



《遥感原理与方法实习报告》 实习报告

学 院： 遥感信息工程学院

班 级： 20F10

学 号： 2020302131201

姓 名： 常耀文

指导教师： 石文轩

2022 年 6 月 19 日

目录

1 软件介绍.....	2
2 总括.....	2
3 实习内容.....	3
3.1 遥感专题信息提取与专题图制作.....	3
3.1.1 实习目的与流程.....	3
3.1.2 遥感影像多波段叠加.....	4
3.1.3 几何校正.....	6
3.1.4 遥感影像镶嵌和裁剪.....	11
3.1.5 遥感影像融合.....	15
3.1.5 遥感影像监督和非监督分类.....	16
3.1.6 遥感专题图制作.....	24
3.2 基于特征指数的专题信息提取程序设计.....	25
3.2.1 实验目的.....	25
3.2.2 植被特征提取.....	26
3.2.3 水体特征提取.....	28
3.2.4 建筑特征提取.....	31
3.3 遥感影像阴影检测程序设计.....	33
3.3.1 实习目的.....	33
3.3.2 基于 HSV 彩色空间的阴影检测.....	33
3.3.3 基于 C1C2C3 彩色空间的阴影检测.....	36
4 实习总结和感想.....	38

1 软件介绍

ERDAS IMAGINE 是一款遥感图像处理系统软件。ERDAS IMAGINE 是美国 ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统。它以其先进的图像处理技术，友好、灵活的用户界面和操作方式，面向广阔应用领域的产品模块，服务于不同层次用户的模型开发工具以及高度的 RS/GIS（遥感图像处理和地理信息系统）集成功能，为遥感及相关应用领域的用户提供了内容丰富而功能强大的图像处理工具，该软件功能强大，在该行业中占有一定市场份额。其中，我们使用 ERDAS9.2 IMAGINE 操作。

ERDAS IMAGINE 是美国 ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统。它以其先进的图像处理技术，友好、灵活的用户界面和操作方式，面向广阔应用领域的产品模块，服务于不同层次用户的模型开发工具以及高度的 RS/GIS（遥感图像处理和地理信息系统）集成功能，为遥感及相关应用领域的用户提供了内容丰富而功能强大的图像处理工具，代表了遥感图像处理系统未来的发展趋势。

ERDAS 公司作为一个遥感软件公司创建于 1978 年，总部设在美国佐治亚州的亚特兰大市。自公司成立以来，一直致力于遥感处理系统技术的开发应用和服务，开拓遥感领域的全球市场，取得了巨大的成功，在近 20 年里始终保持利润持续稳定地增长。目前 ERDAS 公司已经发展成为世界上最大的专业遥感图像处理软件公司，全球用户遍布 100 多个国家，软件套数超过了 60,000 套，市场占有率为 46%，在全球遥感处理软件市场排名第一，在 GIS 软件市场排名第九。

因此，学会 ERDAS 及其相关操作对于我们学习地理信息系统的人具有重要的意义。



序图：ERDAS 概念图

2 总括

本次实习是“遥感原理与方法”课程的有机组成部分。实习包括软件操作和程序编写两个部分，旨在加深理解和巩固《遥感原理与方法》课程中的基本理论和方法。同时，锻炼了我们运用主流遥感软件分析问题和解决问题的能力，培养了我们运用编程技术，建立遥感模型，解决遥感应用问题的能力。

本篇实习报告将从总括、实习内容和实习总结与感想三个方面对这一周以来的实习任务进行总结和梳理。

3 实习内容

本次实习内容主要包括三个部分：遥感专题信息提取与专题图制作，基于特征指数的专题信息提取程序设计，遥感影像阴影检测程序设计。下面将对每一部分的实习，从实习目的与流程、基本原理、实习步骤和结果与分析多个方面进行总结。

3.1 遥感专题信息提取与专题图制作

3.1.1 实习目的与流程

3.1.1.1 实习目的

遥感专题地图是指在计算机制图环境下，利用遥感资料编制各类专题地图，它是遥感信息技术在测绘制图和地理研究中的主要应用之一。实习的目的总结如下：

- ①在整体上，要求熟练掌握 ERDAS 遥感软件的操作和应用
- ②在局部上，要求深刻理解遥感影像预处理（如格式转换、几何配准、影像镶嵌），影像分类、分类后处理，专题制图等技术的原理，并熟练掌握这些技术的软件操作方法。

3.1.1.2 流程设计

本次实习使用的数据是：宜昌地区 TM 1, 3, 4, 5, 6, 7 波段影像（左、右两幅）和 SPOT 全色影像。联系理论课上所学知识可以得知如下信息：

- 1) TM 影像波段丰富（1~7 分别代表：蓝，绿，红，近红外，中红外 1，热红外，中红外 2），但空间分辨率较低：TM6 热红外波段空间分辨率达到为 120m，而其他波段空间分辨率也达到 30m
- 2) SPOT 全色影像的波段单一，但空间分辨率达到了 2.5m

针对两套影像数据各自的特点，可以得知需要综合利用它们各自的优势：首先使用空间分辨率较高的 SPOT 影像对 TM 影像进行几何校正；其次对 TM 左右影像进行镶嵌、裁剪；然后利用波段较为丰富的 TM 影像进行地物分类；最后进行一些分类后处理、精度评定、制图输出等操作。为此，设计技术流程图如下：

