



《基于自适应去雾技术的航拍图像处理》

答辩人：徐荣钦

专业： 计算机科学与技术

导师： 钟圣华

目录

- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

目录

- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

研究背景

■ 雾霾对航拍图像的影响

- 大气颗粒散射作用导致图像降质，视觉效果差，**特征信息损失**



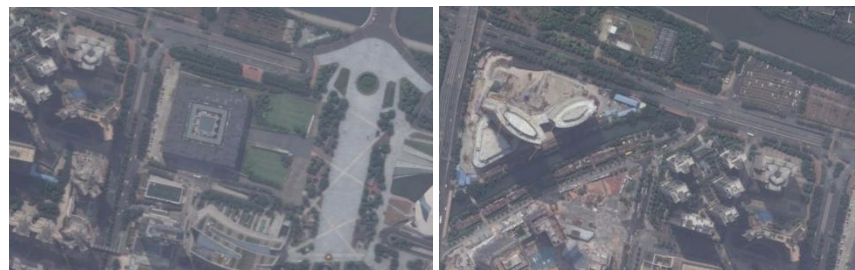
(a) 北京



(b) 新德里



(c) 卡拉奇



(d) 广州

目录

- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

现有的去雾方法及其局限性

■ 现有的去雾方法

- 主要有两类：1）、基于图像增强，2）、基于物理模型（大气散射模型）

图像去雾方法

基于图像增强

- Tan et al, 2008: 最大化局部对比度
- Gradran et al, 2017: 基于两能量泛函及融合优化的方案估计图像深度信息
-

基于物理模型

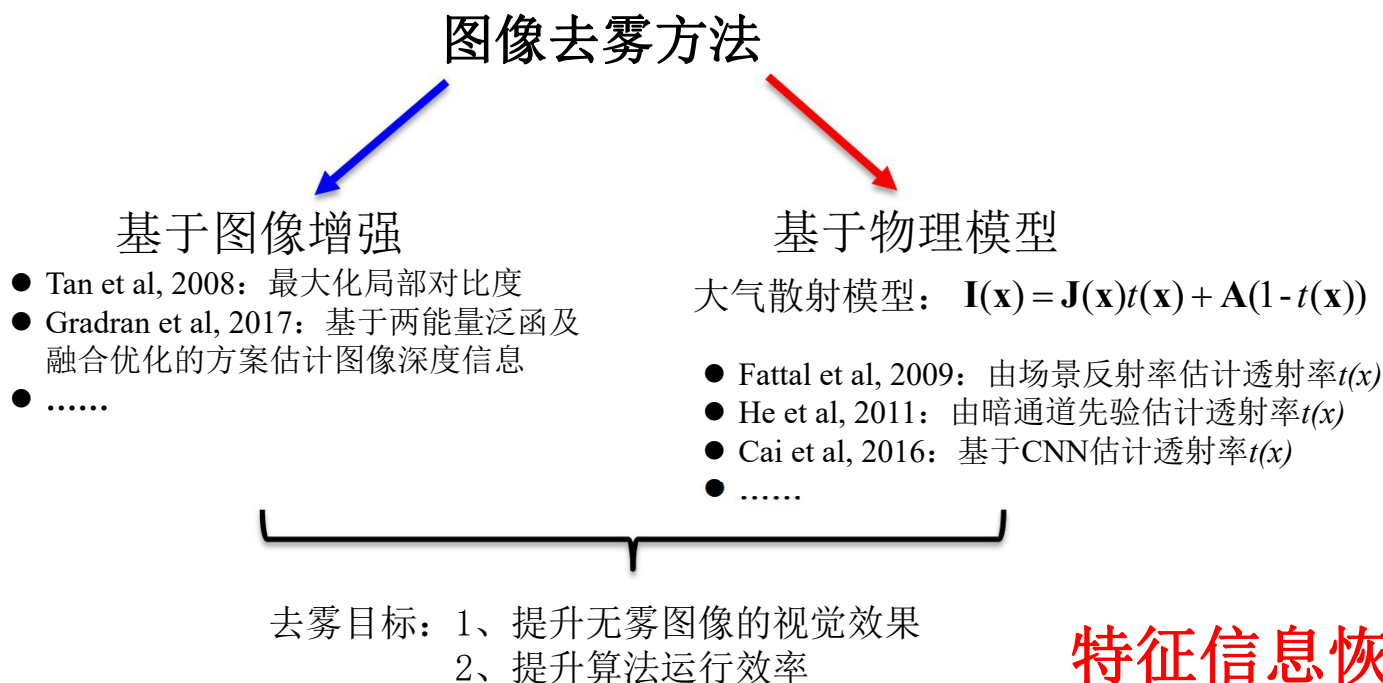
大气散射模型: $\mathbf{I}(\mathbf{x}) = \mathbf{J}(\mathbf{x})t(\mathbf{x}) + \mathbf{A}(1 - t(\mathbf{x}))$

- Fattal et al, 2009: 由场景反射率估计透射率 $t(\mathbf{x})$
- He et al, 2011: 由暗通道先验估计透射率 $t(\mathbf{x})$
- Cai et al, 2016: 基于CNN估计透射率 $t(\mathbf{x})$
-

现有的去雾方法及其局限性

■ 现有的图像去雾方法的局限性

- 基本上忽略恢复有雾图像的特征信息这一问题



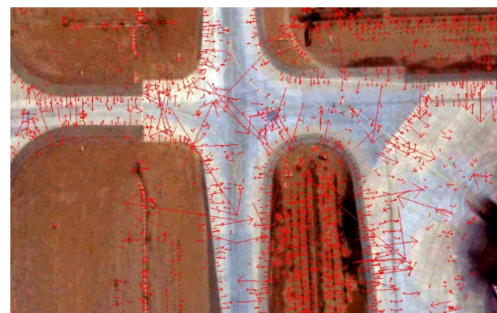
现有的去雾方法及其局限性

- 现有的图像去雾方法的局限性
 - 基本上忽略恢复有雾图像的特征信息这一问题

Examples:
(He方法去雾)



