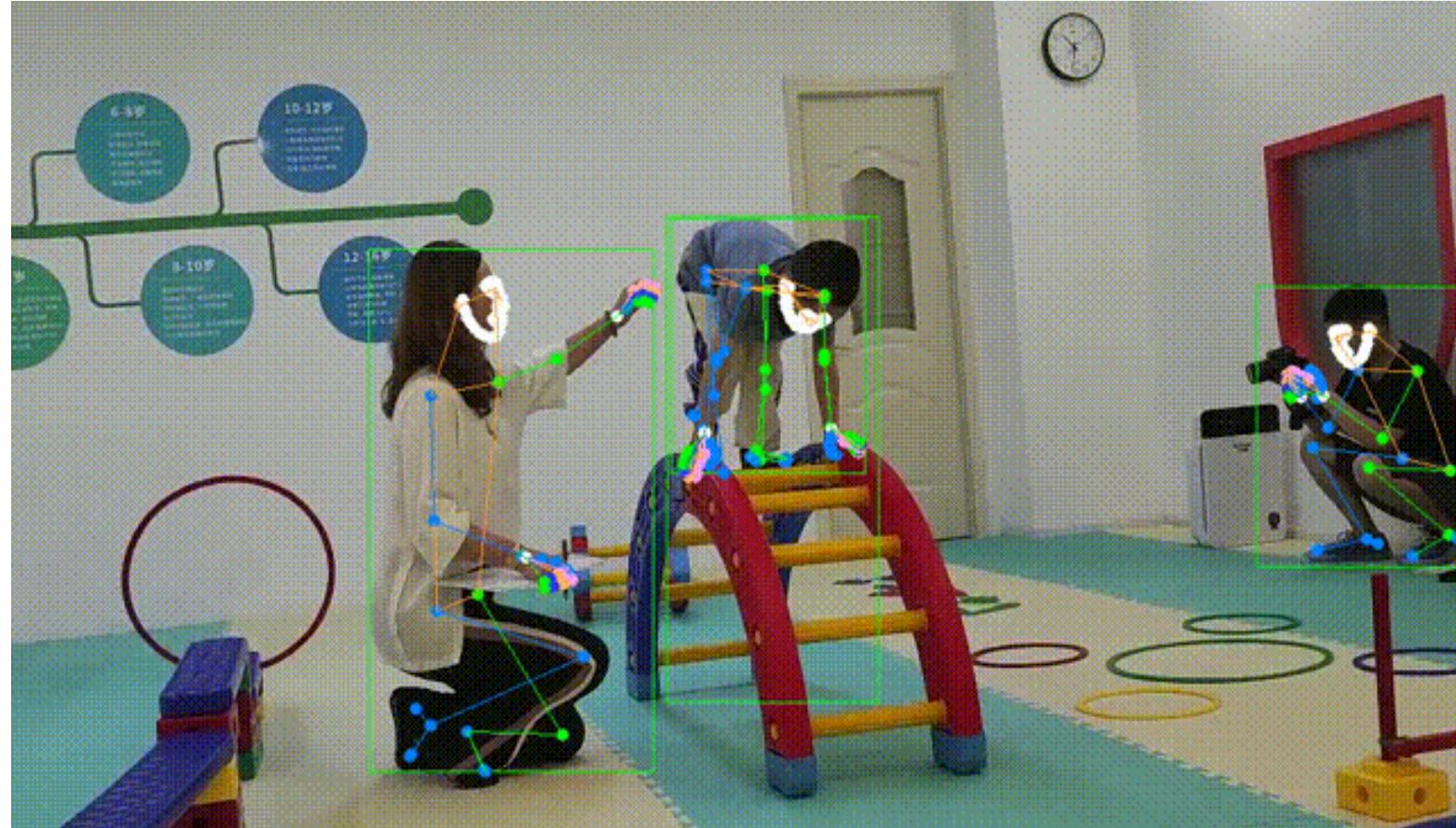
人机交互是计算机视觉应用的一个重要方向。我们借助相机传感器，结合人体姿态估计算法，计算人与机器人之间的关节对应关系，并利用逆运动学的知识，实现了实时的动作模仿。下方展示了在正常室内环境下的测试结果。





### 3-基于视频流的人体姿态估计

通过对图像或视频中的人进行姿态估计，能够捕获关键点、追踪人体的骨架，为  
人机相互、行为检测和实时监护提供更多的参考信息。下图为多人复杂场景下的二维  
人体姿态估计。

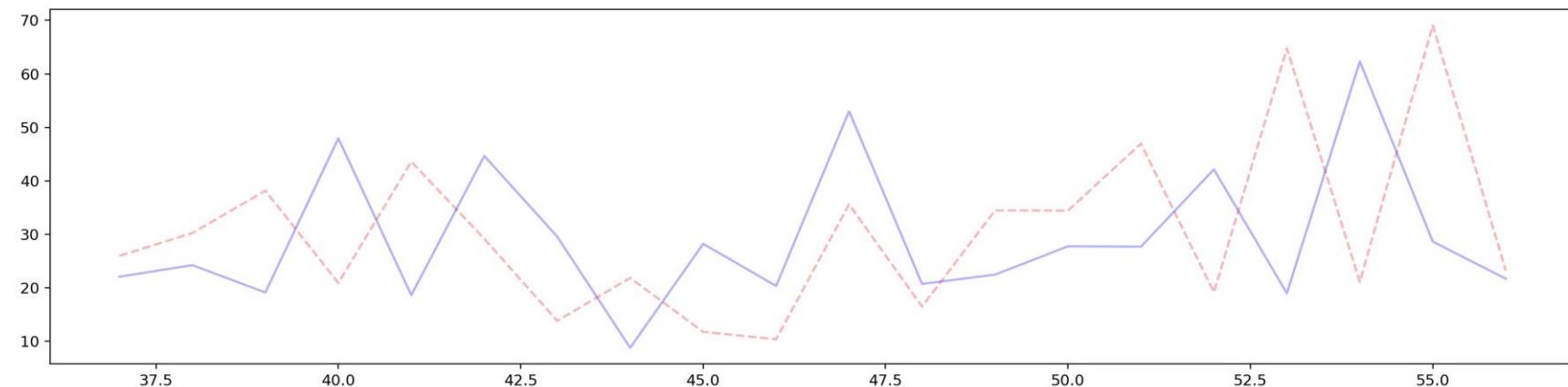
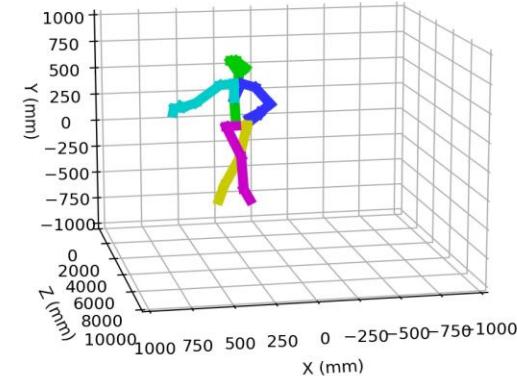
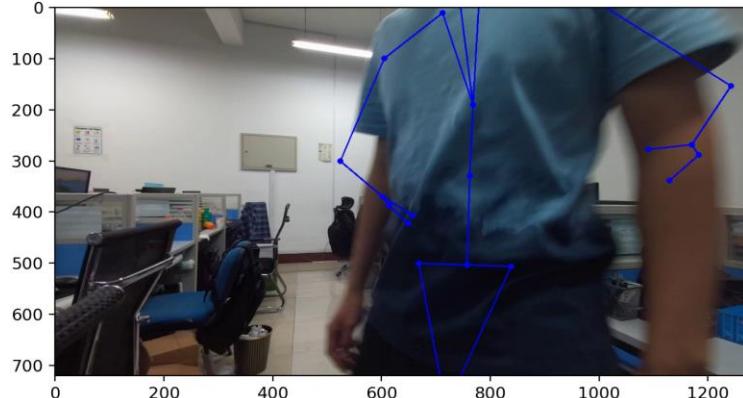