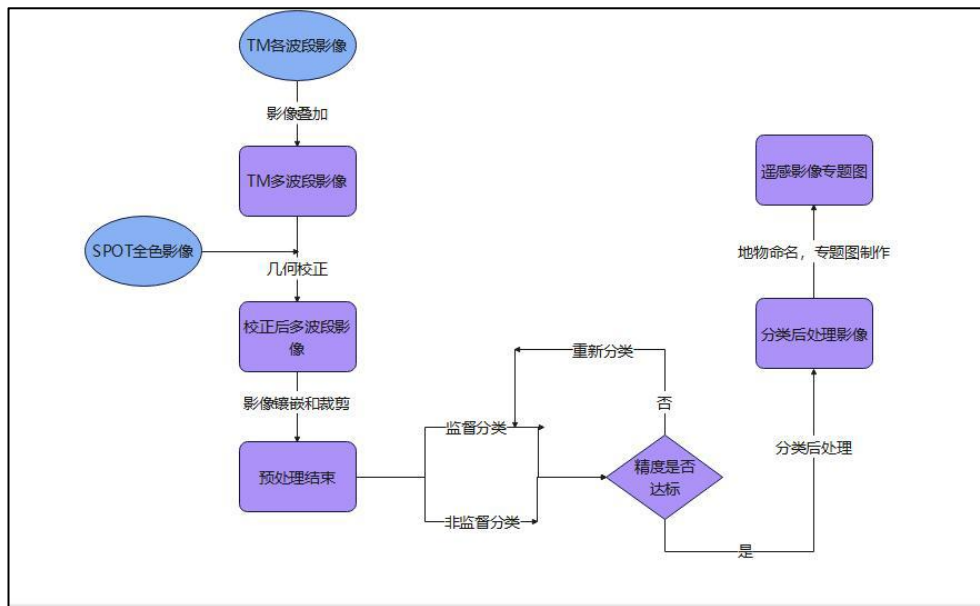


图 1：专题图制作技术流程

可见，此次实验中涉及到的技术包括：遥感影像的多波段叠加、遥感影像几何校正、遥感影像的镶嵌和裁剪、遥感影像的监督和分类（包括精度评定和分类后处理）、遥感专题图制作。下面将对每一项涉及到的技术讲述其原理，操作，以及实验结果分析。

3.1.2 遥感影像多波段叠加

（1）基本原理

遥感影像多波段叠加是将同一地区的多个波段影像进行叠加得到一个多波段影像，并通过假彩色来进行显示的过程。

（2）实验操作

由于 TM 影像 6 波段为热红外波段，空间分辨率达到了 120M，但是此次实验中还会使用。因此仅对 1, 3, 4, 5, 6, 7 六个 TM 波段影像进行融合。

①将 1, 3, 4, 6, 5, 7 六个 TM 波段影像通过 ERDAS 软件发现六张影像在空间上相互

重叠，可以进行影像波段叠加。

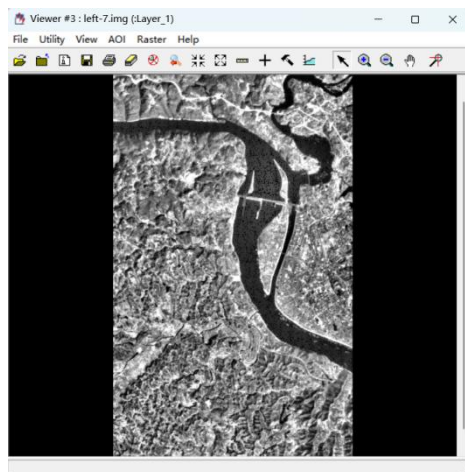


图 2: TM 单个波段演示

②打开 *Layer Stack* 工具，加入上述六张影像：

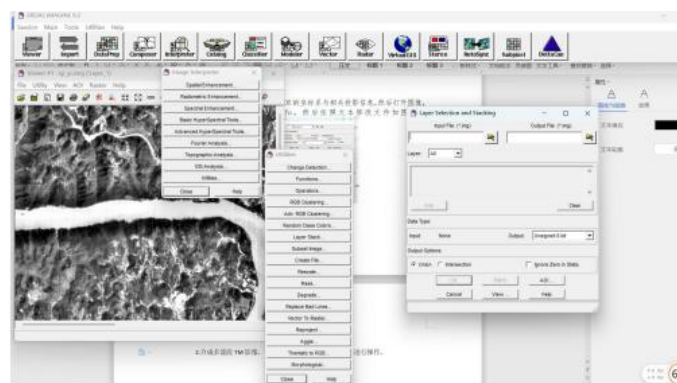


图 3: *Layer Stack* 工具

设置输出路径之后，即完成影像叠加。

(3) 结果与分析

最终得到的是一张六波段的 *img* 格式影像，通过调整假彩色显示波段，可以改变图像的颜色组合。在 ERDAS 软件中显示如下：

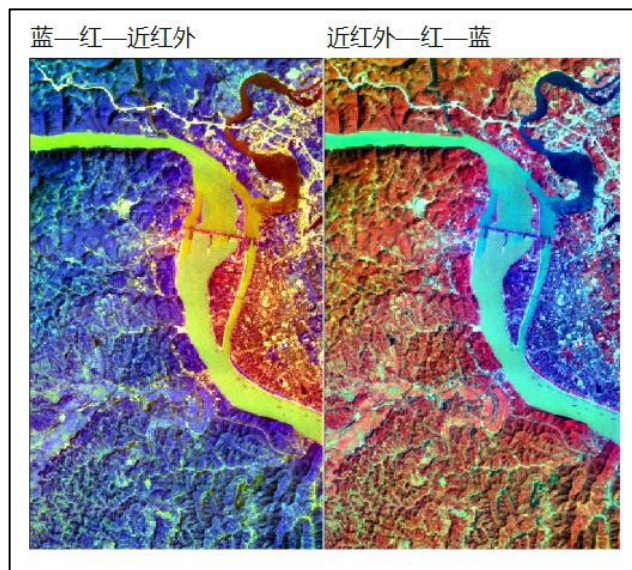


图 4: 多波段影像显示

可以看出,不同的波段组合会产生不同的显示效果,特别注意的是这个第六个波段一般并不常用(红外波段),但是在本次实习中,我们需要加入六个波段合成彩色图像,但是为了符合一般规范,上方的多波段影像采用去除第 6 波段的影像进行操作。

3.1.3 几何校正

在进行几何校正之前,需要为 SPOT 影像配置正确的坐标系:在 SPOT 影像属性对话框中,打开 Utility->layer info->Change Map Model,按照所给文件输入影像左上角顶点坐标、X 和 Y 方向像素大小、投影方式的信息,如下:

