

2015-2016年夏季南极长城站企鹅及苔原

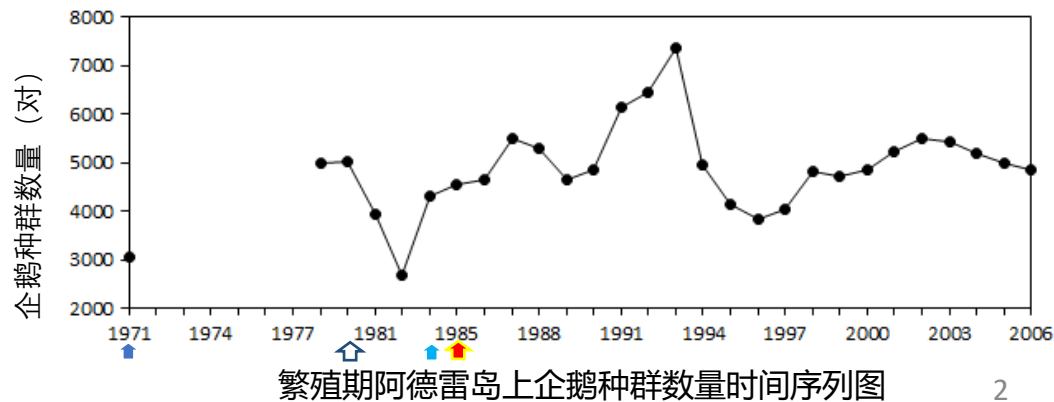
植被航拍调查

面向对象分类的企鹅种群无人机影像识别

方法研究

南极长城站航拍调查

- 长城站 ($62^{\circ}13' S, 58^{\circ}58' W$) 位于南极乔治王岛西南部菲尔德斯半岛南隅无冰区。
- 阿德雷岛位于长城站东北方向，是SCAR设立的自然保护区，1990年我国首次对阿德雷岛进行了企鹅种群结构、繁殖率调查、优势种生态学研究。



南极长城站航拍调查



手抛起飞



起降场地



设备搬运



表 1 飞行参数

极鹰II型(Polar Hawk -2)	
翼展	2m
长度	1.2m
动力	电池
传感器	Snoy A7R
起飞重量	7kg
起飞时间	2016.1.18 10:00
落地时间	2016.1.18 10:45
天气情况	晴天
气温	1.9°C
风向	109
风速	7.9m/s
航高	610m
照片数	363
空间分辨率	8cm

南极长城站航拍调查

阿德雷岛无人机航拍影像图

UAV Aerial Image Map of Ardley Island, Antarctica



数据来源: 极境二型无人机 CMOS可见光影像
获取时间: 2016年1月18日 (UTC)
地图投影: UTM-WGS84 Zone 21S

Data: Polar Hawk - 2 CMOS Image
Acquisition time: January 18th, 2016
Map Projection: UTM-WGS84 Zone 21S

制图单位: 北京师范大学
无人机操作手: 张福军
制图人: 赵天成 张宝顺 程晓 廖凤鸣
制图时间: 2015年1月23日

Mapped by Beijing Normal University
L101 Pilot: Tiancheng Zhang
Editor: Tiancheng Zhang, Baoshun Zhang, Xiaocheng Cheng, Fengming Liu
Compiled Date: January 23rd, 2016

