

项目编号 S2016779

武汉大学大学生创新创业训练计 划项目科研总结

基于深度学习技术的遥感影像缺失信息 重建方法研究

院（系）名 称：测绘学院

专 业 名 称 ： 测绘工程

学 生 姓 名 ： 郭骐嘉 张强

指 导 教 师 ： 袁强强 教授

二〇一七年三月

摘 要

本项目由来自测绘学院测绘工程专业 14 级的郭骐嘉同学担任负责人，小组成员是测绘学院测绘工程的张强同学，项目指导老师是测绘学院副教授袁强强老师，主要从事遥感影像质量改善与信息融合等方面的研究工作。

现代遥感数据非常丰富，但由于传感器和成像环境的影响，大部分影像在获取时都会或多或少的产生信息缺失问题，其中最典型的是大范围的云造成重要的地表信息缺失，极大限制了遥感数据的应用潜力。因此，如何实现遥感影像中大范围地表信息缺失区域的修复，是一个亟待深入研究的重要课题。遥感影像缺失信息重建通过对影像的后处理，能够突破成像系统的硬件限制，获取能够真实反映真实场景的高质量影像，提高影像的视觉感受，为影像的后续处理如模式识别、目标探测、变化检测等提供高质量数据源。

因此在现有条件下，寻找一种高效的影像缺失区域信息重建的方法，在遥感影像质量改善领域是一个非常重要的研究课题。通过这次科研项目，极大地锻炼了我们的科研素养与科研能力，让我们对科研产生了浓厚的兴趣，以后会继续从事科研工作。

一、背景

遥感影像的获取过程普遍受到云的影响，造成部分区域信息缺失。随着遥感影像在各领域应用中的重要性日益增加，遥感影像去云也日益受到关注。影像去云技术在近二十年的发展过程中，经过国内外研究者的不断努力，取得了较大的进展，不断有新思想和新方法产生。目前较为流行的方法有小波变换去云方法、影像融合去云方法、多光谱图像法、直方图匹配法、同态滤波法等方法，现有的这些方法为本研究提供了充实的理论基础。

本研究是充分依据遥感影像自身的特点而展开：通过利用深度学习，实现云的精确检测；通过发展顾及波段相关性、时相相关性、独立影像内部相关的先验模型，有效保持缺失信息区域中的空间信息。因此，项目的总体思路可行。目前如 NASA 等多家机构已经实现了遥感数据的共享，MODIS、TM、ETM+等遥感数据都能较方便的获得，中国资源卫星共享服务网、中国气象科学数据共享服务网、中国科学院对地观测数据共享服务网等网页共享了大量气象数据，保证了项目研究数据的丰富、安全、可靠。

测绘学院长期以来在遥感方向有深入的研究，对于遥感图成像机理、辐射校正、几何校正、可视化表达等方面都具有扎实的基础，大师云集，活动频繁，软硬件条件充足，文献资料丰富，学术氛围一直十分浓厚。项目指导老师袁强强老师长期从事遥感影像质量改善研究，经验丰富，为项目的实现提供了有力保障。

二、团队介绍

本组成员对科技实践具有浓厚的兴趣，学习成绩优异，积极参加各项活动。活动期间态度严谨，不畏困难，坚持不懈。珍惜每次实习机会，并从中有所收获，提升自身动手能力。我们希望抓住这次机会将专业知识应用到实际中去，实现理论与实践的相结合，从而提高我们的实践动手能力，实现与与社会实践的接轨和我们的科技创新能力。

项目组成员简介：

郭骐嘉：男，测绘学院 14 级测绘工程专业本科生，专业方向为航空航天测绘。在过去接近两年的专业学习中，掌握了扎实的学科理论知识，成绩优良，曾获 2014-2015 年度国家励志奖学金、乙等奖学金及“三好学生”称号。求知欲强，对科学研究有着浓厚的兴趣与热爱，喜欢独立思考，具有批判性思维，自学能力强。能够熟练掌握与专业相关的应用软件。对计算机科学比较感兴趣，熟悉 C、C#、MATLAB 等编程语言和图像处理，并具有独立完成编程任务的能力。具有良好的组织协调能力，曾获“武汉大学优秀学生干部”荣誉。