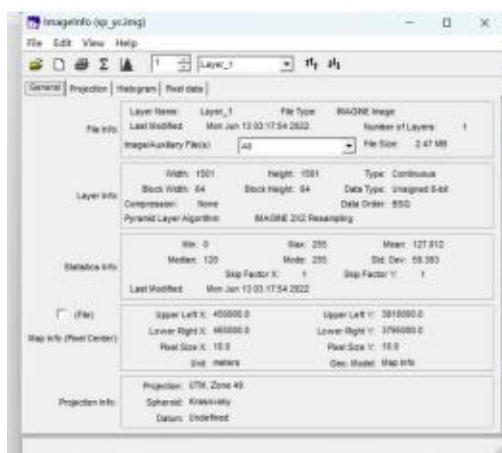


图 5: 投影信息设置

之后,打开 Edit->Add/Change Projection,在对话框中设置投影坐标系的选择:

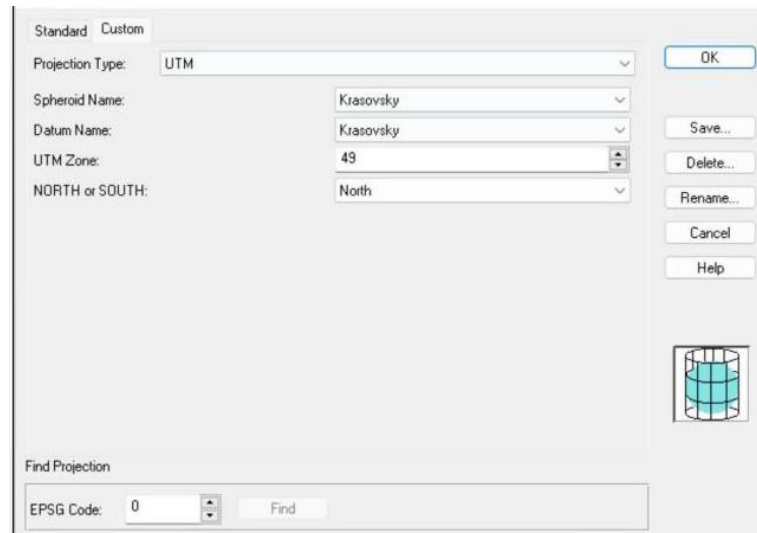


图 6：选择投影坐标系

此后，即可完成投影的设置，在 ERDAS 界面中可以看到右下角已经显示了影像的绝对坐标：

460422.08, 3801682.47

图 7：影像绝对坐标

下面开始几何校正的过程。

(1) 基本原理

几何校正是在遥感数据处理中占有重要地位，它是各种专题图的生产的预处理、可以保证多源遥感信息处理时几何的一致性，也是利用遥感数据进行地图测图或更新的必要操作。

几何校正的基本模型包括共线方程模型、RFM 模型、多项式模型等等，这些模型中又可以细分为直接法校正和间接法校正。本次实验中使用的是基于多项式模型的校正，多项式模型是指将地物的地面坐标用其图像坐标所构成的多项式来表示的方法。其几何校正流程如下：

1) 在图像坐标系和地物坐标系中选取一系列同名点对作为控制点，这些控制点需要满足一下要求：

- ①在图像上均匀分布
- ②在图像上可明显区分
- ③尽量覆盖影像的四个角落
- ④控制点个数 $>(n+1)(n+2)/2$ （ n 为多项式最高次数），至少留出一个控制点用来精度评定

2) 根据所选的多项式模型，解算相关系数，建立转换方程：

$$\begin{cases} x = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} a_{ij} u_i^i v_i^j \\ y = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} b_{ij} u_i^i v_i^j \end{cases}$$

3) 根据多余控制点和检查点进行精度评定

4) 像素重采样

(2) 实验操作与步骤

首先打开被纠正影像 left.img 显示在视图中，然后使用 *Raster->Control Points* 工具：

①依次选择：纠正模型为多项式模型，参考影像为 SOPT 全色影像，多项式最高次数为 2，这里选择一次多项式模型

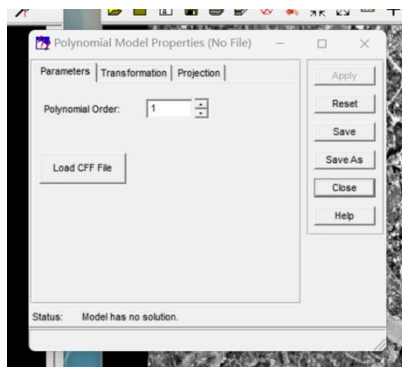


图 8：多项式模型

②在 TM 和 SPOT 影像上选取 4 对同名点，注意所选同名点需要满足“基本原理”中所说的需求，控制点选取如下：

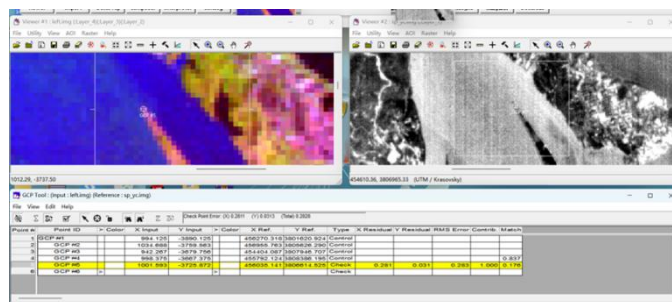


图 9：选取控制点

③计算控制点误差：

点击工具栏上的计算按钮，在下方同名点列表中可以查看控制点误差：

Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1		994.125	-3890.125		456270.318	3801620.924	Control					
2	GCP #2		1034.688	-3759.563		456955.763	3805626.290	Control					
3	GCP #3		942.267	-3679.756		454404.087	3807946.707	Control					
4	GCP #4		998.375	-3667.375		455792.124	3806386.195	Control					0.637
5	GCP #5		1001.593	-3725.872		456035.141	3806614.525	Check	0.281	0.031	0.283	1.000	0.176
6	GCP #6							Check					

图 10: 左影像控制点误差

可以看到, 控制点误差均在一个像素之内, 控制点误差的大小并未体现在其中, 不过根据记录控制点的 RMS 为 0.0335, 符合几何校正精度要求。

④选取检查点, 进一步检验精度: 检查点的选取和控制点相同, 不过选取之后需要将点的类型更改为“check”。选取了一对检查点, 并点击工具栏上“√”按钮, 计算检查点误差, 加了检查点后的误差是 0.2828, 检查点误差如下:

Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1		994.125	-3890.125		456270.318	3801620.924	Control					
2	GCP #2		1034.688	-3759.563		456955.763	3805626.290	Control					
3	GCP #3		942.267	-3679.756		454404.087	3807946.707	Control					
4	GCP #4		998.375	-3667.375		455792.124	3806386.195	Control					0.637
5	GCP #5		1001.593	-3725.872		456035.141	3806614.525	Check	0.281	0.031	0.283	1.000	0.176
6	GCP #6							Check					

图 11: 左影像总误差

可见, 检查点误差同样位于一个像素之内, 符合要求。

至此, 几何校正的工作全部完成。此外还需要做一些结果保存工作: 将被校正图像输出为影像, 将输入图像和参考图像上的控制点、检查点保存, 便于日后的查阅。

附: 右影像的控制点, 检查点选取, 以及精度评定结果如下:

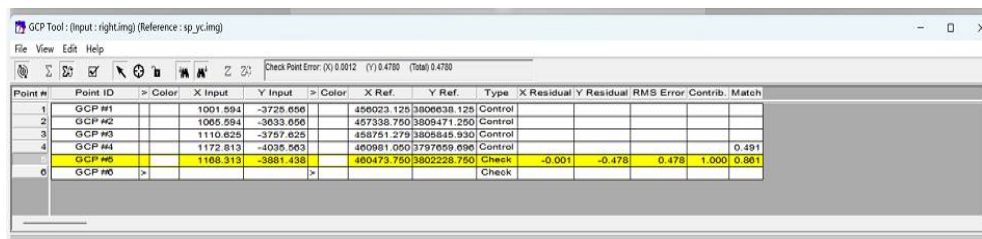
Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1		994.125	-3890.125		456270.318	3801620.924	Control					
2	GCP #2		1034.688	-3759.563		456955.763	3805626.290	Control					
3	GCP #3		942.267	-3679.756		454404.087	3807946.707	Control					
4	GCP #4		998.375	-3667.375		455792.124	3806386.195	Control					0.637
5	GCP #5		1001.593	-3725.872		456035.141	3806614.525	Check	0.281	0.031	0.283	1.000	0.176
6	GCP #6							Check					

图 12: 右影像控制点和检查点选取

Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1		1001.594	-3725.656		456023.125	3806638.125	Control					
2	GCP #2		1065.594	-3633.656		457338.790	3809471.250	Control					
3	GCP #3		1110.625	-3757.625		458751.279	3805518.310	Control					
4	GCP #4		1172.613	-4035.563		460951.050	3797059.896	Control					0.491
5	GCP #5		1168.313	-3881.438		460473.790	3802228.750	Check	-0.001	-0.476	0.476	1.000	0.061
6	GCP #6							Check					

图 13: 右影像控制点精度

右影像控制点精度通过我们当时记录的结果为 0.0796, 结果为 RMS



GCP Tool: (Input: right.img) (Reference: sp_yc.img)

File View Edit Help

Check Point Error: (X) 0.0012 (Y) 0.4780 (Total) 0.4780

Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1		1001.594	-3725.656		456023.125	3806638.125	Control					
2	GCP #2		1065.594	-3633.656		457338.750	3809471.250	Control					
3	GCP #3		1110.625	-3757.625		458751.279	3808845.930	Control					
4	GCP #4		1172.813	-4035.563		460981.950	3797659.696	Control				0.491	
5	GCP #5		1168.313	-3881.438		460473.750	3802228.750	Check	-0.001	-0.478	0.478	1.000	0.981
6	GCP #6							Check					

图 14: 右影像总精度

加入检查点勾选后, RMS 为 0.4780.

(3) 实验结果与分析

左影像 left 纠正结果如下:

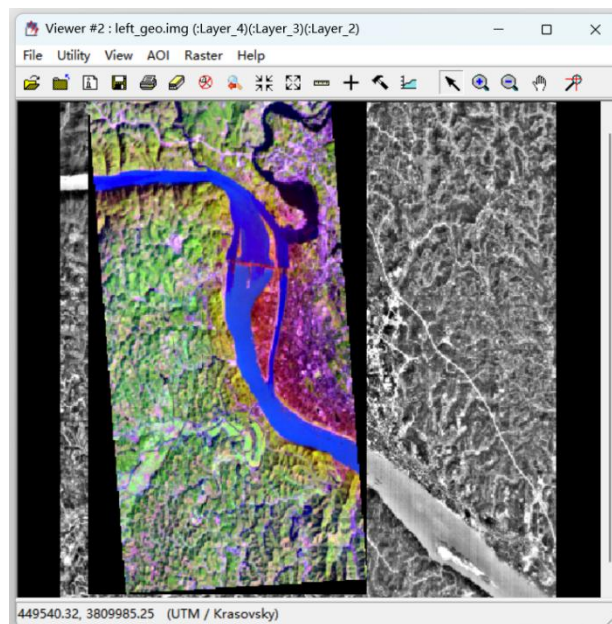


图 15: left 影像纠正结果

分析影像可以得出一下结论:

- 1) 纠正后的 left 影像已和 SPOT 全色影像几乎完全重合
- 2) 纠正后的 left 影像相对于原图像, 出现了平移、旋转和缩放这三种变化。同时, 由于我们采用的是一阶多项式模型, 纠正结果还相对于原图出现了些许的弯曲。
- 3) 纠正后的 left 影像已经具有了和参考影像相同的坐标系, 可以在其属性框中查看:

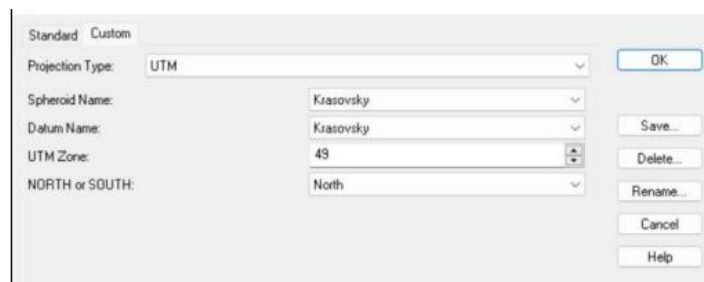


图 16: 纠正后 left 影像坐标系统

右影像同理可得。左右影像与 SPOT 影像叠加输出的结果如下图所示：

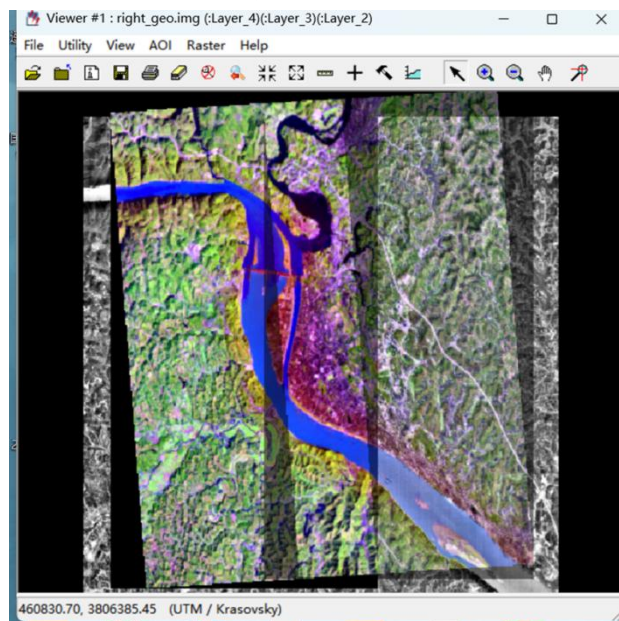


图 17：纠正后 left 影像坐标系统

3.1.4 遥感影像镶嵌和裁剪

得到了具有正确坐标系统的左、右 TM 影像后，将两幅影像同时显示在 ERDAS 软件中，如下图所示：

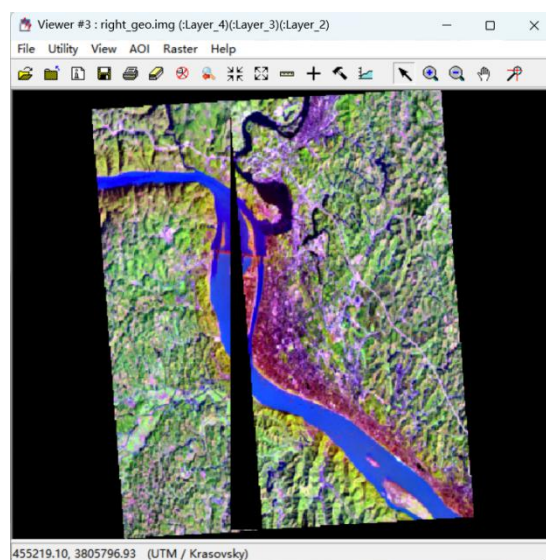


图 18：left 和 right 影像同时显示

可以发现上图中存在如下两个问题：

- ①影像拼接痕迹明显：影像存在没有完全对齐的“缝隙”
 - ②影像不是一个规则形体，不方便后续的成图操作
- 为了解决上述问题，需要对影像进行镶嵌和裁剪

(1) 基本原理

由于裁剪本质就是掩膜的操作，这里仅仅对镶嵌的基本原理进行总结。

影像镶嵌的本质是：将多幅不同的图像连接拼在一起，将所有参加镶嵌的图像纠正到统一的坐标系中。镶嵌需要考虑的效果在于：保证拼接后的图像反差一致，色调相近。影像镶嵌的步骤如下：

- ①图像的几何纠正：这一个步骤已经完成
- ②镶嵌边的确定：先取图像重叠区的 1/2 为镶嵌边；然后搜索最佳镶嵌边，即该边为左右图像上亮度值最接近的连线
- ③亮度和反差调整：以某一幅图像作为基准，改变另一幅图像的图像基色和亮度反差，使两幅图像视觉效果相近
- ④平滑边界线