南极长城站航拍调查



无人机航拍灯塔附近企鹅聚落



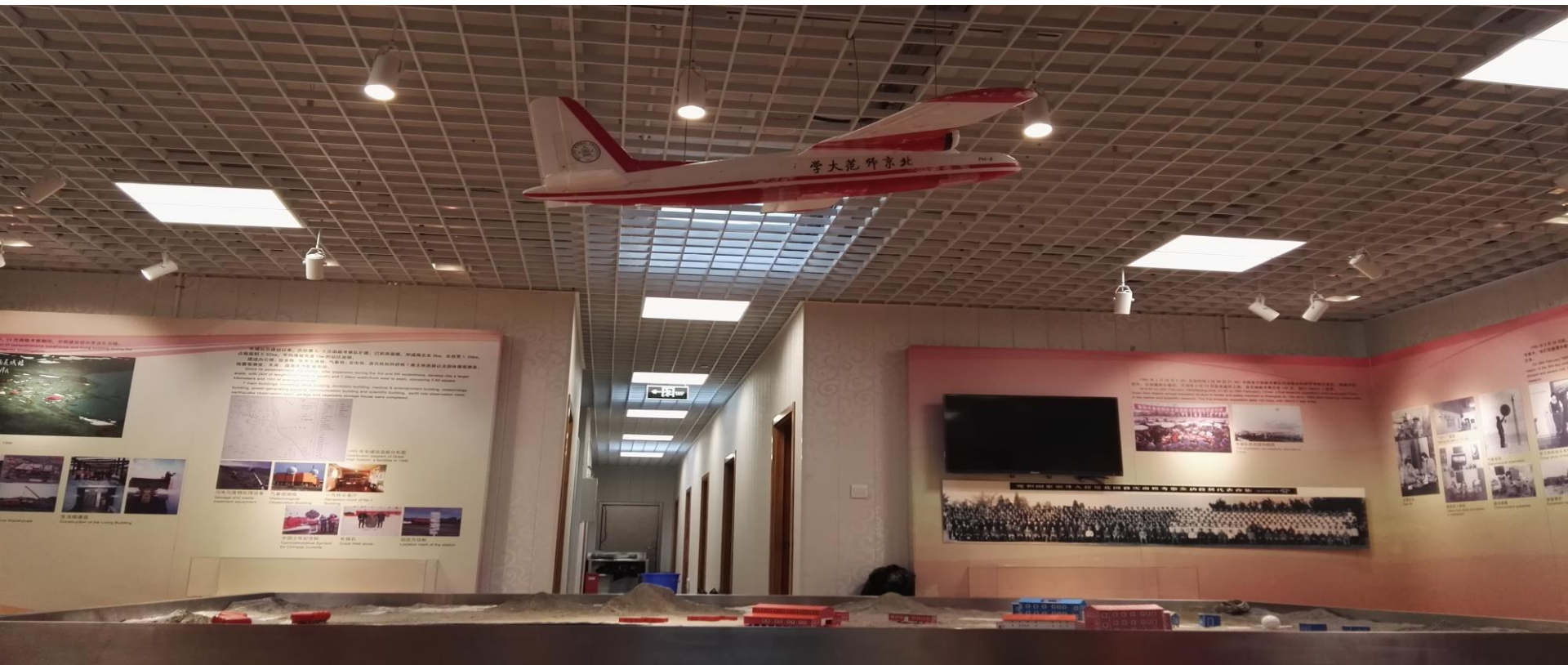
实地拍摄灯塔附近企鹅聚落



实地拍摄企鹅巢穴形态

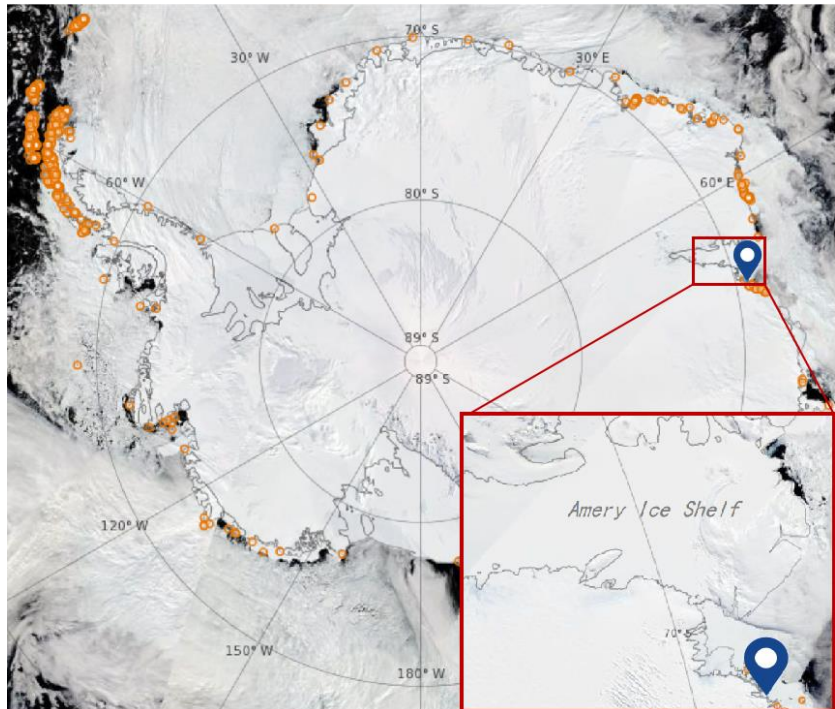
- 可以识别出企鹅巢穴；
- 2016年1月18日阿德雷岛上共发现4865个企鹅巢穴。
- 与我国06/07年统计结果4862对较为接近。