张强：男，测绘学院 13 级测绘工程专业本科生，专业方向为航空航天测绘。成绩优秀，擅长 C/C++、C#、Matlab、MFC，编程研发与数学推理能力较强，擅长软件开发与算法的应用。在计算机图形学、SLAM、激光雷达测量、数字图像处理、遥感原理上成绩斐然，能较为熟练地使用 OpenCV、PCL、Cmake、OpenGL 等工具，有一定机器学习的经验，参与过多项大型软件的开发工作。15 年主持校级大学生科研项目（基于 Kinect 体感器的三维场景重建技术研究）一项，曾获得国家励志奖学金（甲等）、三好学生等称号，第十届测绘技能大赛软件板块二等奖，全国大学生数学竞赛非数学组三等奖，已获得计算机二、三级证书，软件著作权 2 项。

郭骐嘉主要负责云检测这一块，张强负责图像修复，由袁老师指导，每周定期开会进行

讨论，研究接下来的科研计划。

三、项目特色

项目结合遥感影像多波段、多时相、内部自相关的特点，通过引入深度学习的方法，进行影像缺失信息区域尤其是含云层区域的检测、修复与质量评价，有效实现缺失信息的恢复与重建，为遥感影像的后续处理提供高质量数据源。

遥感影像缺失信息重建通过对影像的后处理，能够突破成像系统的硬件限制，并克服成像过程中的多种影像质量影响因素，获取分辨率高、无云雾覆盖、像元完整健康、光照均匀、噪声较少、能够真实反映真实场景的高质量影像，提高影像的视觉感受，为影像的后续处理如模式识别、目标探测、变化检测等提供高质量数据源。因此在现有条件下，寻找一种高效的影像缺失区域信息重建尤其是消除云层遮挡影像的方法，减少或除去云的影响并恢复缺失信息，在遥感影像质量改善领域是一个非常重要的研究课题。

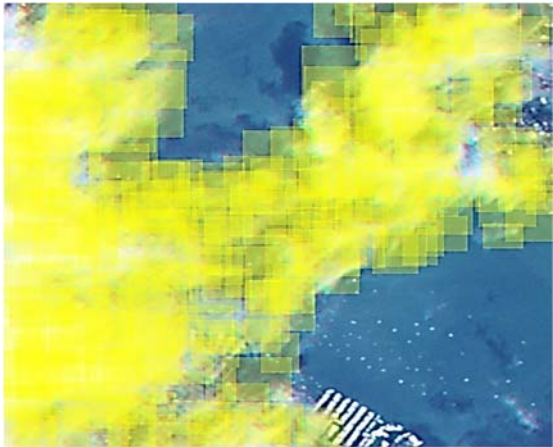
四、项目进展

针对高分辨率遥感影像数据下的云检测识别，提出一种分层的深度学习模型，通过设定特定意义的分层方法建立目标语义表征及上下文约束表征，以实现高精度云检测。

该方法主要有 3 个特点：①采用深度网络充分挖掘高分影像数据之间关系，可以获得数据之间隐含的深层关系，建立鲁棒性较强的目标特征表征，并且通过对深度网络的学习获得对于表达目标固有模式有效的特征；②对网络的每一层都赋予一定的意义，最终建立精确的语义表征，特征学习的过程中，每层之间学习在设定的规则下学习，比无监督的学习更加有效，并为进一步语义的表征提供基础；③在目标层基础上设置云层和场景层，通过云和场景上下文的约束提高目标检测精度。基于上述深度学习框架，建立更为完善、合理的遥感影像的云检测方法。