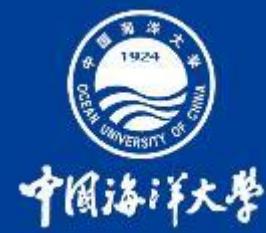


中国海洋大学

## 4-多模态融合的实时步态测量与估计

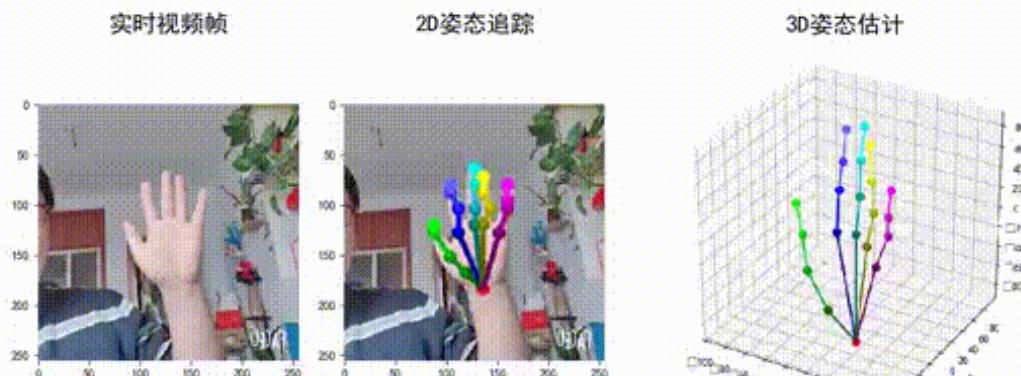
下面展示了基于多模态融合的**实时步态测量与估计系统**简单Demo



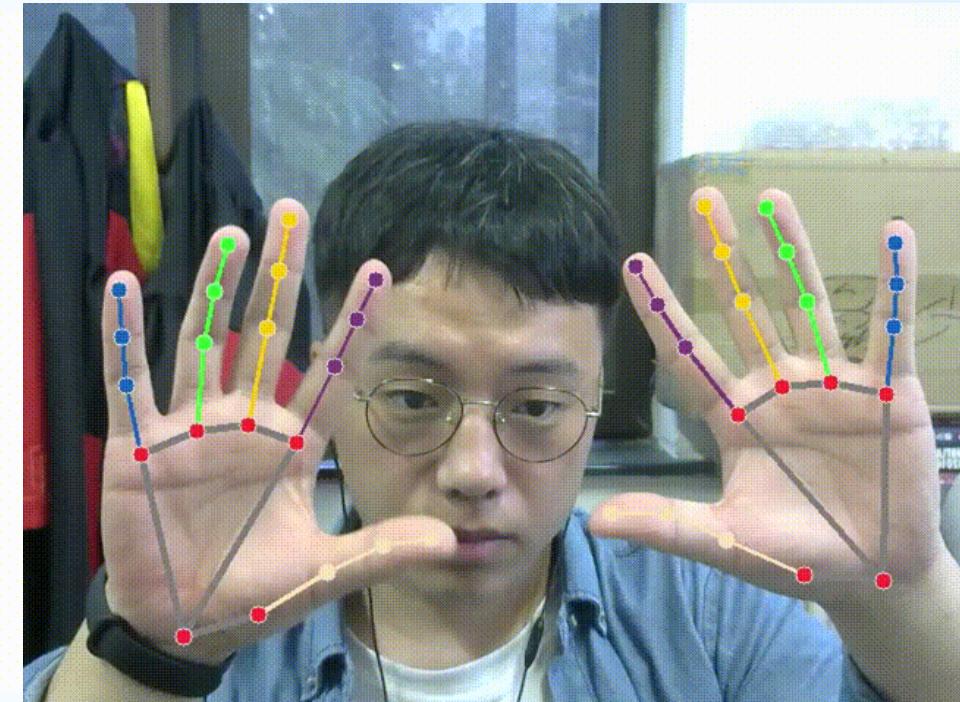


## 5-三维手部姿态估计

近年来，手部姿态估计成为计算机视觉的热门研究方向，该技术在虚拟现实、手语翻译、人机交互和控制领域都有着广阔的应用前景。基于我们设计的算法，可以从普通的单目相机中捕获准确的**三维手部姿态**。下面展示了在家居室内环境下的真实测试结果。



实时三维手部姿态追踪



实时二维手部姿态追踪



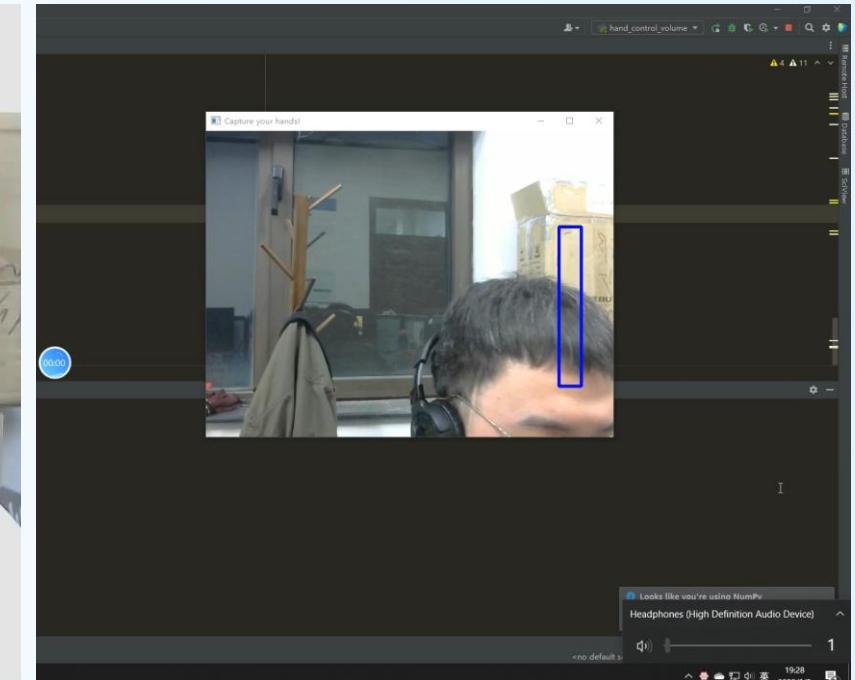
中国海洋大学



下面展示了“虚空写字”和“控制计算机”的简单功能。



虚空写字



手势控制计算机音量



中国海洋大学



## 5-基于视线估计技术的儿童注意力观测

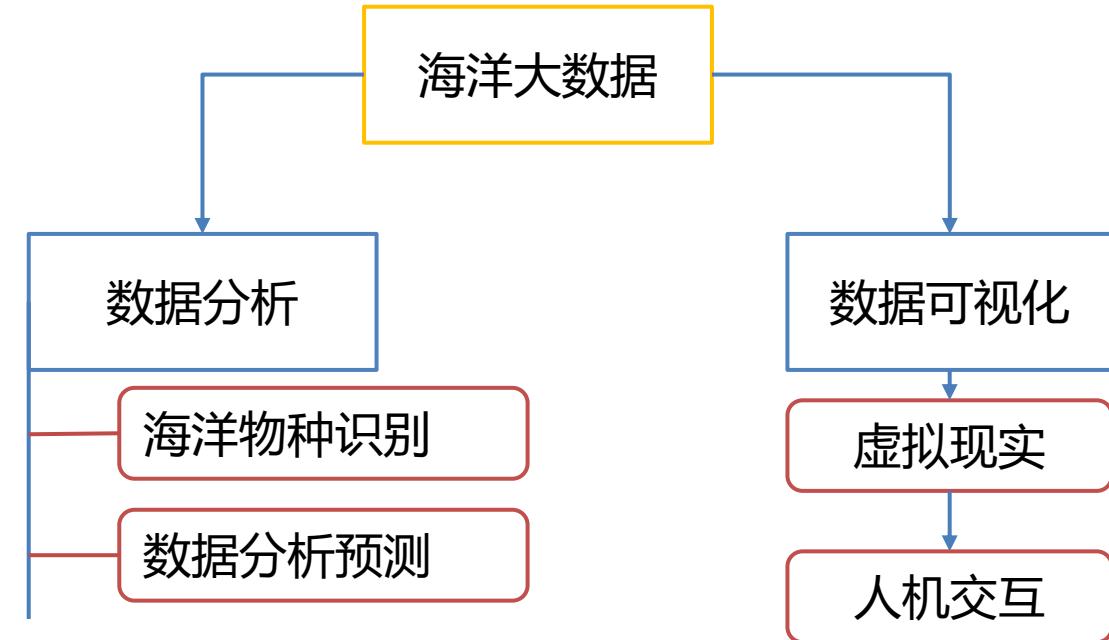
下面展示了基于**视线估计技术**的儿童注意力观测，能够实时捕获儿童的注意力方向。