南极长城站航拍调查



企鹅种群无人机影像识别方法

研究区域与数据



<http://www.penguinmap.com/mapppd>

研究区域位置

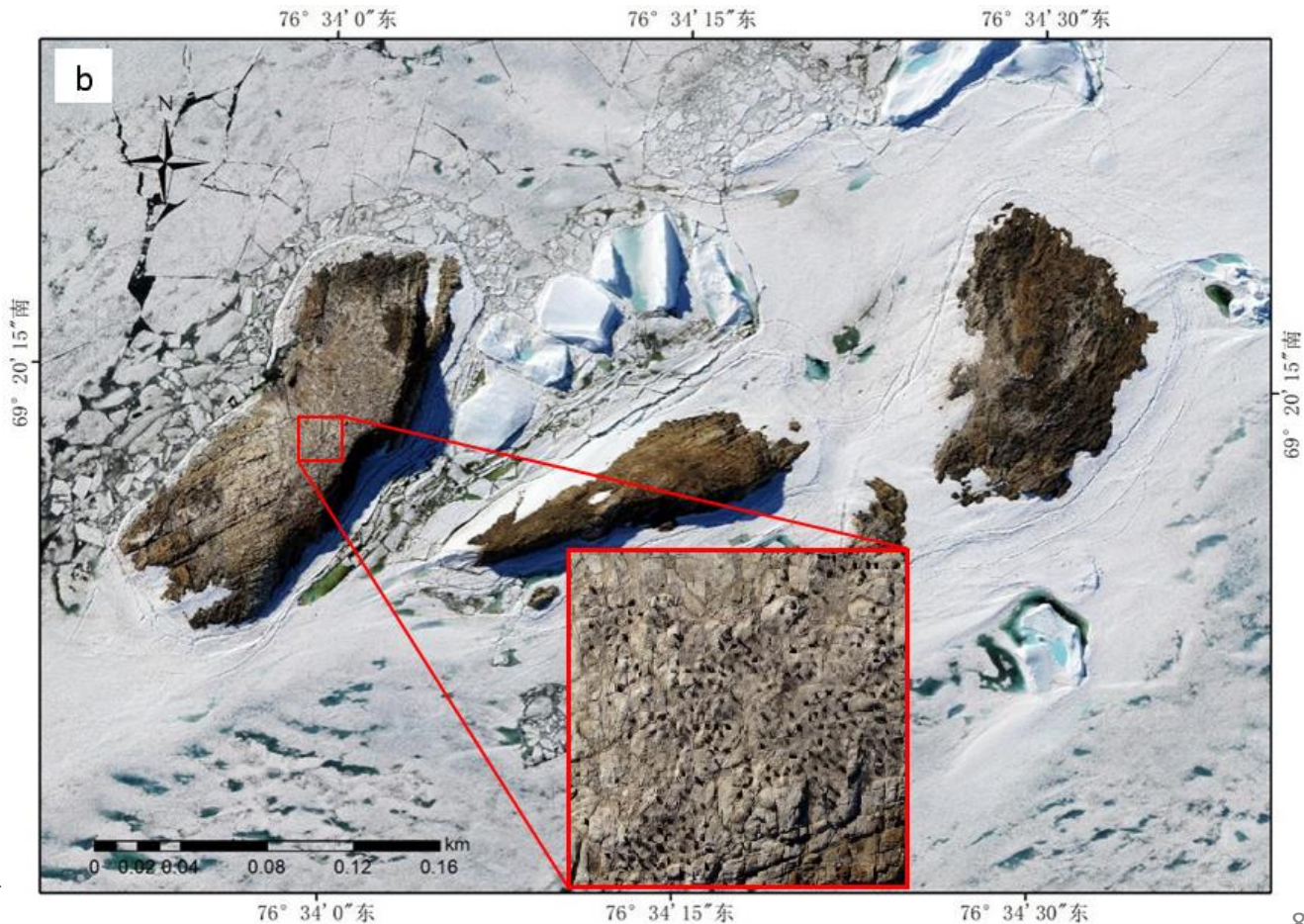
- 东南极企鹅岛 ($76^{\circ}33'50''E\sim 76^{\circ}34'40''E$, $69^{\circ}20'05''S\sim 69^{\circ}20'25''S$) 位于埃默里冰架东南方
- 共三幅不同时相的高分辨率企鹅岛影像：
 - 1) 拍摄于2017年1月19日20:32, 图像分辨率为7cm
 - 2) 拍摄于2018年1月24日15:00, 图像分辨率为5cm
 - 3) 拍摄于2019年12月15日14:31, 图像分辨率为10cm