云检测前



云检测后

云影处理算法会随云的覆盖类型的不同而不同，稀薄的云雾会使得影像模糊，但是地物

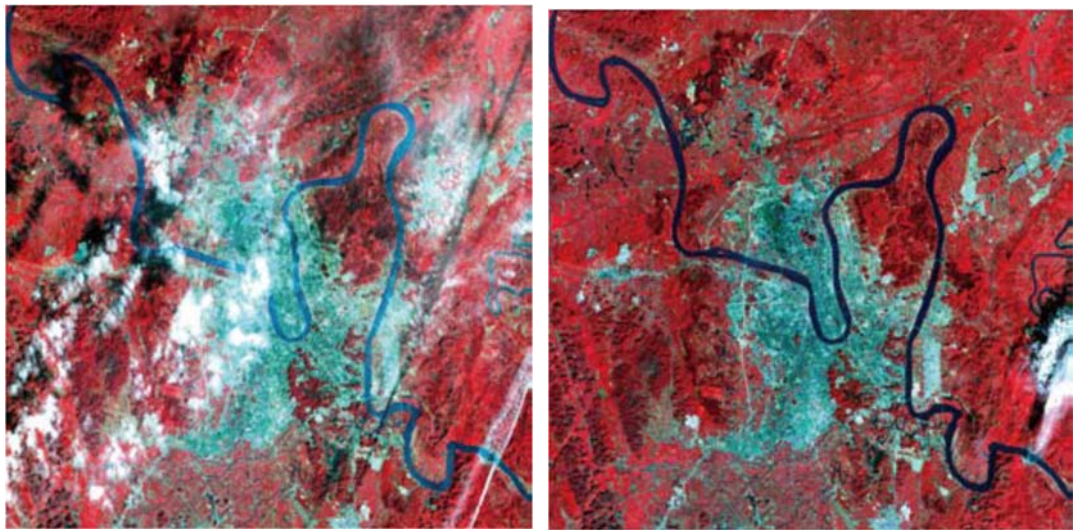
未被完全遮挡，为有效去除大范围内存在的薄云，赵忠明和朱重光(1996)提出了同态滤波去云法，把频率过滤与灰度变化结合起来，分离云与背景地物，最终从影像中消除云的影响，这种方法由于涉及滤波器结构以及截止频率的选择，在滤波的过程中有时会丢失一些有用信息。大面积的厚云，不仅遮蔽传感器视线方向的部分地物，而且会在地面投射出大块的阴影，目前比较有效的方法是同相近时相或不同年份同一季节的无云数据对厚云区域进行替换修复(，但是受地物和成像条件变化的影响，其修复效果取决于无云数据与待修复数据的相似程度，而且需要对多源数据进行精确的配准和校正，处理周期比较长。

针对遥感影像中大范围的死像元与厚云区域，当前的影像修复技术在信息量不足、地物分布复杂、互补数据相关性不强、噪声或离群点影响等条件下，还难以有效满足实际处理需求。本项目拟基于深度学习，根据每种理论的处理优势，并结合不同输入条件的遥感数据特点发展相应的影像修复方法。

研究思路为：通过构建多层感知器和海量训练数据来学习更有效的特征从而大大提高修复的准确性；通过上述深度学习云检测技术找到目标图像中云遮挡的区域，即缺失信息区域，然后通过大量的数据训练来匹配缺失区域与无缺失区域的特征关系，并最终完成恢复与重建工作。

主要过程为：

- 1) 设计多层感知器 (Multi-layer perceptrons, MLP) ；
- 2) 训练已检测到的缺失信息区域并输出相应参数；
- 3) 利用多时相、多波段影像匹配原缺失信息部分的重叠区域；
- 4) 恢复并重建相对应的影像缺失区域。