去雾前 (SIFT特征点)



去雾后 (SIFT特征点)

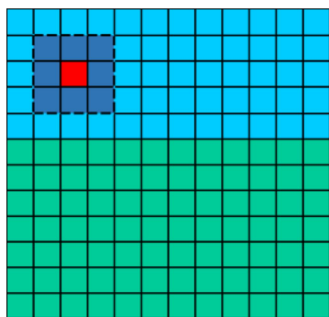
现有的去雾方法及其局限性

■ 现有的图像去雾方法的局限性

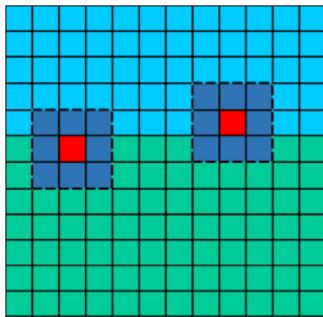
□ 暗通道先验去雾（He et al 2011）方法及其衍生方法

优点：基于强有力的先验知识，保持原色彩相对不变，调节图像的整体亮度，最大限度恢复图像的特征信息。

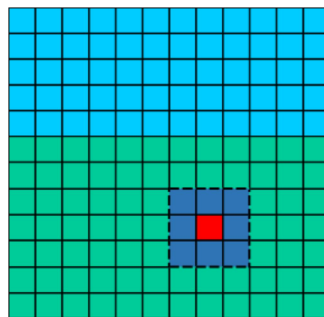
不足：没有考虑航拍图像不同区域的**物理属性**



天空区域的窗口大小



交界区域的窗口大小



非天空区域的窗口大小

图1 暗通道先验去雾方法及其衍生去雾方法的窗口大小为固定值

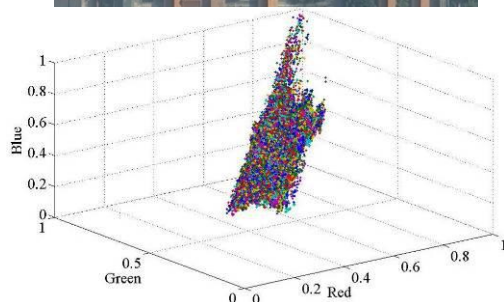
现有的去雾方法及其局限性

■ 现有的图像去雾方法的局限性

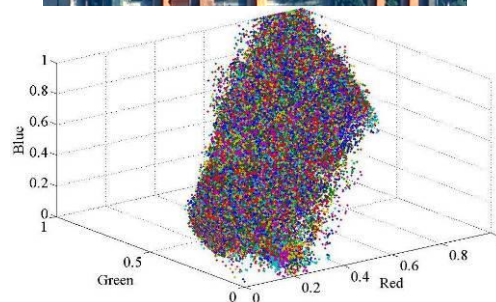
□ 暗通道先验去雾（He et al 2011）方法及其衍生方法

优点：基于强有力的先验知识，保持原色彩相对不变，调节图像的整体亮度，最大限度恢复图像的特征信息。

不足：没有考虑航拍图像不同区域的**物理属性**



去雾前的色彩分布图



去雾后的色彩分布图

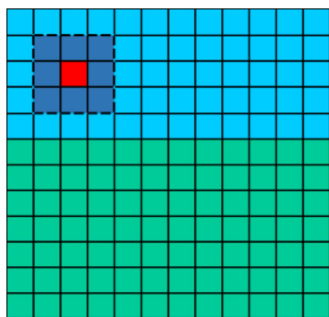
现有的去雾方法及其局限性

■ 现有的图像去雾方法的局限性

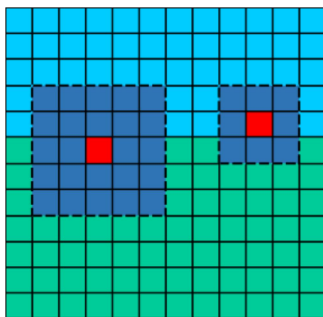
□ 暗通道先验去雾（He et al 2011）方法及其衍生方法

优点：基于强有力的先验知识，保持原色彩相对不变，调节图像的整体亮度，最大限度恢复图像的特征信息。

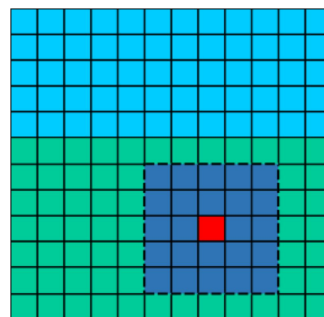
不足：没有考虑航拍图像不同区域的**物理属性**



天空区域的窗口大小



交界区域的窗口大小



非天空区域的窗口大小

图2 自适应去雾方法的窗口大小为自适应值

目录

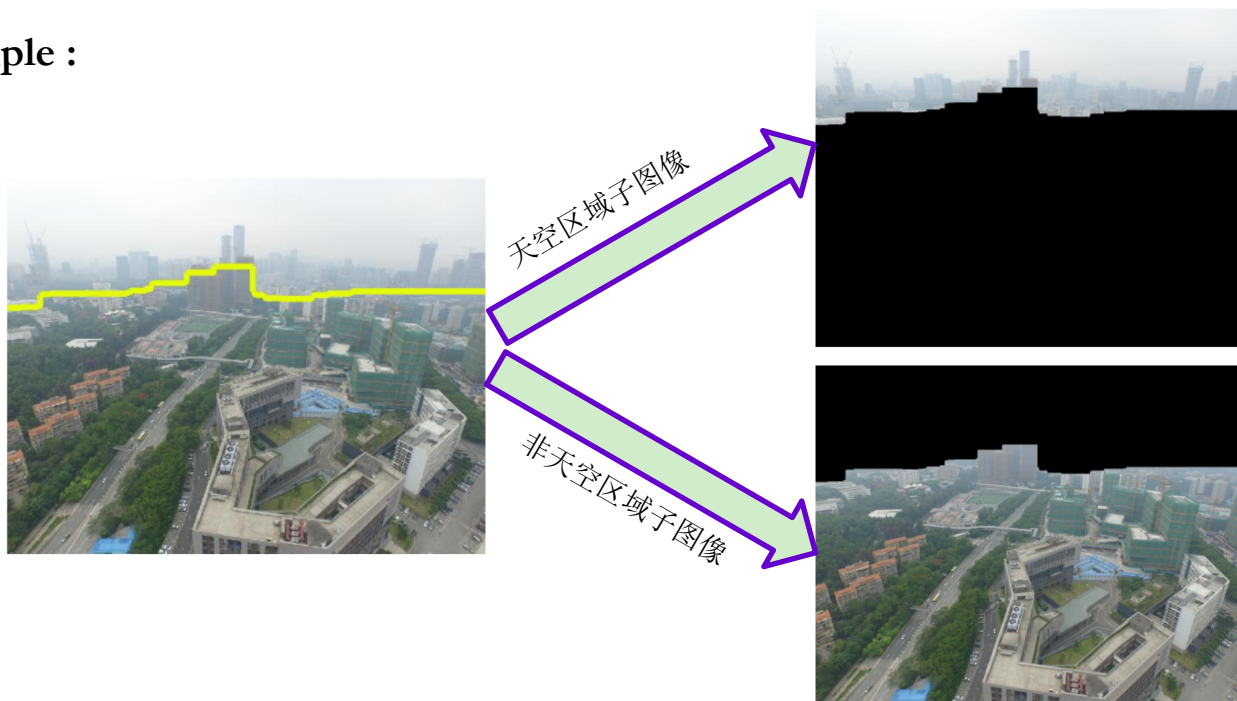
- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

自适应去雾技术

■ 航拍有雾图像的分割

- 分割的目标：无需人工干预、批量地分割为天空区域与非天空区域。
- 常见分割算法：图割（Graph cuts）、核图割（Kernel Graph cuts）。

Example :