企鹅种群无人机影像识别方法

研究区域与数据

企鹅多分布在裸露的岩石上，与周围地物反差明显

2018年企鹅岛无人机航拍影像



企鹅种群无人机影像识别方法

研究背景

阿德利企鹅对南大洋环境变化敏感，充当“生物指示剂”的作用



监测企鹅的种群动态具有重要意义，有利于**及时发现南极重大生态系统环境响应事件**，为制定应对措施**提供基础数据和理论依据**。



遥感影像分辨率



企鹅种群识别方法



重复观测

南极和南部海洋生态系统持续变化，包括海洋温度的升高、海洋锋的极移以及海冰范围和季节性的区域对比变化。



企鹅种群无人机影像识别方法

研究方法

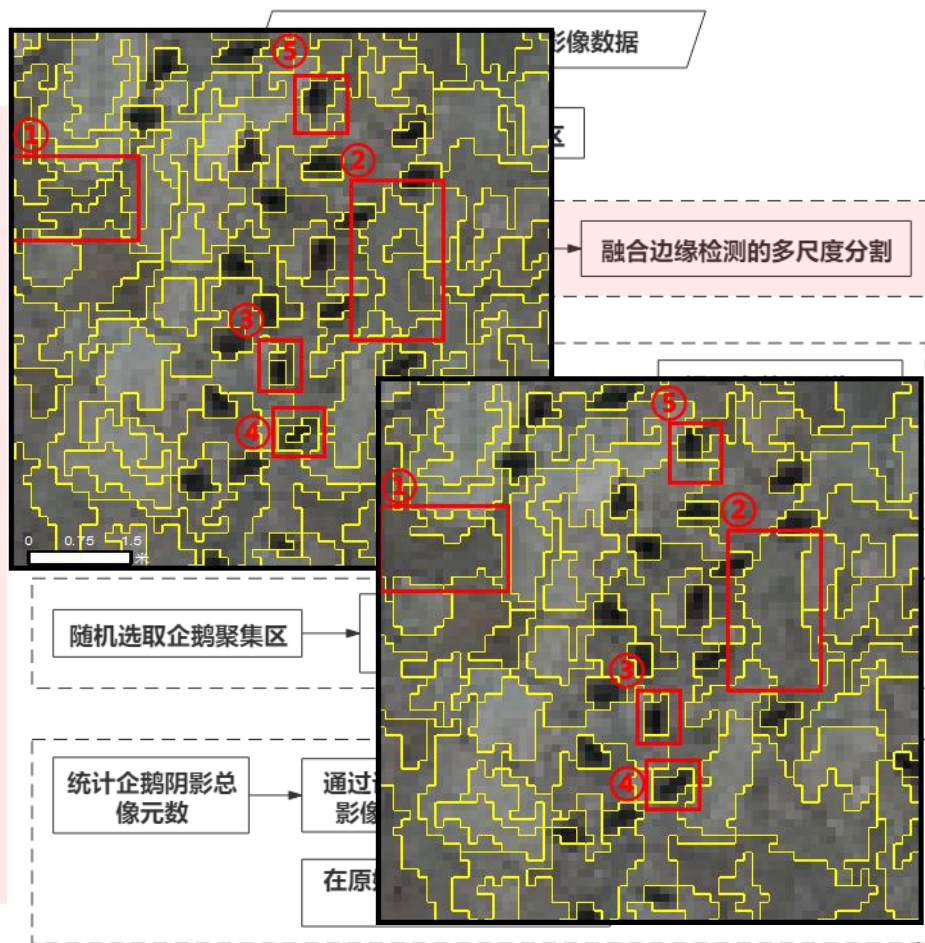
□ Canny算子边缘检测