在图 18 中可以看出，两幅输入图像的色调和基色本身就非常接近，因此不需要进行第三步中的颜色调整，因此本次镶嵌操作的关键在于镶嵌边的确定。

(2) 实验操作与步骤

点击 DataPrep 中的 Mosaic Images，找到 Mosaic Tools。

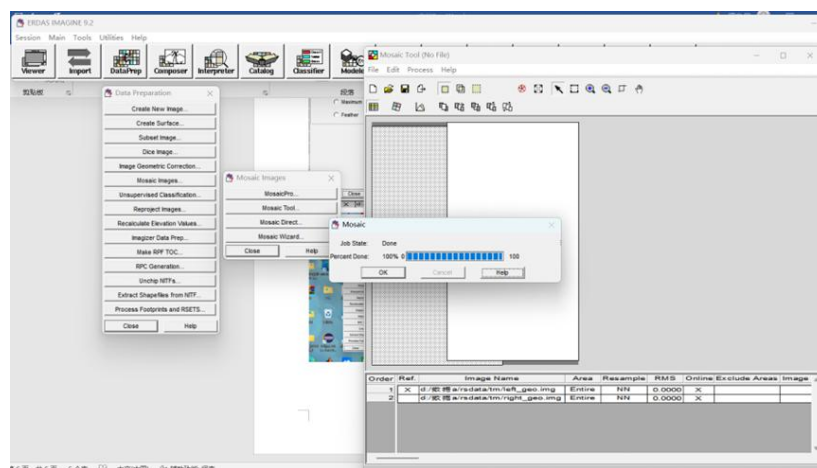


图 19: Mosaic Tools

点击 Mosaic Tools 中的找到 Add Images，添加要镶嵌的两张影像。

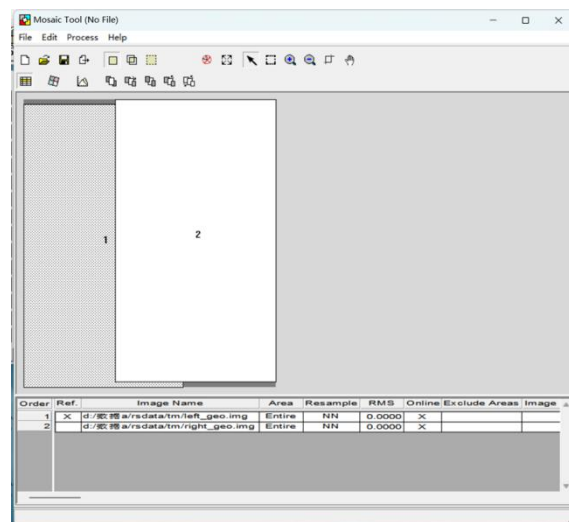


图 20: 添加要镶嵌的影像

点击 edit 中的 Set Overlap Function，选择镶嵌模型，然后应用镶嵌模型

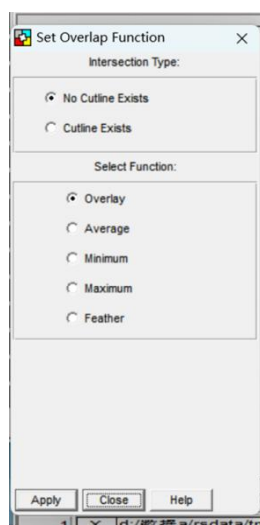


图 21：选择镶嵌模型

此次实验使用最近邻镶嵌的方式进行后续分析。此外，通过工具栏中的“对比度/亮度”工具还可以设置镶嵌图像的对比度和亮度特征；通过“镶嵌边设置”工具还可以对镶嵌边进行平滑、羽化等操作。这里由于输入图像之间颜色视觉效果本身比较相近，因此不做设置。

镶嵌结果影像如下图所示：

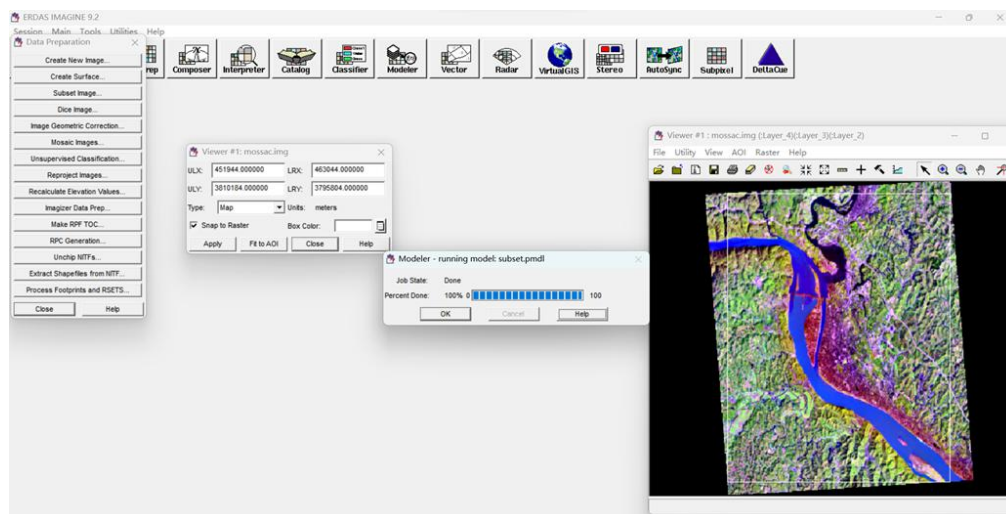


图 22：镶嵌结果

由于输入图像的颜色比较相近，且镶嵌边形状比较简单，镶嵌操作在视觉的改善方面效果并不明显，但是现在两幅图像已经位于同一个坐标系统中：

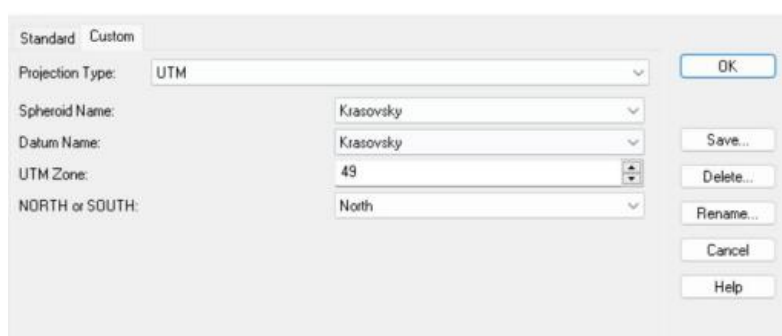


图 23: 镶嵌影像坐标系统

完成了镶嵌操作之后,还需要对影像进行裁剪。首先需要创建裁剪窗口:使用 Drawing 工具,画出一个裁剪矩形尽量包含被裁减图像的区域范围;然后使用 DataPrep->Subset-> Subset Image 工具,设置被裁减影像,输出路径,以及裁剪窗口来源(视图):