## 海洋大数据/ 数据可视化研究组

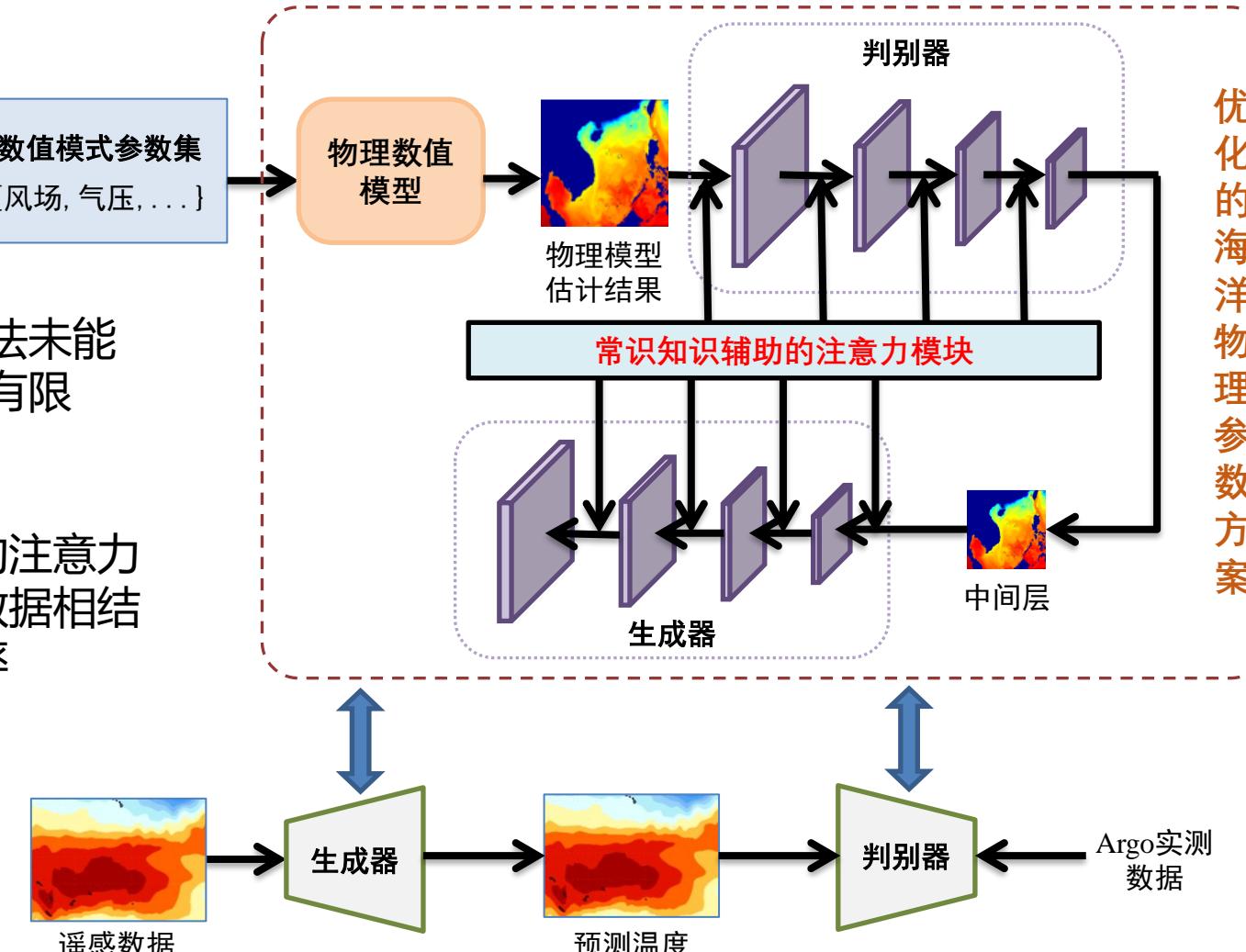
1. 海洋大数据分析
2. 数据可视化研究



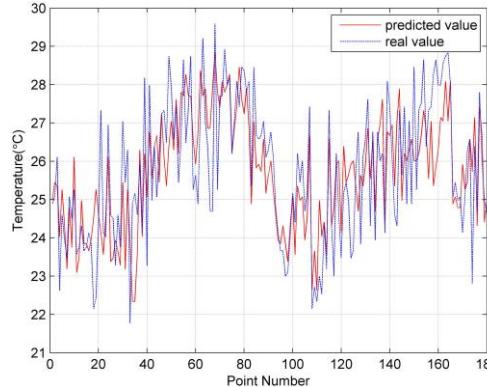
Physics-Guided Generative Adversarial Networks for Sea Subsurface Temperature Prediction,"  
IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (In Press and Accepted)

**关键问题:** 当前海洋温度预测方法未能将物理先验知识相结合, 准确率有限

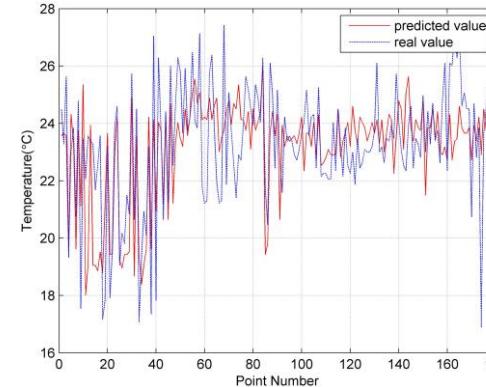
**解决思路:** 利用常识知识辅助的注意力模块, 将物理先验知识与遥感数据相结合, 提高海洋温度预测的准确率



**Physics-Guided Generative Adversarial Networks for Sea Subsurface Temperature Prediction,"  
IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (In Press and Accepted)**



水下50米海洋温度预测值与  
Argo真值的比较



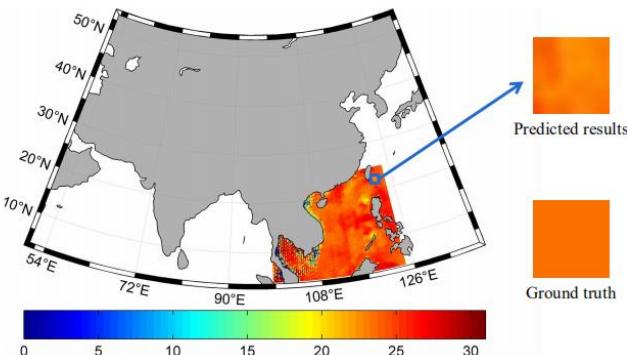
水下100米海洋温度预测值与  
Argo真值的比较

Model	RMSE(°C)		
	50m	100m	150m
Assimilation method	1.4520	1.8201	1.6774
pix2pix	0.9532	1.3265	1.2475
cycleGAN	2.6944	2.4967	2.9574
PGNN	0.9424	1.3950	1.2586
Proposed method	0.9333	1.2931	1.1969

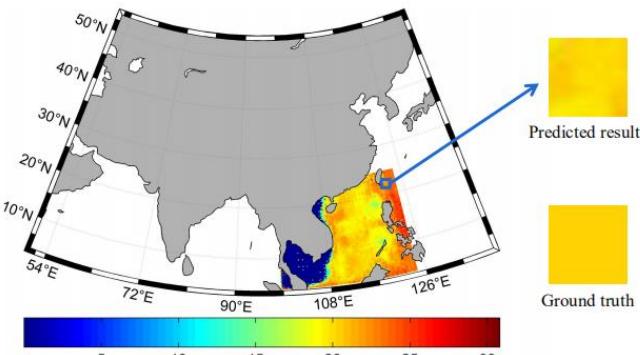
  

Model	$R^2$		
	50m	100m	150m
Assimilation method	-0.4393	-0.2661	0.1938
pix2pix	0.5431	0.3129	0.5410
cycleGAN	-3.2961	-1.6993	-1.4409
PGNN	0.5383	0.0532	0.4541
Proposed method	0.5457	0.3577	0.5885