自适应去雾技术

■ 基于随机漫走模型获得最优窗口

- 最优窗口：若其他条件相同，在最有窗口下进行去雾，则天空区域或非天空区域子图像特征恢复效果最好。

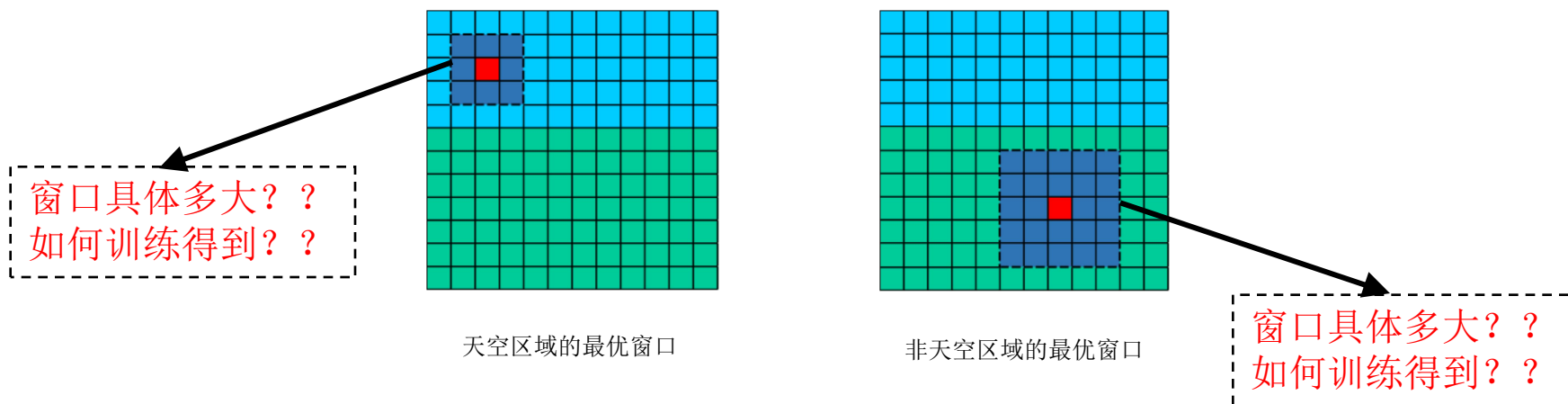


图 3 自适应去雾方法的窗口大小为自适应值

自适应去雾技术

■ 基于随机漫走模型获得最优窗口

- 一维离散型随机漫走模型：把寻找天空区域或非天空区域的最优窗口边长视作一维离散型随机漫走问题。

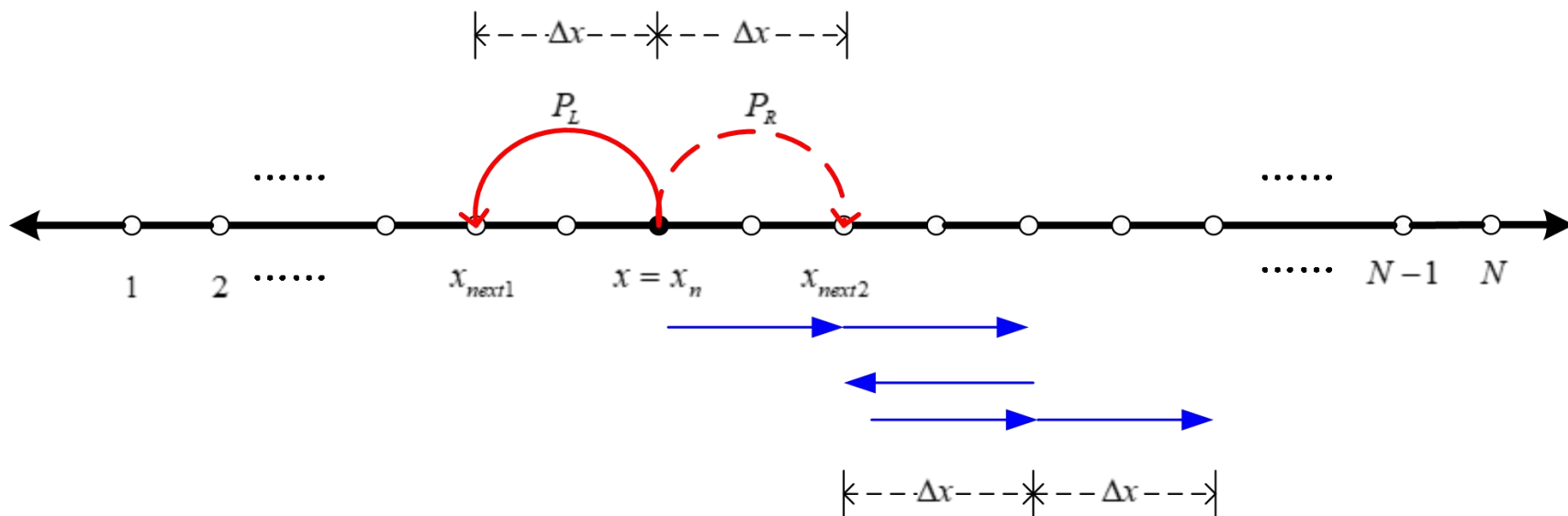


图 4 一维离散型随机漫走模型求取图像集天空区域或非天空区域最优窗口边长的基本过程。
蓝色箭头表示步长均为 Δx 的 6 次跳跃过程

目录

- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

实验

■ 实验设置

□ 航拍有雾图像数据集的构建

表1 实验部分两个数据集的具体信息

数据集	数据来源	容量	分辨率
UAV数据集	无人机直接采集	55	4000*3000
GE数据集	Google Earth平台采集	100	800*500

表2 GE数据集中四个雾霾城市的具体信息

城市名	经度	纬度	日期
北京, 中国	16° 23'22.15"E	39° 55'22.88"N	2014年10月18日
广州, 中国	113° 19'12.16"E	23° 06'52.54"N	2015年10月12日
新德里, 印度	78° 02'32.15"E	27° 10'30.01"N	2014年03月15日
卡拉奇, 巴基斯坦	67° 10'21.21"E	24° 53'48.63"N	2015年04月06日