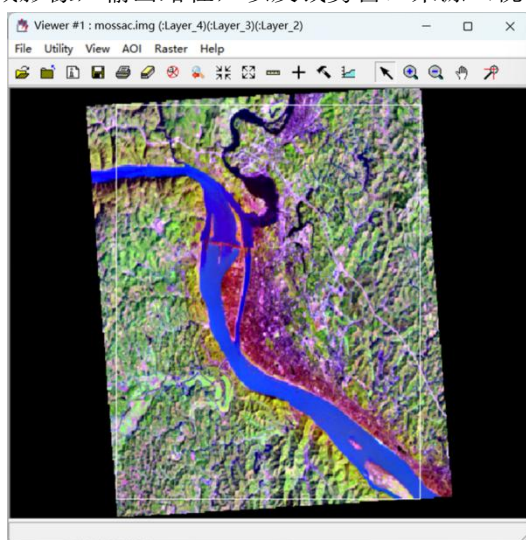


图 24: 裁剪区域划定

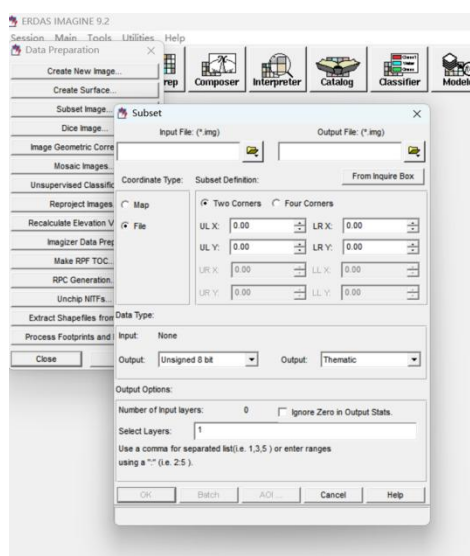


图 25: 裁剪设置

对于 SPOT 影像与 TM 影像进行裁剪，最终得到结果如下：

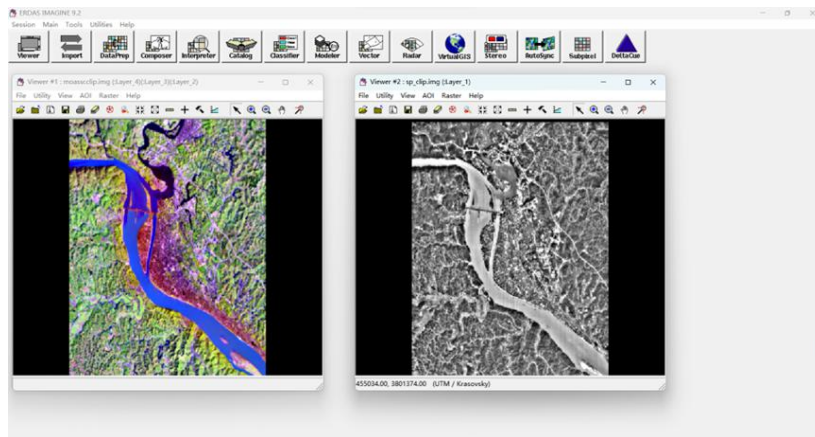


图 26：影像裁剪结果

3.1.5 遥感影像融合

(1) 基本原理

遥感图像融合的定义是通过将多光谱低分辨率的图像和高分辨率的全色波段进行融合从而得到信息量更丰富的遥感图像。常用的遥感图像融合方法有 Brovey\PCA\Gram-Schmidt 方法。其中 Gram-Schmidt 方法效果较好，且应用广泛。

(2) 实验操作与步骤

选择 Image interpreter->spatial enhancement->Resolution merge，选择双线性内插法进行影像融合，利用之前裁剪的 SPOT 全色影像与彩色影像

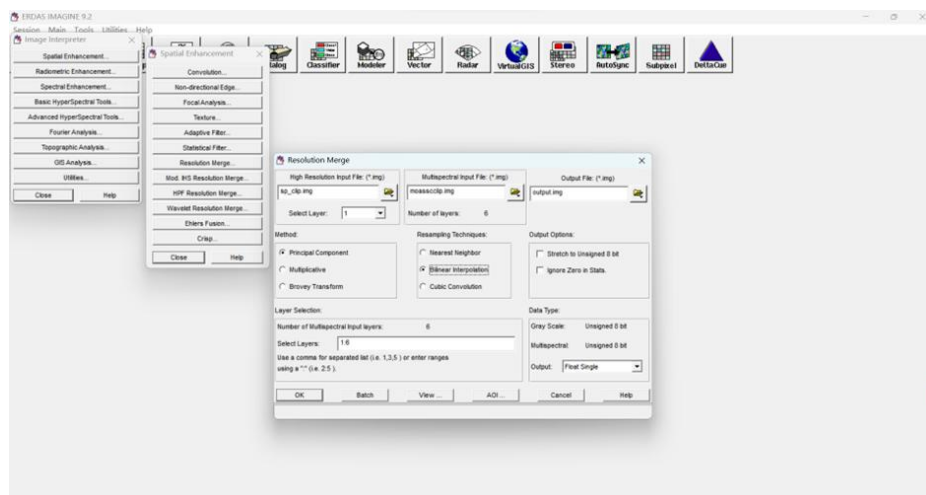


图 27：影像裁剪结果

获取影像融合结果：

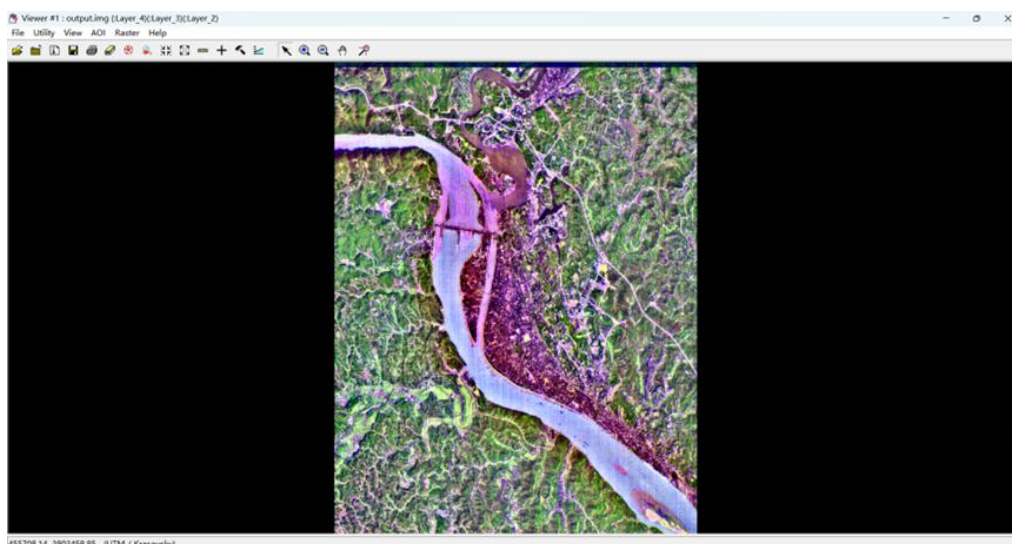


图 28：影像融合结果

3.1.5 遥感影像监督和非监督分类

得到了规整的多波段遥感影像之后，便可以对其进行地物分类了。遥感影像自动识别分类技术是指：利用计算机技术来模拟人类的识别功能，对遥感图像上的信息进行属性的自动判别和分类，达到提取所需地物信息的目的。

而根据是否需要人工选取分类样本作为输入，遥感影像的分类方式又可以分为非监督分类和监督分类两大类，下面逐个介绍其原理和方法。

3.1.5.1 非监督分类法

（1）基本原理

非监督分类是指：仅凭遥感影像地物的光谱特征的分布规律，即自然聚类的特性，进行“盲目”的分类；需要明确的是，在非监督分类中，类别的属性是通过分类结束后目视判读或实地调查确定的，而非由模型直接给出。非监督分类主要算法包括：K 均值分类法，ISODATA 分类法和平行管道分类法。这里主要讲述前面两种算法原理。