与当前最好方法的对比



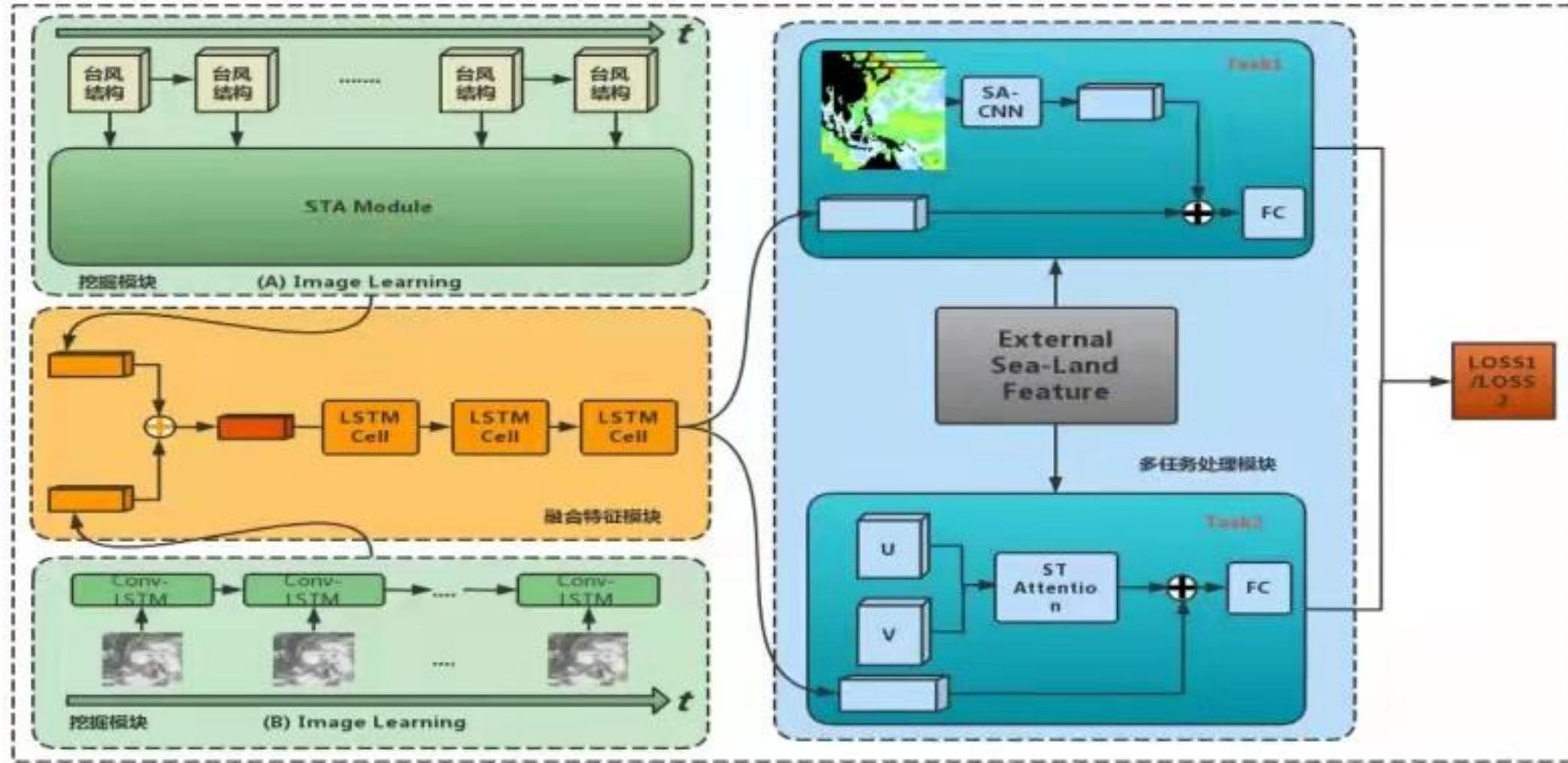
水下50m温度预测的可视化



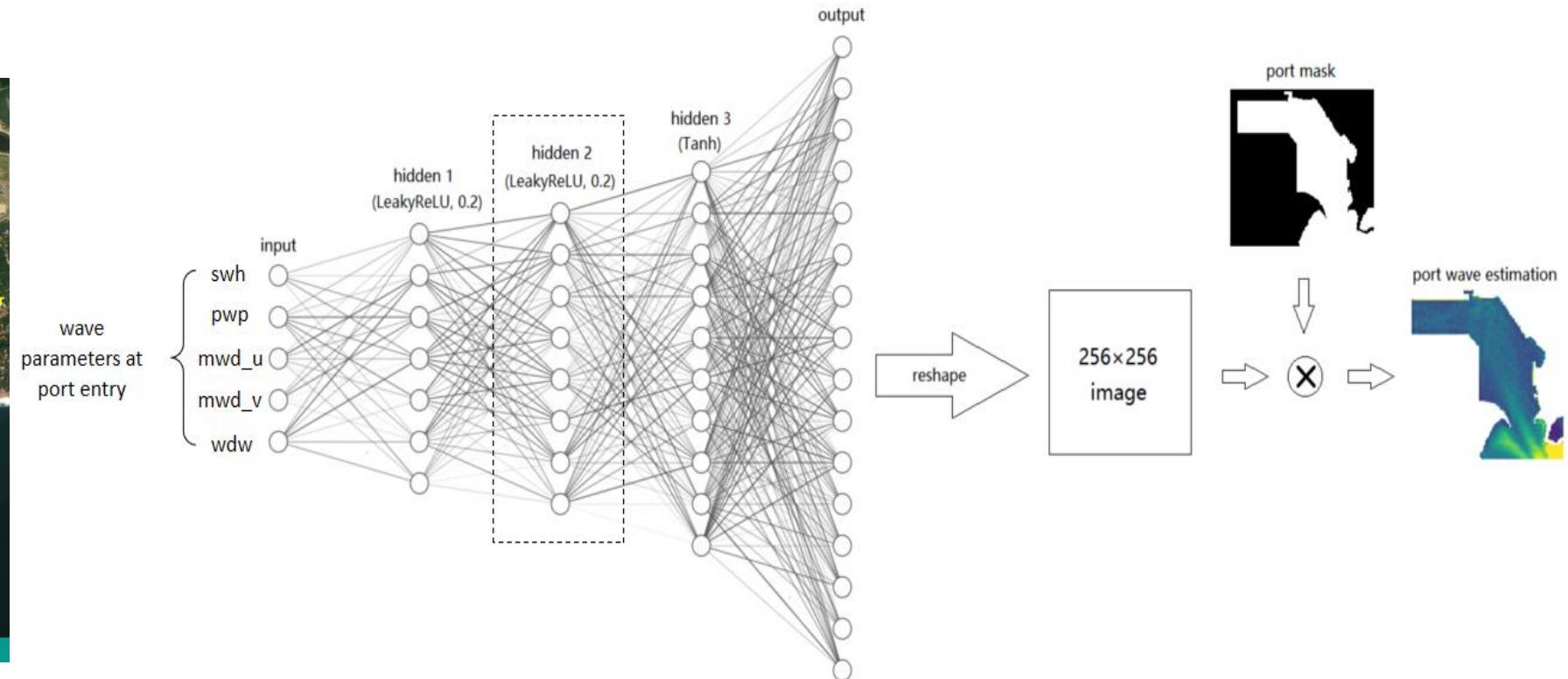
水下100m温度预测的可视化

通过融合海洋物理先验知识，显著提高了海洋温度预测的准确率

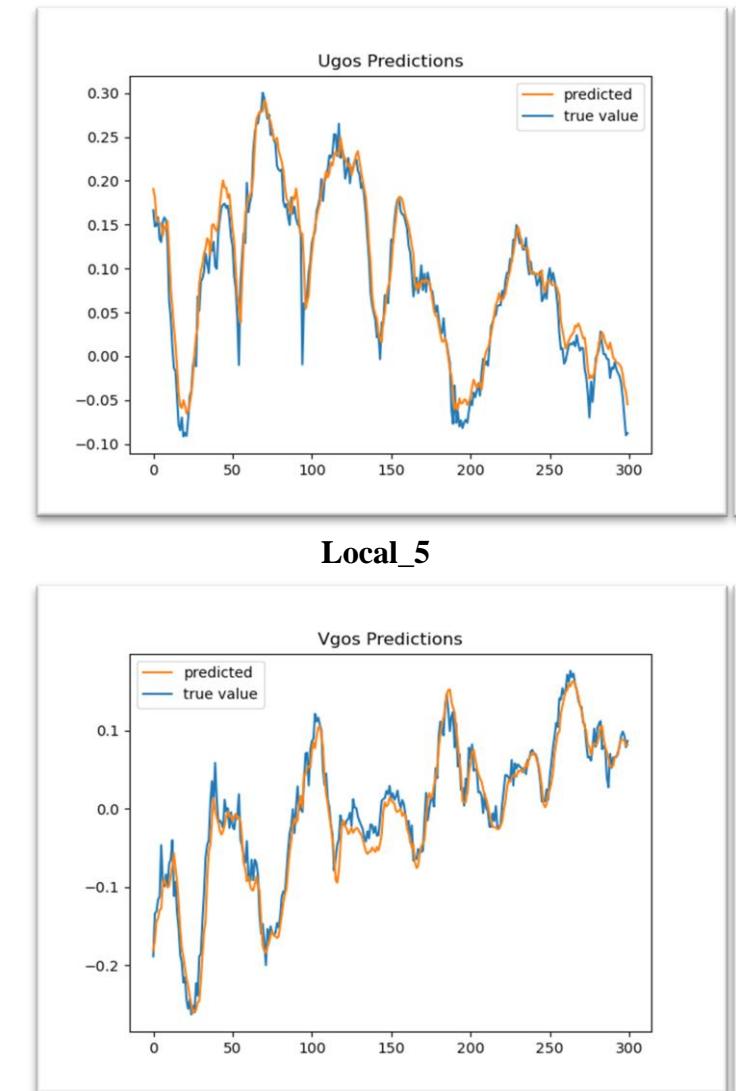
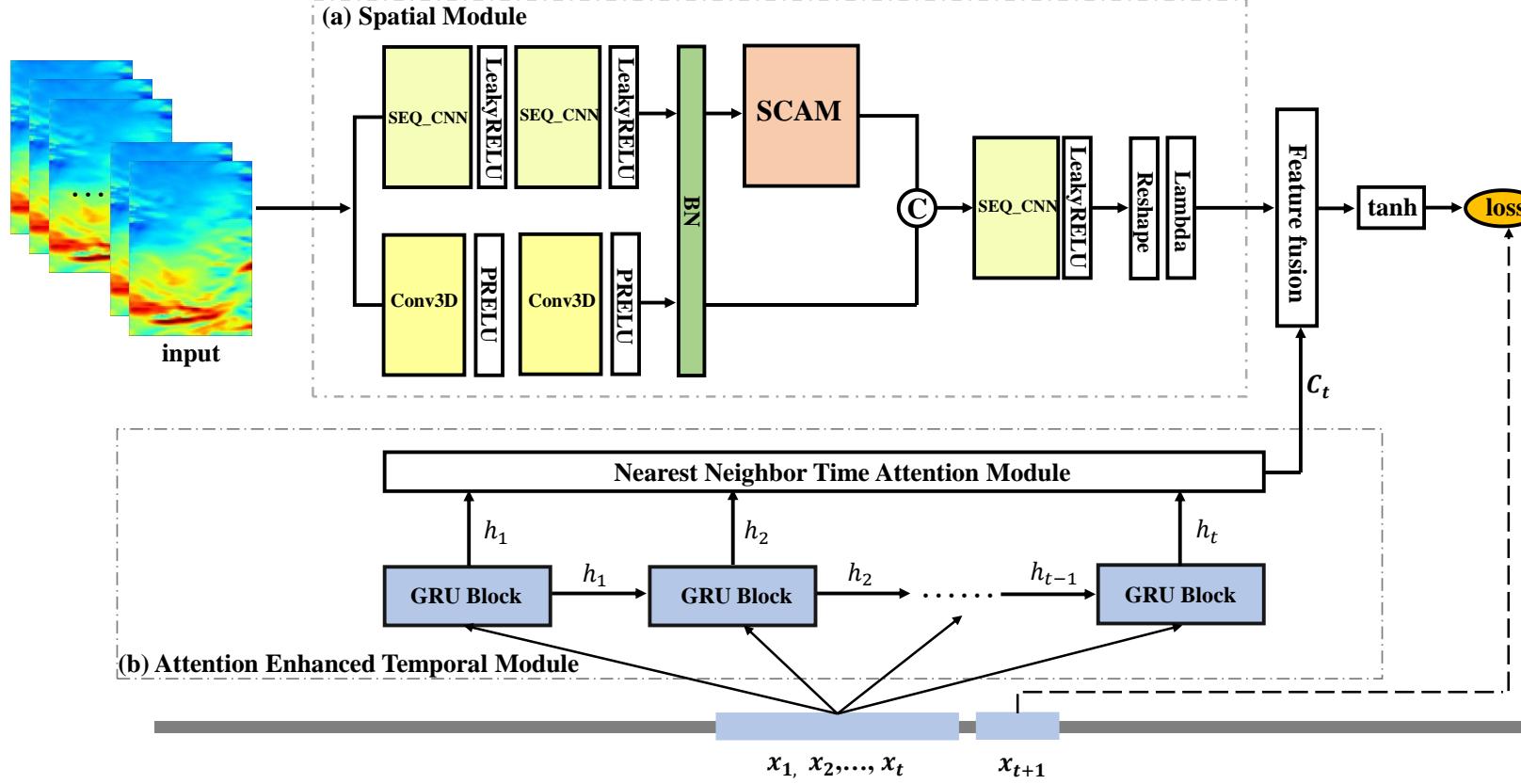
## 分析2-台风轨迹预测和强度预测