- 一阶偏导有限差分计算梯度幅值和方向
- 非极大值抑制
- 双阈值法检测和连接边缘

□ 多尺度分割

- 把高分辨率像元的信息保留到低分辨率的对象上
- 分割后影像中所有对象的平均异质性最小

$$f = W_{color} \cdot h_{color} + W_{shape} \cdot h_{shape}$$

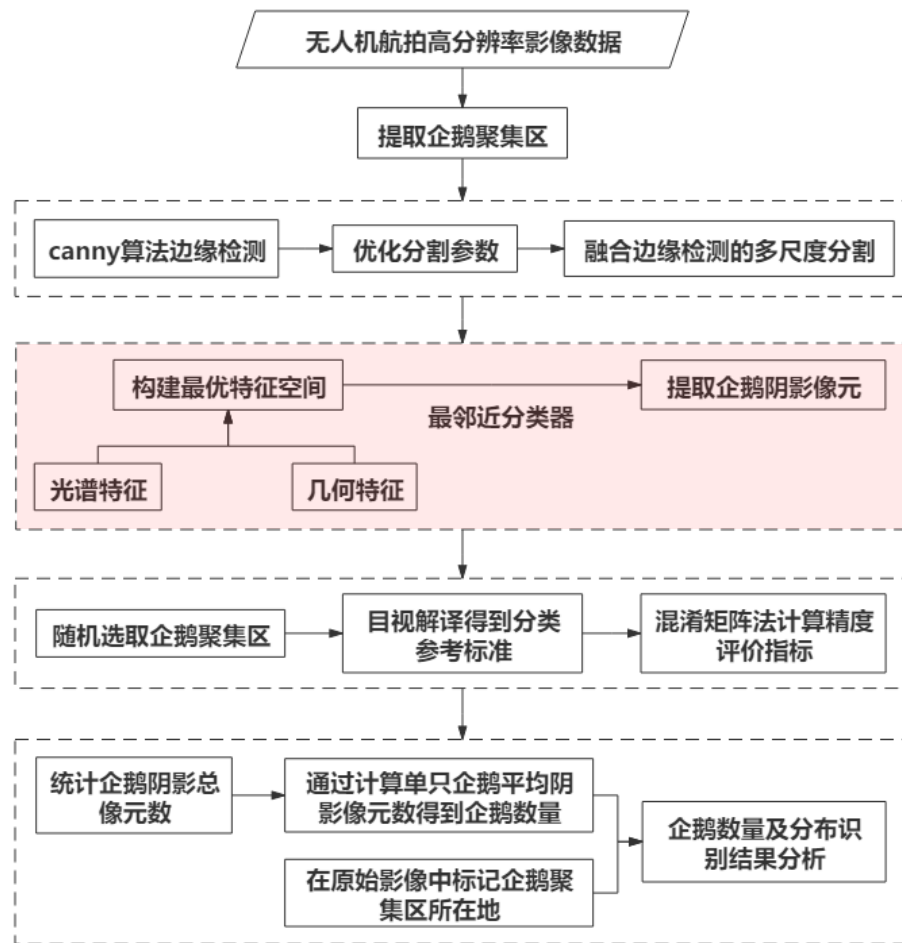


企鹅种群无人机影像识别方法

研究方法

□ 构建特征空间

- 均值 (Mean)
- 亮度 (Brightness)
- 标准差 (StdDev)
- 对于邻域的平均差分 (Mean Diff. to Neighbors)
- 形状指数 (Shape Index)
- 边界指数 (Border Index)