实验

■ 实验设置

□ UAV数据集&GE数据集的样例图像



图5 UAV数据集样例图像

实验

■ 实验设置

□ UAV数据集&GE数据集的样例图像



图6 GE数据集样例图像

实验

- 实验设置
 - 实验的硬件配置与软件环境

表3 实验的硬件配置与软件环境

CPU ↵	Intel I7 6300HQ 3.0GHz ↵
内存 ↵	16G DDR4 2400MHz ↵
操作系统 ↵	Windows 10 ↵
GPU ↵	NVIDIA GeForce GTX 1050 ↵
开发环境 ↵	Visual Studio 2015、 <u>Matlab</u> 2014R ↵

实验

■ 特征提取

- 特征提取的意义：特征提取是图像内容识别、图像融合等应用的必经之路（Fathima et al 2013， Patel et al 2014， Dai et al 2015）。
- 特征恢复的程度：通过**SIFT特征点均值**量化评估去雾后的航拍图像特征恢复程度。

表4 两个数据集的SIFT特征点均值统计

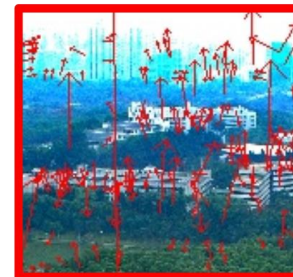
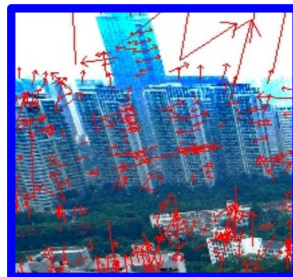
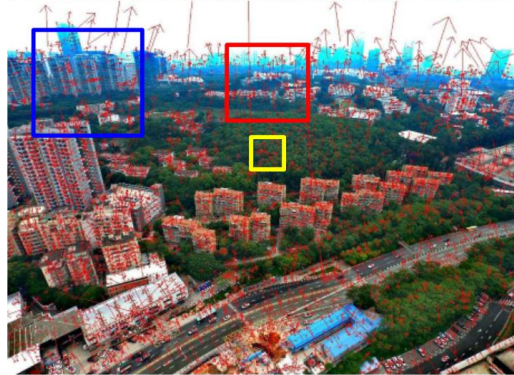
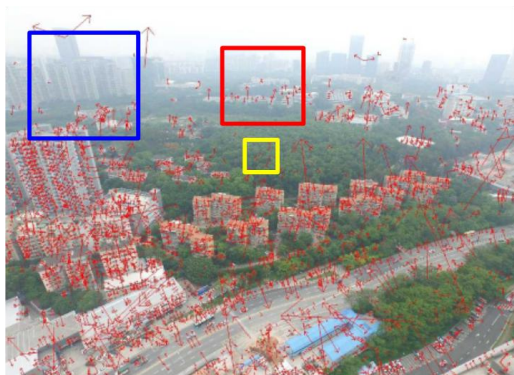
数据集	去雾前的特征点均值	去雾后的特征点均值	增长率
UAV数据集	4138	4562	10.25%
GE数据集	980	3548	262.04%