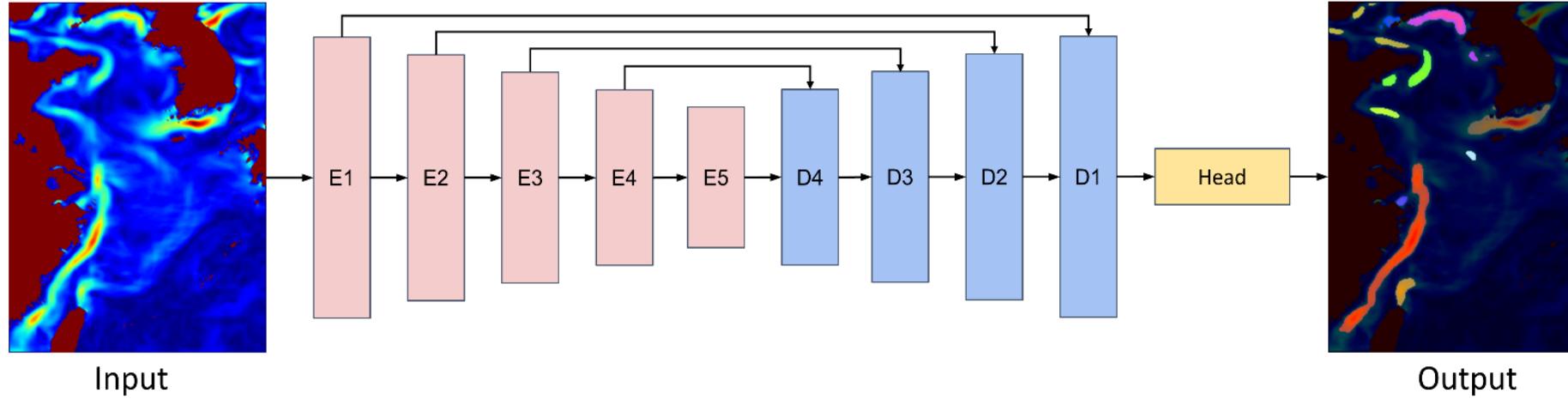
# 分析3-港口波浪预测



# 分析4-海表洋流时空预测

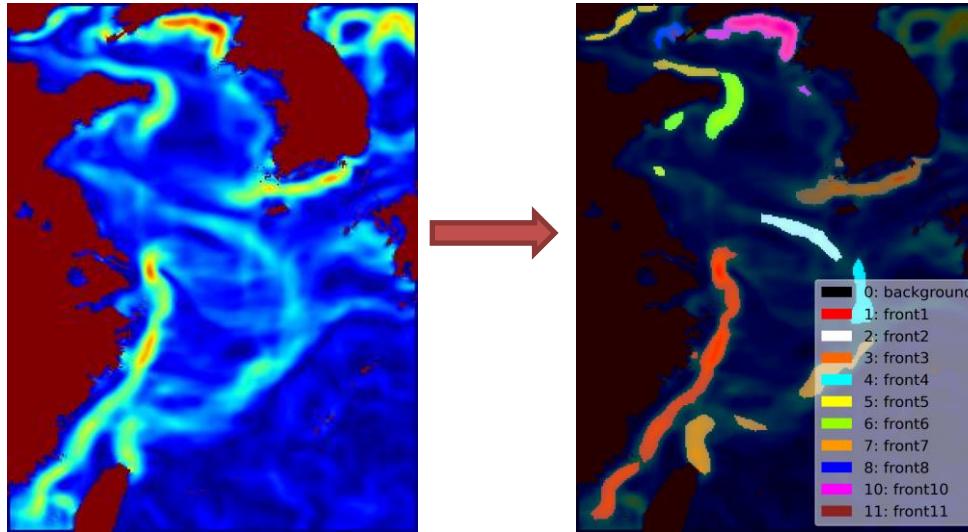


## 分析5-海洋锋多分类检测

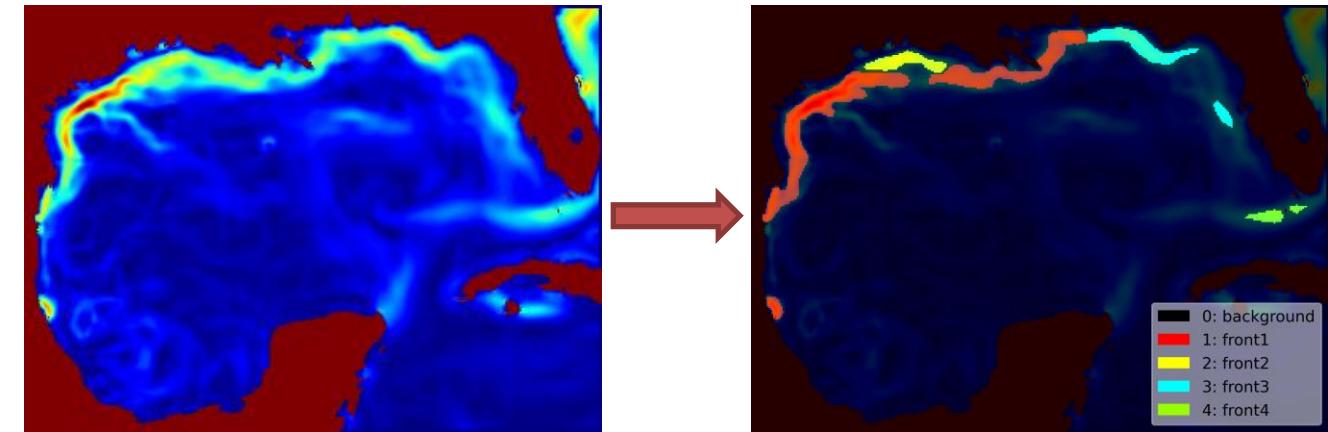


Input

Output



中国近海



墨西哥湾

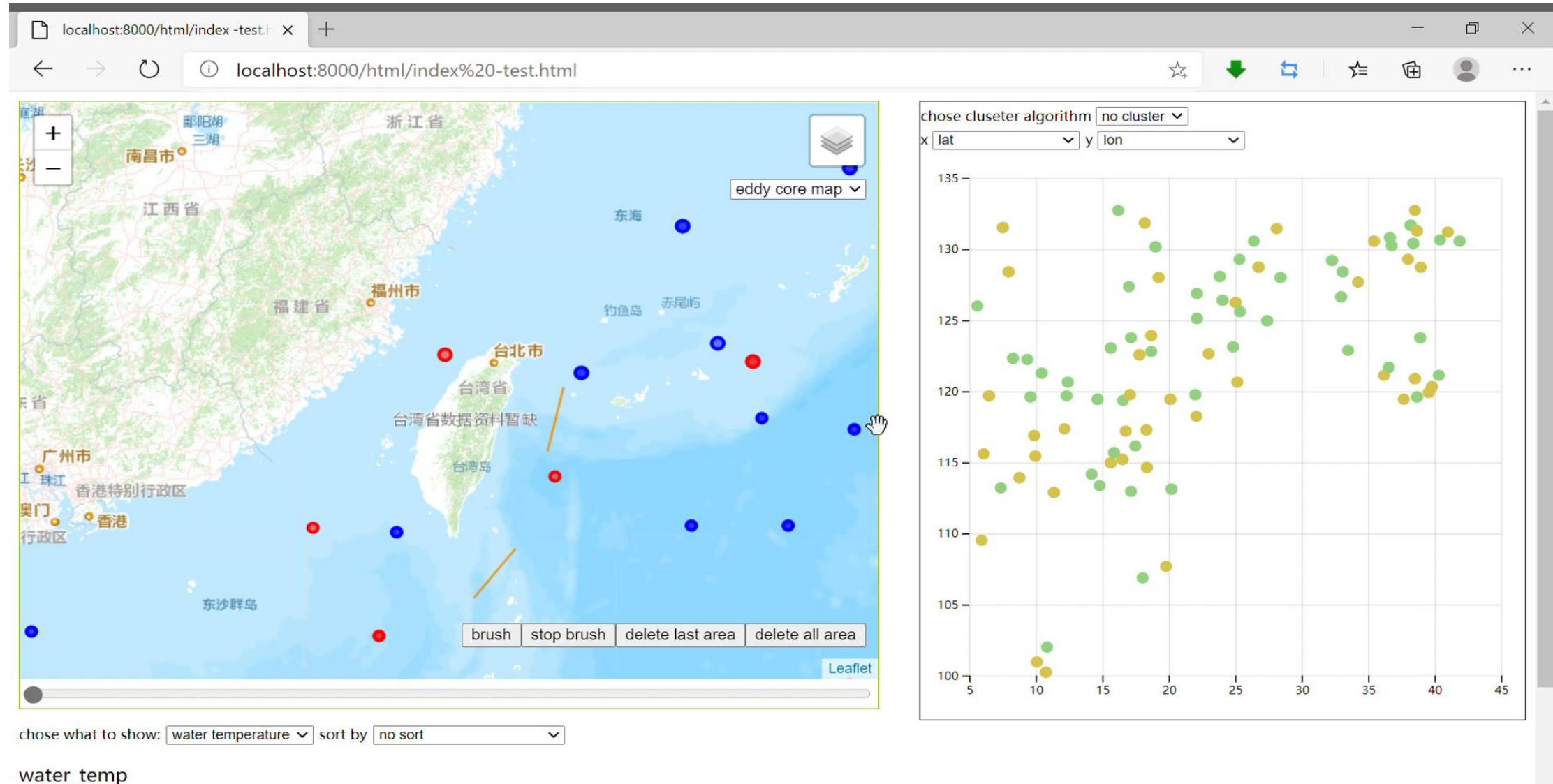
C. Xie, H. Guo and J. Dong, "LSENet: Location and Seasonality Enhanced Network for Multiclass Ocean Front Detection," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 60, pp. 1-9, 2022, Art no. 4207609, doi: 10.1109/TGRS.2022.3176635.