企鹅种群无人机影像识别方法

研究方法

□准确率

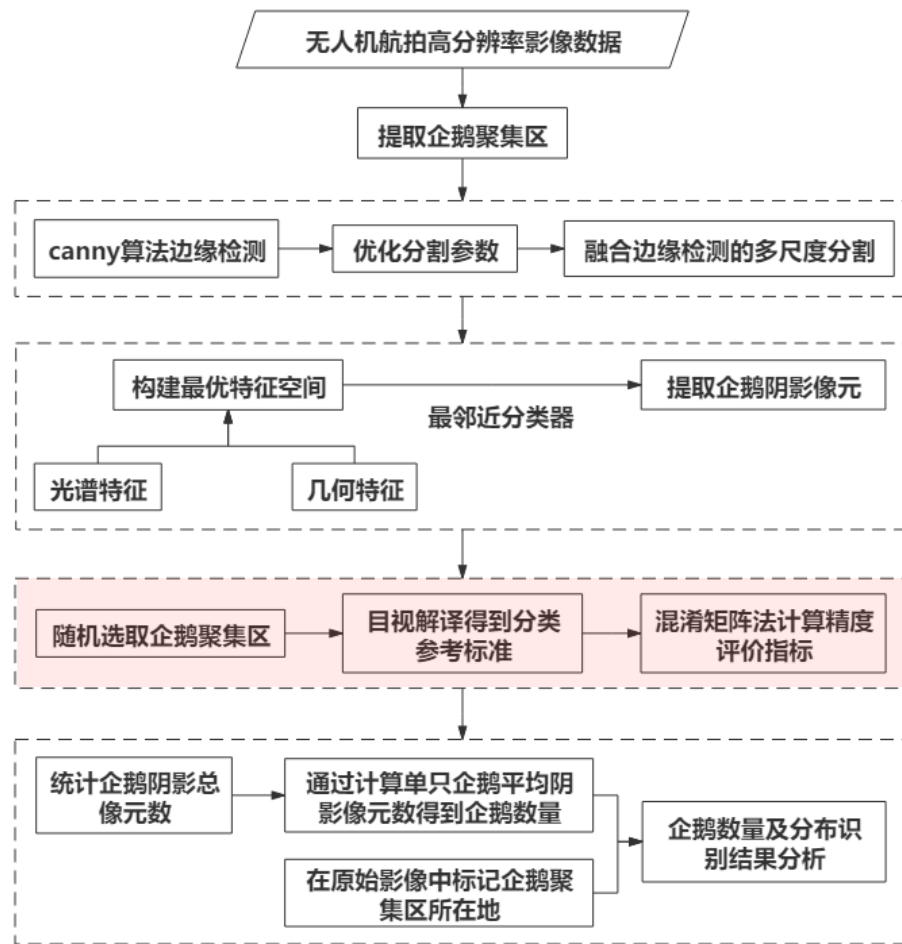
$$R_p = \frac{N_{TP}}{N_{TP} + N_{FP}}$$