实验

■ 特征提取

注：去雾前2773个SIFT特征点，去雾后3453个SIFT特征点

Example 1:
(UAV数据集)

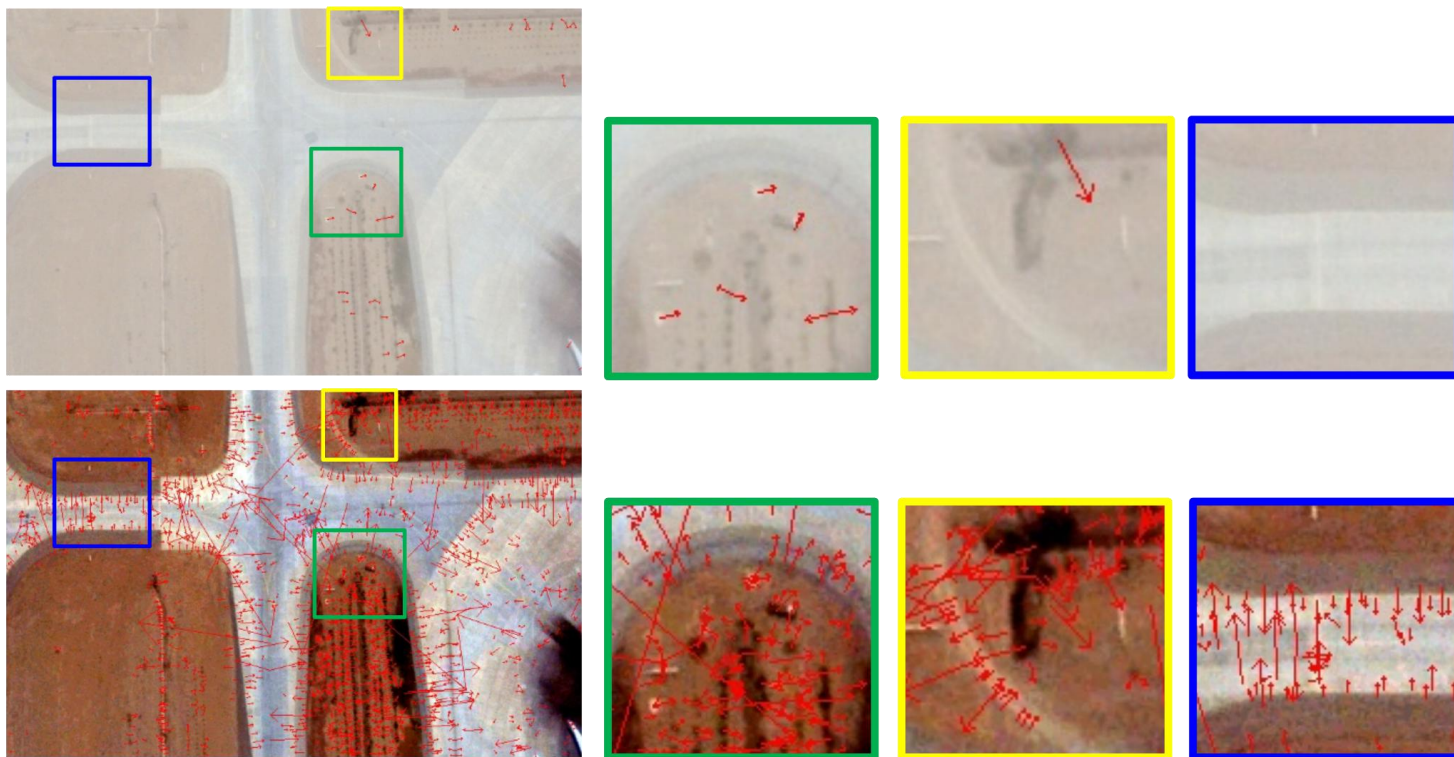


实验

■ 特征提取

注：去雾前35个SIFT特征点，去雾后2048个SIFT特征点

Example 2:
(GE数据集)



实验

■ 特征匹配

- 特征匹配的意义：后续航拍图像拼接的关键步骤。
- 特征恢复的程度：通过**SIFT特征匹配点对均值**量化评估去雾后的航拍图像特征恢复程度。

表5 两个数据集的SIFT特征匹配点对均值统计

数据集	统计对象	去雾前	去雾后	增长率
UAV数据集 (167对)	RANSAC算法剔除误匹配前	447	464	3.80%
	RANSAC算法剔除误匹配后	261	275	5.36%
GE数据集 (400对)	RANSAC算法剔除误匹配前	305	848	177.89%
	RANSAC算法剔除误匹配后	292	812	178.20%