# 可视化1-海洋碳汇可视分析

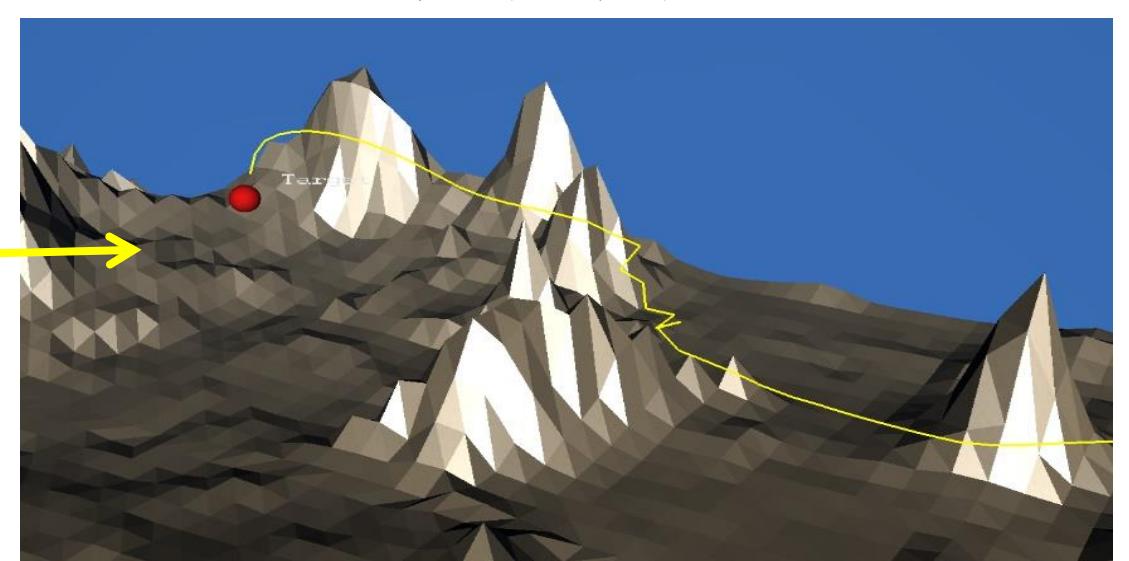
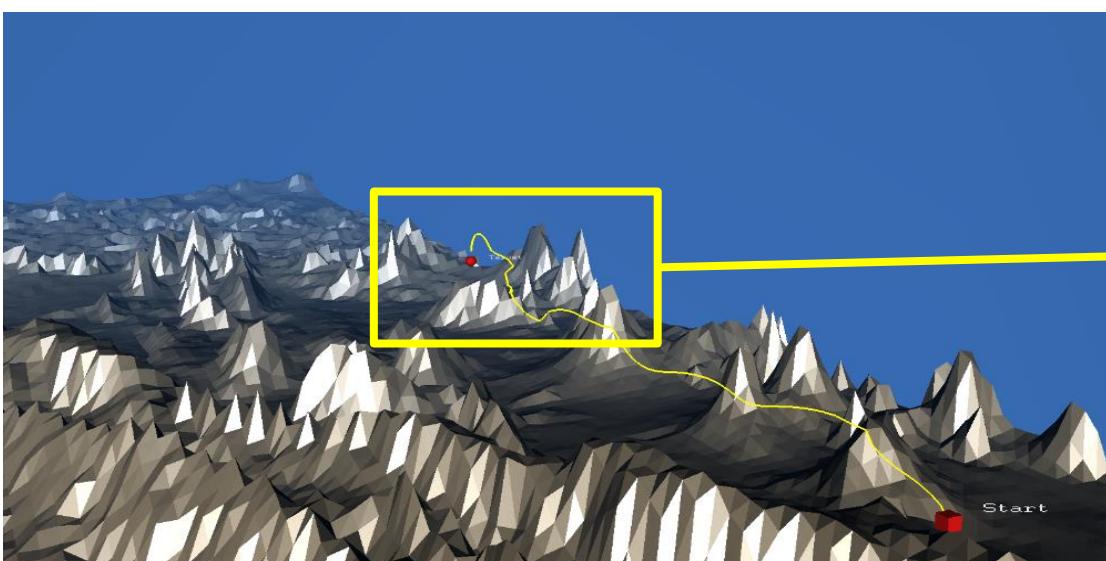
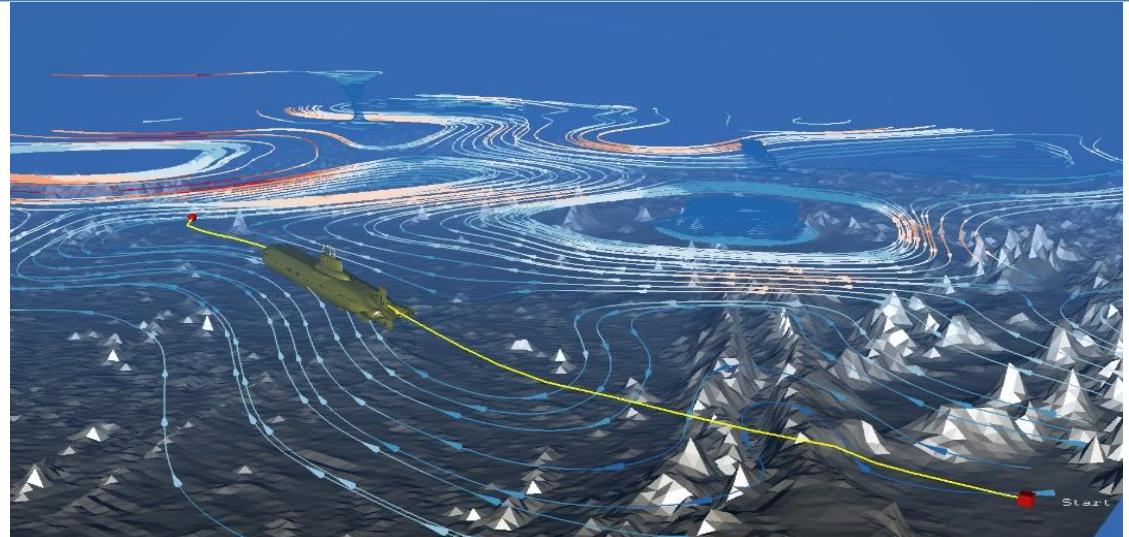
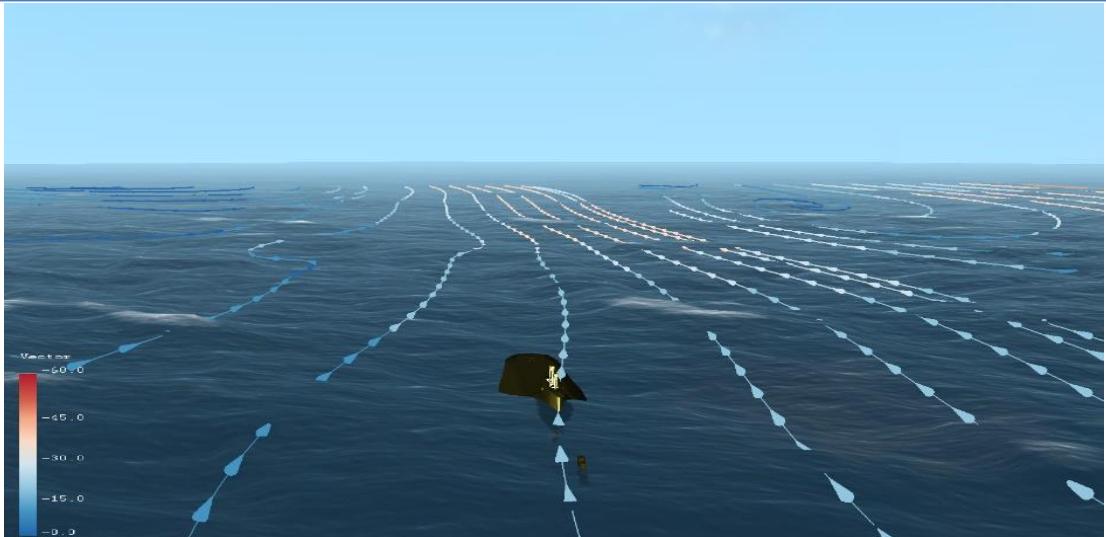


序号	年份	经度(E)	纬度(N)	水深(m)	TOC(wt%)	C13(‰)	C14(‰)	SA(m³/g)	OC/SA(mg C/m³)	Mean grain size(μm)	Bottom shear stress(N/m²)