□召回率

$$R_r = \frac{N_{TP}}{N_{TP} + N_{FN}}$$

□综合评价指数

$$F_\beta = \frac{(1 + \beta^2) \cdot R_p \cdot R_r}{\beta^2 \cdot R_p + R_r}$$



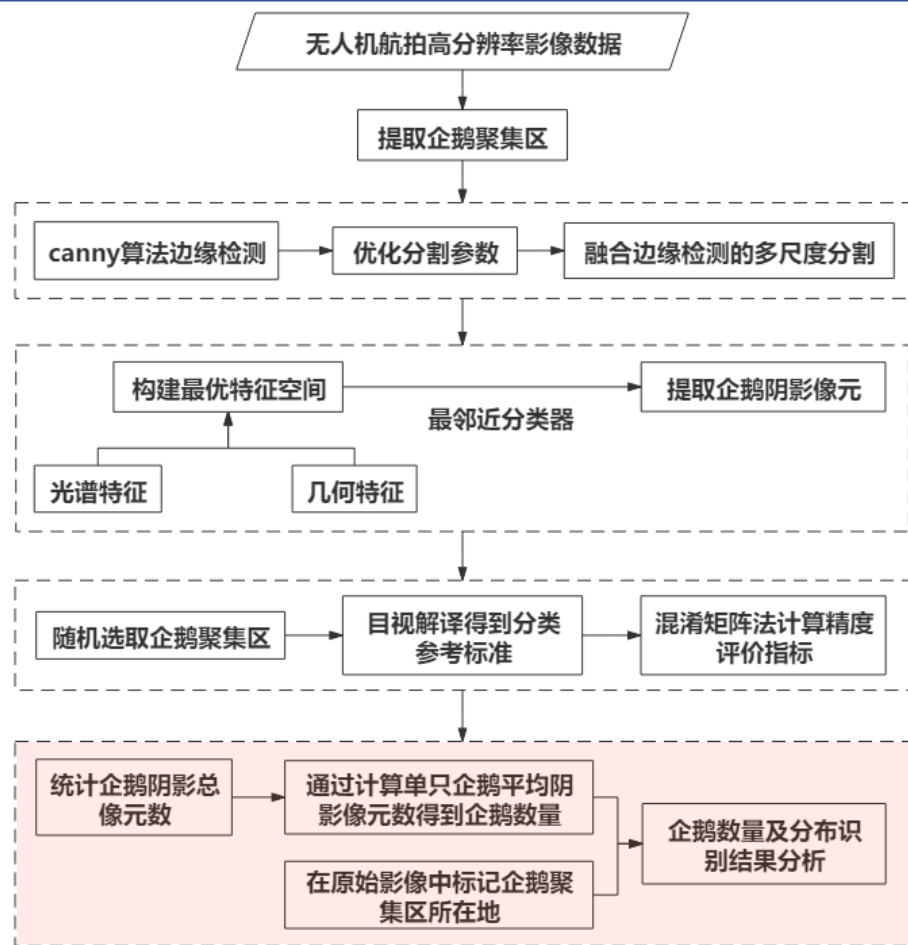
企鹅种群无人机影像识别方法

研究方法

- 通过计算每只企鹅平均阴影像元数，根据企鹅阴影像元总数求得企鹅数目

$$P = \frac{H \cdot W}{D^2 \cdot \tan\alpha}$$

式中， H 为阿德利企鹅的平均高度， W 为阿德利企鹅的平均胸围， D 为影像分辨率， α 为太阳高度角

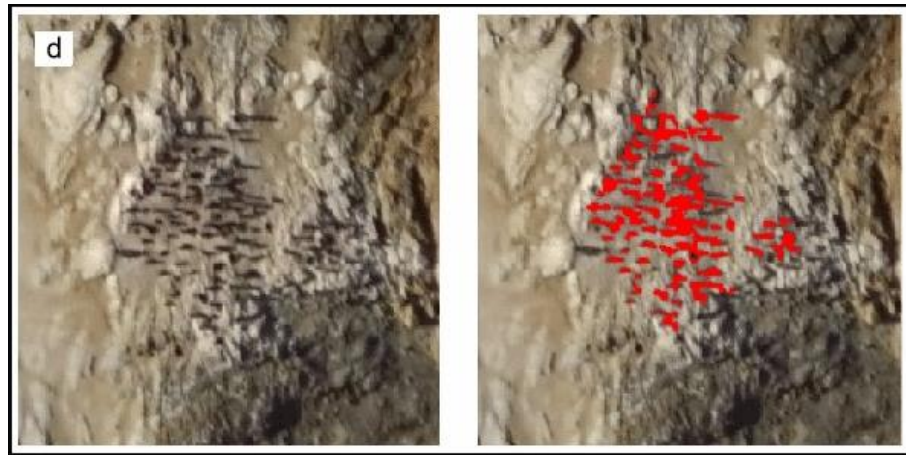
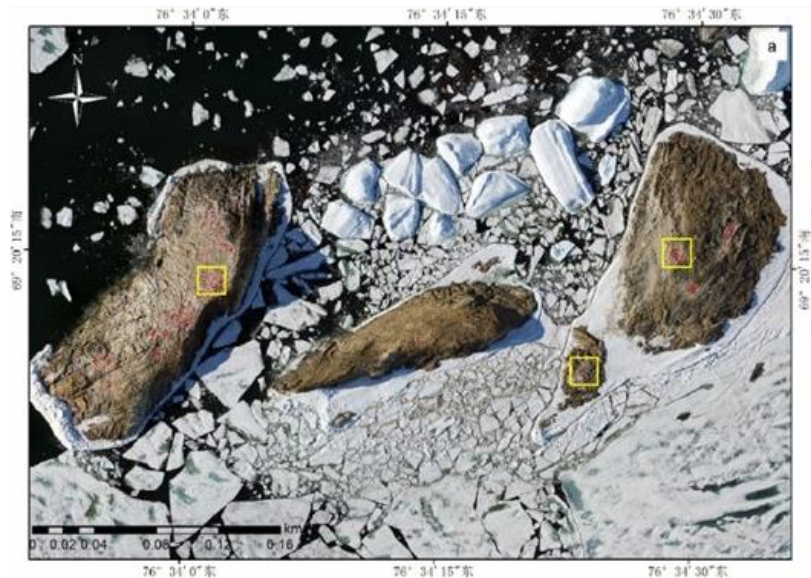


企鹅种群无人机影像识别方法

a - d: 2017年1月19日20:32

b - e: 2018年1月24日15:00

c - f: 2019年12月15日14:31



- ❑ 企鹅聚集区域的分布情况十分相近，只在极小范围内有变动
- ❑ 计算得三幅影像识别结果分别为1068对、1003对和1081对，呈波动上升趋势

企鹅种群无人机影像识别方法

精度评价

	样区	分类提取结果	目视解译结果	N_{TP}	N_{FP}	N_{FN}	准确率/%	召回率/%	F_{β} /%
	1	21239	19043	19078	3361	1165	85	94	89