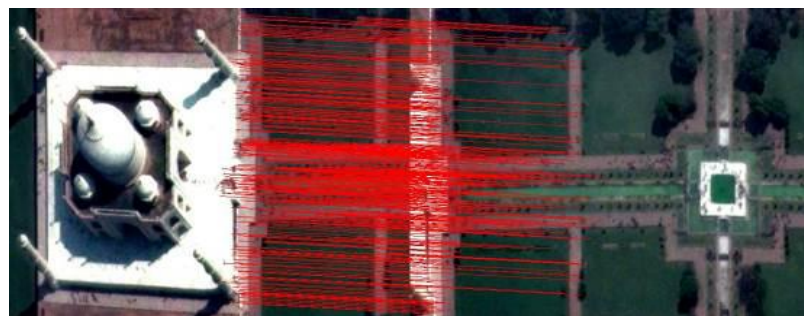
实验

■ 特征匹配

Example 1:



去雾前, 132个SIFT特征匹配点对



去雾后, 401个SIFT特征匹配点对

Example 2:



去雾前, 19个SIFT特征匹配点对

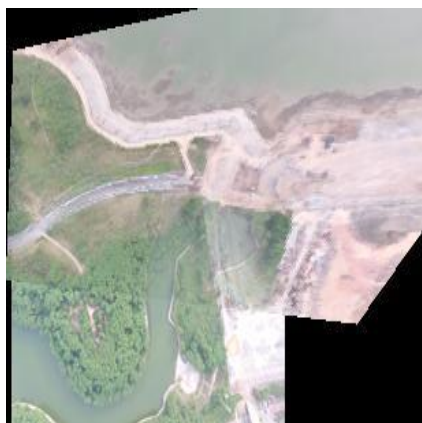


去雾后, 744个SIFT特征匹配点对

实验

■ 航拍图像拼接

- UAV数据集的拼接实验：每组由2至4张图像拼接而成；原始待拼接图像分辨率下采样为1000*750。

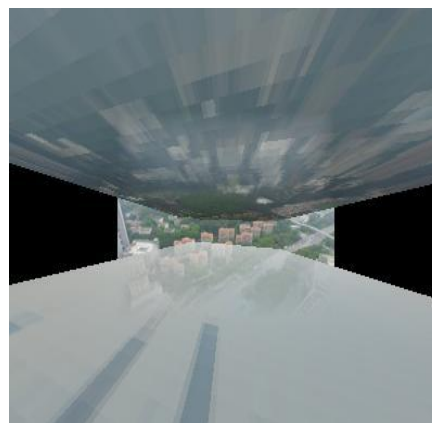


去雾前拼接效果

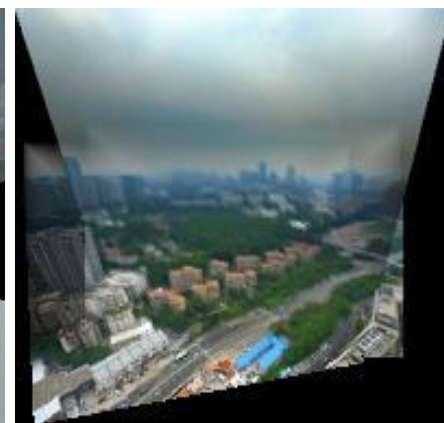


去雾后拼接效果

Example 1



去雾前拼接效果



去雾后拼接效果

Example 2





去雾前的全景拼接效果



去雾后的全景拼接效果

《基于自适应去雾技术的航拍图像处理》，徐荣钦

实验

■ 自适应去雾技术的效果评估

- 目标：比原始的暗通道先验去雾方法更有效地恢复航拍有雾图像的特征。
- 训练集与测试集的具体信息：

表6 训练集与测试集的具体信息

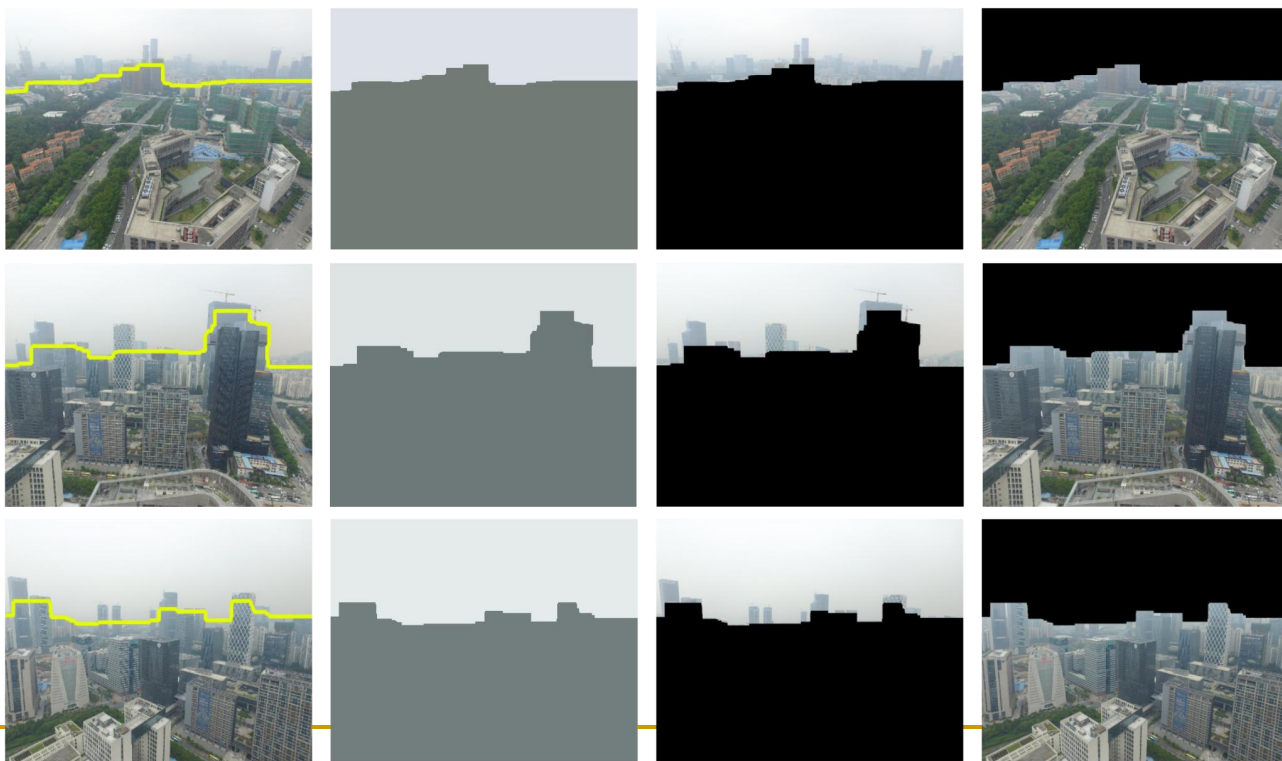
	训练集 (带有天空区域)	测试集 (无天空区域)	
	UAV-Training数据集	UAV-Testing数据集	GE数据集
容量	35	20	100
分辨率	1000*800	1000*800	800*500