1	2011	125.75	31.75	65	0.8	-21	-187.2	30.44	0.26	8.3	0.37
2	2011	123.51	32	40	0.2	-20.7	-320.4	6.26	0.31	187	0.69

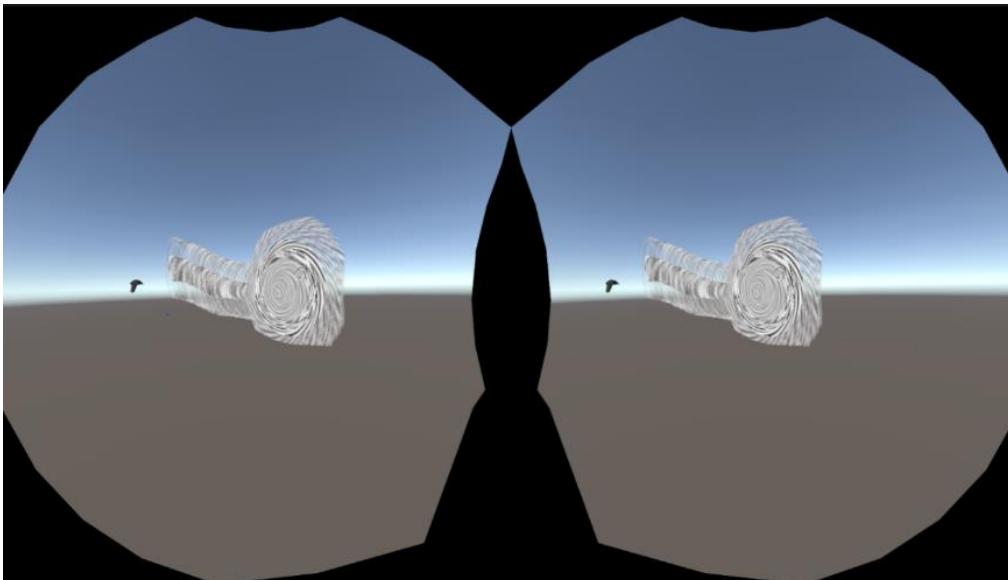
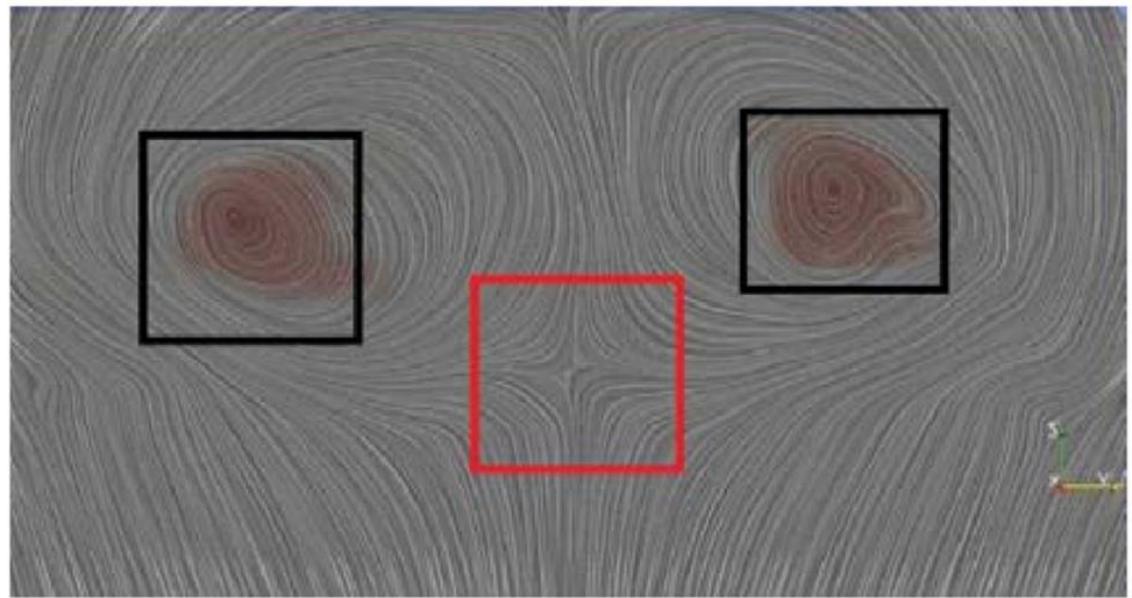
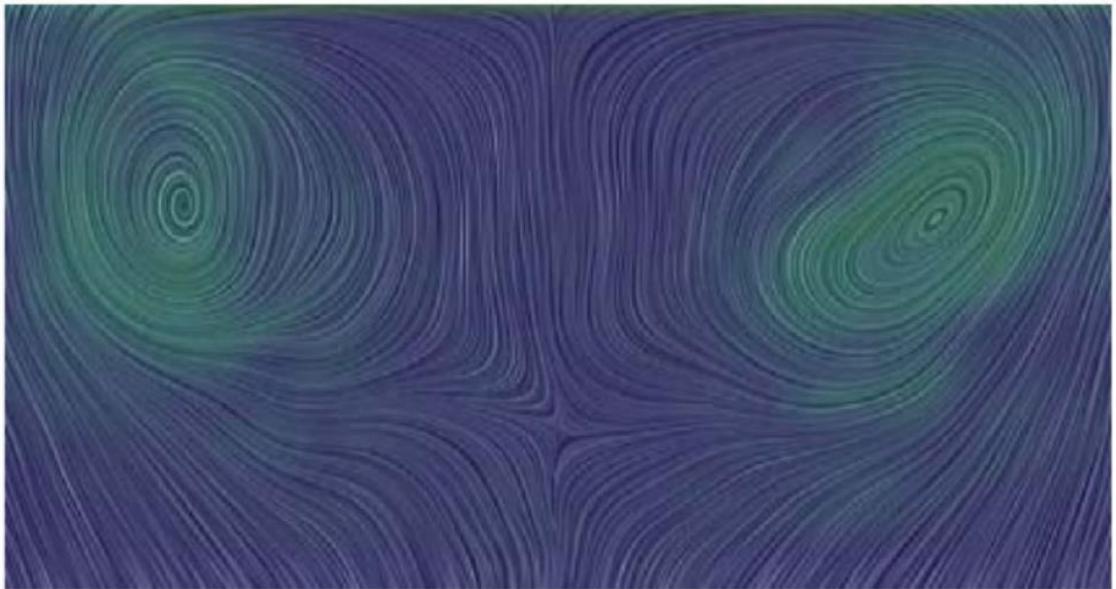
# 可视化2-涡旋时空分布可视分析