修复前含云影像

修复后结果影像

五、收获与体会

随着高分辨率卫星的快速发展，高分辨率遥感影像数据急剧增加，研究基于大数据的遥感影像处理的算法成为当前的迫切需求，而深度学习在图像识别，目标检测，图像分类等领域的应用已成为当下研究的一大热点。深度学习通过建立类似于人脑的分层 模型结构，对输入数据逐级提取从底层到高层的特征，从而能很好地建立从底层信号到高层语义的映射关系。深度学习研究还基本处于起步阶段，但在应用领域已经显现出巨大能量。近年来，谷歌、微软、百度等拥有大数据的高科技公司相继投入大量资源进行深度学习技术研发，在语音、

图像、自然语言、在线广告等领域取得显著进展目前深度学习的理论。

因此，针对上述问题，本项目以“多层神经网络模型的选择、多层神经网络的优化”为研究主线，（1）提供一种更高效的基于深度学习的卷积神经网络云检测技术：进一步提高图像识别的准确性。基于 MATLAB 程序设计语言和 python 语言，对卷积神经网络分类进行编程实现，并将其应用到给定的遥感图像云检测中，同时改进训练过程。（2）提供一种更先进的基于深度学习技术的遥感影像缺失信息重建方法：目前国内外学者的研究主要集中在以下三个方面，无互补信息的影像修复、基于谱段互补信息的影像修复和基于时相互补信息的影像修复，而利用深度学习技术进行缺少信息重建是一个全新的领域，也必将是一个热门和至关重要的领域。（3）提供一种更可靠的基于深度学习技术的图像质量评价方法：通过大量的实验，详细分析网络层数、隐含层节点数、学习率、迭代次数以及训练样本数对图像质量评价的影响，探寻最佳的网络参数，通过无监督的特征学习和有监督的网络微调充分挖掘数据中的内在信息，从而获取更优的特征。

在这一年中，从刚开始懵懂一无所知，到现在已经养成了良好的科研素养，收获很大，主要有一下几点体会。

1、学会搜索文献。刚开始的时候，不知道在哪里可以下载想要的文献，后来通过老师的讲解，知道可以在武汉大学图书馆下载到很多文献，也可以在一些学报上下载文章，比如测绘学报，中国图像图形学报等等，在这过程中我熟练使用了 endnote 文献管理工具，这给我科研的进展提供了很大的帮助，因为当文献很多的时候，往往比较混乱，通过有效的管理，我可以快速查到自己想要找的资料。在这期间我也学会了谷歌搜索，必应搜索等科研必要的搜索引擎。我觉得最基本的科研技能就是从搜索文献开始，只有知道了如何可以快速的查到自己想要的文献才可以快速的进入项目。

2、科研需要耐心。我还记得去年三月份刚开始进入科研计划的时候，那个时候啥都不懂，根本不知道从何处下手，后来根据老师的指导开始阅读相关的文献，阅读文献是一项枯燥的工作，至少对于刚开始的我来说相当的无聊，尤其是里面的算法很难搞懂，所以刚开始的时候真的需要耐心，只要一点点看，多看几遍，一定会明白作者的思路与算法，经过一年的训练，我现在已经可以熟练地看一下中文文献，而且遥感这一块很多优秀的论文都发表在国外，所以还需要去阅读大量的英文文献，当读的文献数量增多时，一点点便会有自己对于这个算法的理解，从而进行试验，得到满意的结果。

3、大量阅读文献。我觉得袁老师说的做学问一块给我很大的启发，他说首先要全面覆盖地积累知识，通过泛读、精读等多种形式阅读大量文献，在阅读中找出自己感兴趣的、有挖掘潜力的、有新角度的文章；要形成阅读文章思维的转换，从以前只注重文章内容的阅读转为不仅注重内容，更侧重于文章的逻辑思维、论证方法、文章脉络的阅读。我觉得自己在这方面做得很不足，似乎是老师安排什么任务就回去看些什么文章，缺乏主动性的学习，没有很好的利用现有资源库，知识储备有限，写文章时的思维就会被限制，有无从下笔之感，更不用说什么创新之点了。