- 相关参数设置：
 - 步长 Δx : 2
 - 最大窗口边长 N: 100
 - 迭代次数 T: 100
 - 往上一次跳跃方向跳跃的概率 k: 0.9

实验

■ 自适应去雾技术的效果评估

- 图像分割：基于核图割，把带有天空区域的有雾图像训练集分割为天空区域子图像和非天空区域子图像（要求：连续、全自动）



实验

■ 自适应去雾技术的效果评估

- 基于一维离散型随机漫走模型获得天空区域或非天空区域的最优窗口

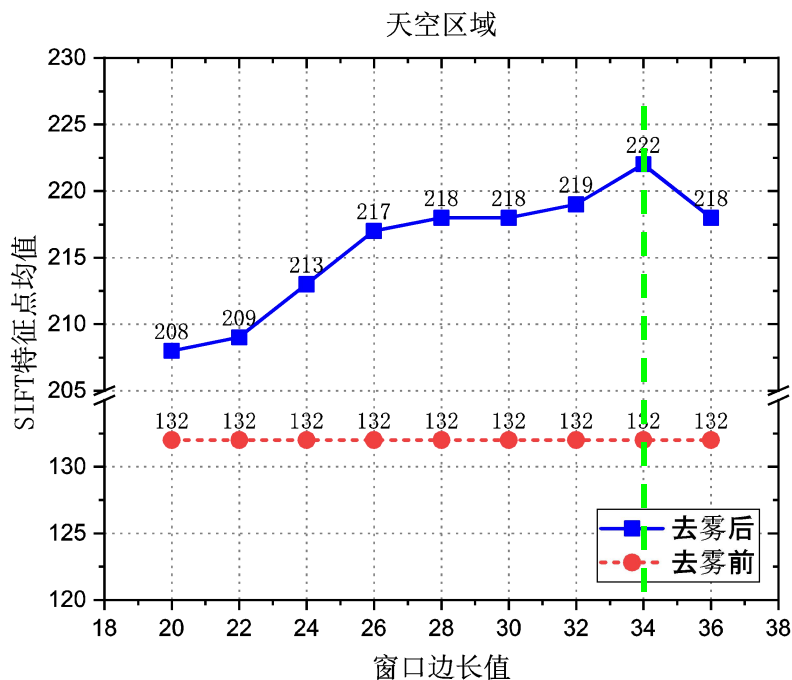


图7 天空区域训练所得的最优窗口边长为 34

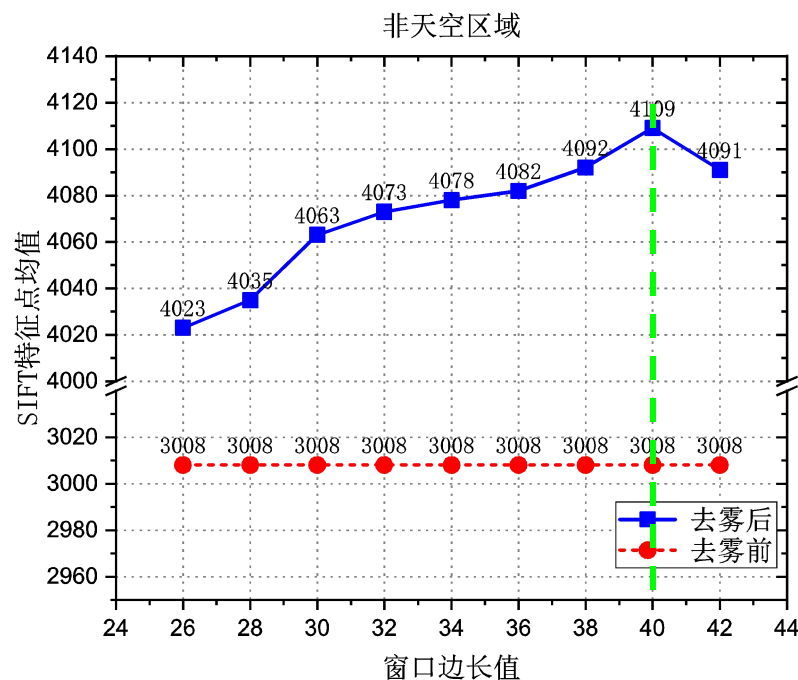


图8 非天空区域训练所得的最优窗口边长为 40

实验

■ 自适应去雾技术的效果评估

- 验证在最优窗口下进行去雾对特征恢复效果的有效性与优越性。
- 验证方法：量化对比“无图像去雾”、“暗通道先验去雾”、“自适应去雾技术去雾”这三种方法在特征提取、特征匹配上的表现。