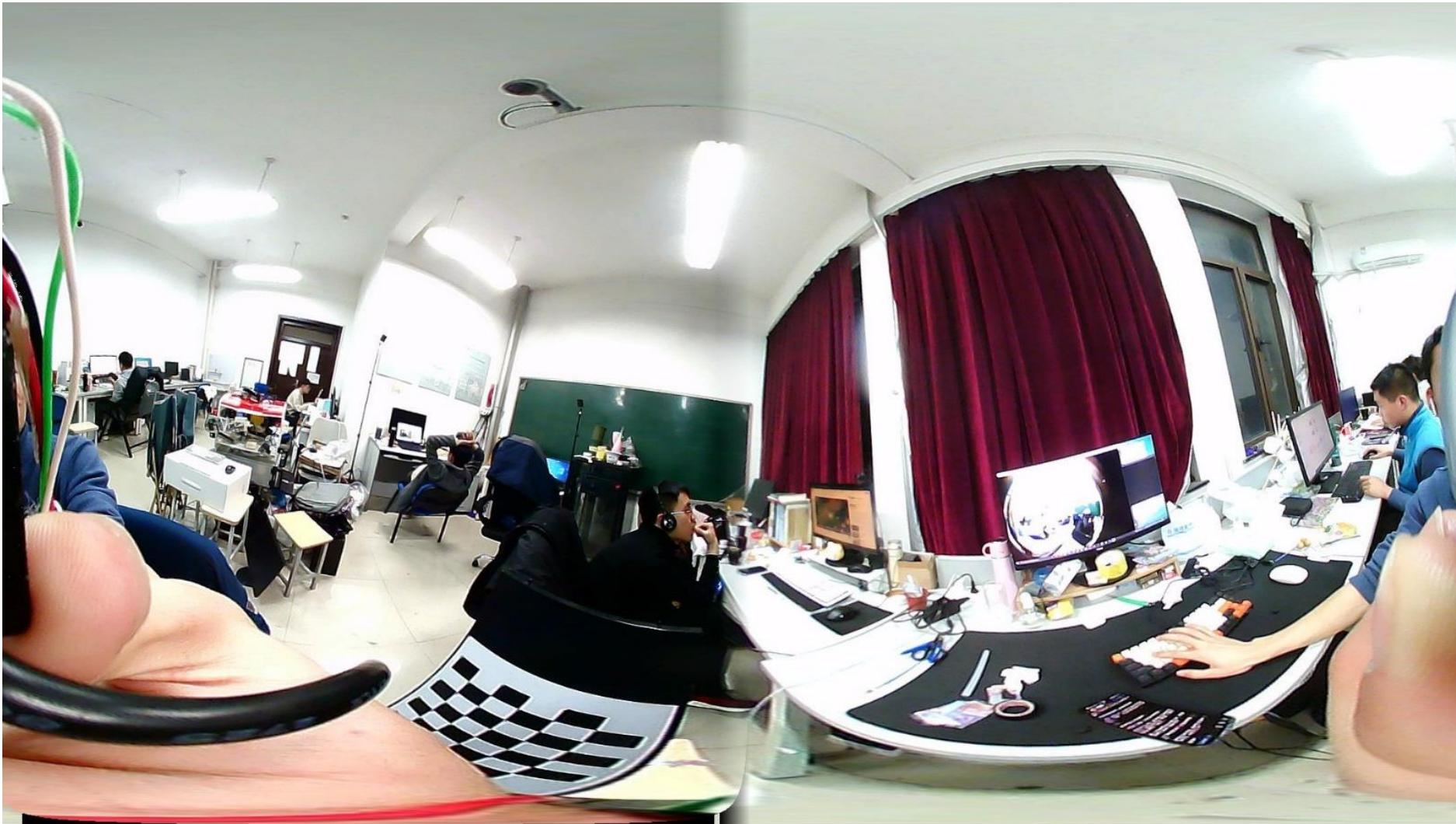
# 可视化3-水下路径规划仿真研究



## 可视化4-飞机三角翼涡区和鞍区提取及沉浸式可视化探索



## 可视化5-双鱼眼360全景相机成像



# 可视化6-船舶六自由度可视化系统

● 超限查询 ● 设置超限值

## 船舶自由度可视化

**运动姿态**

停泊时间: 2022-05-24 22:34:39 系泊时长: 00:00:03

运动	横荡(cm)	纵荡(cm)	垂荡(cm)	横摇(°)	纵摇(°)	艏摇(°)
姿态	-3.9	4.8	5.0	-1.9	-0.6	-0.5
最大差值	5.0	5.0	5.2	4.1	1.3	1.0

**运动位移**

—● 横荡 —● 纵荡 —● 垂荡

偏移(cm)

**运动角度**

—● 横摇 —● 纵摇 —● 艄摇

角度(°)

**船舶实时状态**

预警清除 倾视 主视 偏视

● 船舶超限报警 请工作人员注意!

预警类型: 纵荡  
预警时间: 2022-05-24 22:34:39  
预警值: 5.0

62

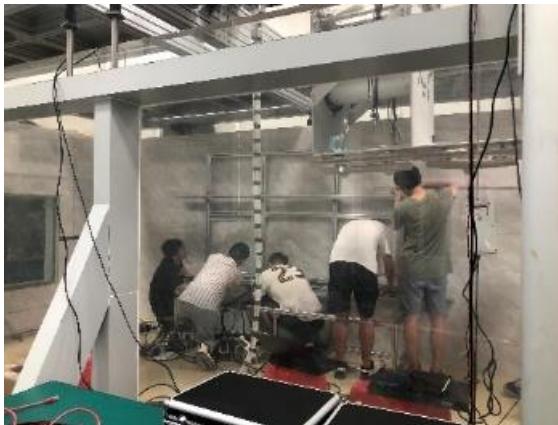


中国海洋大学

实验室色彩

计算机视觉实验室

# 丰富的生活



# 丰富的生活



联系方式(注明感兴趣方向):  
发邮件: 学院网站的老师邮箱  
<http://it.ouc.edu.cn/djy/main.htm>

# 理念与机会

---

- 视觉实验室理念为“团结勤奋，共同进步”，欢迎对人工智能、大数据分析和图像处理感兴趣的同学加入。
- 我们与阿里、腾讯、百度、商汤、旷视的国内同行有密切联系，我们也在努力创造这样的机会给同学们。
- 计划致力于学术研究的同学，可以推荐到国内顶尖同行组里攻读博士。

联系方式(注明感兴趣方向):

发邮件：学院网站的老师邮箱

<http://it.ouc.edu.cn/djy/main.htm>