17	2	1453	1302	1257	196	45	86	96	91
	3	3864	3560	3236	528	324	84	91	87
平均							85	94	89
	1	15675	14174	13723	1952	451	87	97	92
18	2	1244	1102	1046	198	56	84	95	89
	3	3552	3384	3078	474	216	86	93	89
平均							86	95	90
	1	14309	13207	12985	1324	222	91	98	94
19	2	1172	1094	1059	113	35	90	97	93
	3	3585	3281	3281	257	0	93	100	96
平均							91	98	94
总体 平均							87	96	91

- 总体精度可达91%
- 2019年影像分类精度远高于另外两幅
- 12月份较1月份太阳赤纬角更大
- 拍摄时间更接近当地时间12:00am

企鹅种群无人机影像识别方法

总结

- 将Canny边缘检测算法加入多尺度分割可有效减少厘米级分辨率的无人机航拍影像过度分割的现象，提升后续的分类速度和分类精度。
- 分类实验取得了很高的精度，总体精度达91%，表明无人机航拍技术有利于企鹅阴影像元的准确提取。
- 阿德利企鹅聚集地分布较为稳定，且多位于平坦裸露的岩石上。这种延续性有利于长时间的企鹅数量检测，并且很大程度上保证了结果的准确性。
- 结合提取结果图和精度评定结果发现，由于缺少既定的特征空间构建方法，即使经过多次调试后，仍然有较多岩石阴影像元被误分为企鹅阴影像元，值得进一步研究

谢谢!