	UAV-Testing数据集		
	无图像去雾	暗通道先验去雾方法	自适应去雾方法
SIFT特征点均值	4229	4611	4765
SIFT特征匹配点对均值	258	277	282
	GE数据集		
	无图像去雾	暗通道先验去雾方法	自适应去雾方法
SIFT特征点均值	980	3548	3738
SIFT特征匹配点对均值	292	812	844

表7 三种方法在特征提取、特征匹配指标上的结果对比

目录

- 研究背景
 - 雾霾对航拍图像的影响
- 现有的图像去雾方法及其局限性
 - 现有的图像去雾方法
 - 现有的图像去雾方法的局限性
- 自适应去雾技术
 - 航拍有雾图像的分割
 - 基于随机漫走模型获得最优窗口
- 实验
 - 实验设置
 - 特征提取，特征匹配，航拍图像拼接
 - 自适应去雾技术的效果评估
- 总结与展望

总结与展望

■ 总结

- 发现并验证暗通道先验去雾方法对恢复航拍有雾图像的特征信息的作用。
- 基于暗通道先验去雾方法提出了一种全新的自适应去雾方法，可以更有效地恢复航拍有雾图像的特征信息。

■ 展望

- 通过深度学习的相关算法，对自适应去雾方法进行时间效率与空间效率上的改进。
- 开发一套完整的无人机航拍图像采集与处理系统。

查重结果

学生已提交论文的检测信息	
提交权限：	您已经没有了提交权限
论文名称：	基于自适应去雾技术的航拍图像处理
论文作者：	徐荣钦
提交时间：	2018-5-5 23:59:23
检测结果：	<div><div>1.4%</div><div>347</div></div> (点击可以查看报告单)
写作助手：	长句检查：全文共10处 详情
	关键词推荐：中英文对照7个 详情
	致谢：全文共0处 详情
	引用建议：推荐引用的参考文献0篇 详情
	参考文献：格式错误7条 详情
论文状态：	已提交
指导老师：	钟圣华 修改 (如果您选错指导教师，请修改。)
修改意见：	
审阅意见：	
附件下载：	

文章发表与依托项目

■ 文章发表

- **第一作者EI论文一篇**，国际会议PSIVT 2017。
Rong-qin Xu（徐荣钦），Sheng-hua Zhong, Gaoyang Tang, Jiaxin Wu, Yingying Zhu, “**Adaptive Dehaze Method for Aerial Image Processing**”, the 8th Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology（PSIVT 2017, EI 检索），Wuhan, China, November, 2017.

■ 依托项目

- 2016年深圳大学本科生创新发展基金基础实验项目《基于严重雾霾天气下的无人机航拍图像序列的特征提取与拼接技术的深入研究》并且获得校内**“一等奖”**（**6 / 655**）。
项目负责人：**徐荣钦**
- 2015年深圳大学本科生创新发展基金基础实验项目《基于无人机航拍图像拼接技术的研究》并获评校内**“优秀”**（前10%）。
项目负责人：**徐荣钦**



Adaptive Dehaze Method for Aerial Image Processing

Rong-qin Xu, Sheng-hua Zhong^(✉), Gaoyang Tang, Jiaxin Wu,
and Yingying Zhu

College of Computer Science and Software Engineering, Shenzhen University,
Shenzhen, People's Republic of China

{xurongqin, 2150230510, jiaxin.wu}@email.szu.edu.cn,

{casshzhong, zhuyy}@szu.edu.cn

Abstract. Remote sensing images or images collected by unmanned aerial vehicles in the hazy weather are easily interfered by scattering effect generated by atmospheric particulate matter. The terrible interference will not only lead to the images quality seriously degraded, but also result in a bad effect on the process of images feature extraction and images feature matching. In this paper, by proposing an effective adaptive dehaze method, we compare the statistical results of feature detection and matching based on Scale-invariant feature transform (SIFT) detector and descriptor before and after haze removal. And we also provide the comparisons of image stitching task. The experimental results show that, after the haze removal is implemented on hazy images, more SIFT feature keypoints and SIFT matching keypoints will be extracted, which is also beneficial to images stitching. Moreover, the proposed adaptive method performs better than the original dehaze method.

Keywords: Adaptive haze removal · SIFT detector and descriptor
Image matching · Image stitching · Kernel graph cuts · Random walk

1 Introduction

The digital image stitching technology has become a hot research field nowadays. It deals with remote sensing images collected by satellites or planes as well as aerial images collected by UAV (unmanned aerial vehicles). Aerial image processing [1, 2] is the key process in image stitching technology. At present, the image registration method based on the extracted image features is the main tendency in the field of image stitching. The core of the method is to find all of the matching feature point pairs by measuring similarity between each of the two images. Therefore, how to effectively extract more distinguished features from aerial images is very important.

Although there are not many existing work try to explore the feature detection, extraction and matching in aerial images, lots of algorithms are proposed to detect and extract features from other types of natural images, such as Harris

荣誉证书

2016年度深圳大学学生创新发展基金基础实验项目
“基于严重雾霾天气下的无人机航拍图像序列的特征提取与拼接技术的深入研究”（编号：2016071，负责人：
徐荣钦，成员：无，指导教师：钟圣华）结题评价等级
为优秀并荣获一等奖。
特发此证，以资鼓励。

深圳大学实验与设备部

2017年12月



Q & A

Thank You !