1) K 均值聚类法

K-均值算法的聚类准则是使每一聚类中，多模式点到该类别的中心的距离的平方和最小。其基本思想是：通过迭代，逐次移动各类的中心，直至得到最好的聚类结果为止。算法步骤如下：

- ①从数据中选择 k 个对象作为初始聚类中心
- ②计算每个聚类对象到聚类中心的距离来划分其所属类别
- ③再次计算每个聚类中心
- ④计算标准测度函数，之道达到最大迭代次数，则停止，否则，继续操作

从算法中可以看出，K 均值分类算法需要我们预先输入地物的类别个数，一般输入类别数目是要比真实类别个数稍大一些，这样方便我们后续对类别进行合并，可以提高分类精度。

2) ISODATA 聚类法

IOSDATA 算法相对于 K 均值算法的优势在于：它可以自动地进行类别的“合并”和“分裂”，从而得到类数比较合理的聚类结果。其算法流程如下：

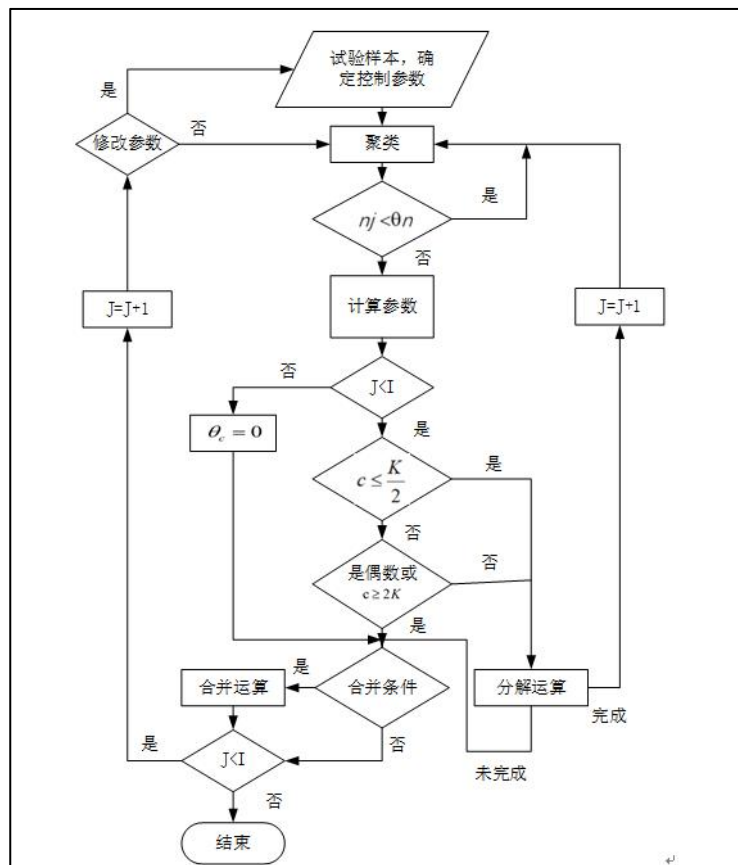


图 29: ISODATA 算法流程

(3) 实验结果分析

由于非监督分类并非我们实验的重点，故过程不予详细展示，仅对实验结果进行分析可得经过非监督分类这部分的实验，可以得出以下结论：

- ①K 均值和 ISODATA 分类效果差异不大，原因是我们把 ISODATA 算法中的“最大类别数目”和“最小类别数目”同时设置为了 10，这使得 ISODATA 算法失去了在分类过程中自动将类别合并和分裂的功能
- ②非监督分类法存在一些误分的现象：图像右下角的小岛被归类为“道路”；同时图像中间区域“城市”类型和“道路类型”错综分布得毫无规律，显然这是不符合事实的；此外，河流岸边的一些地面往往会被误分为湖泊。

3.1.5.2 监督分类法

(1) 基本原理

监督分类法是指：首先确定每个类别的样区，通过学习或训练确定判别函数和相应的判别准则，然后计算未知类别的样本观测值函数值，按规则进行像元的所属判别的分类方法。通过概念描述可以得知，监督分类法相对于非监督分类法差异如下：

- ①需要人为选择样区作为训练样本

②需要选择一定的判别函数和判别规则

根据判别函数和判别规则的不同，监督分类法可以大致分为两大类：基于概率的监督分类法（最大似然法）和基于距离的监督分类法（最小距离法）。此次实验使用的是最小似然法，下面对其原理进行说明。

最大似然法判别函数设定为：把某特征矢量（X）落入某类集群的条件概率，而判别规则设定为贝叶斯判别规则，即：把 X 落入某集群 w_i 的条件概率 $P(w_i/X)$ 最大的类为 X 的类别。简化后的判别函数如下：

$$d_i(X) = -\frac{1}{2}(X - M_i)^T \Sigma_i^{-1}(X - M_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| + \ln P(w_i)$$

因此选取样本的目的就是构造一系列的方程，利用最小二乘方法去解算判别函数中的各个参数，之后对所有的位置区域的像元计算它属于各个类别的概率，取其大者为该像元所属类别。

(2) 实验操作和步骤

1) 训练样区的选取

使用工具：*Supervised->Signature Editor*；在未分类的底图上逐个选取每个类型的样区。选取样区的过程中要注意：

- ①每一类的样本需要均匀分布，且样本面积合适
 - ②在地物交界处需要额外仔细选取（例如河流与湖泊的交界处，植被与道路的交界处）
- 最终选取样区如下：

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	长江		0.153	0.297	0.921	1	1	781	1.000	X	X	X	X	
2	深水区		0.040	0.000	0.163	2	2	351	1.000	X	X	X	X	
3	居民地		0.546	0.195	0.372	3	3	611	1.000	X	X	X	X	
4	植被		0.400	0.562	0.324	4	4	290	1.000	X	X	X	X	
5	道路		0.711	0.521	0.824	5	5	276	1.000	X	X	X	X	

图 30：选取样区

之后，需要对此次选取的样区生成混淆矩阵，进行精度评定。生成混淆矩阵如下：

CLASSIFICATION ACCURACY ASSESSMENT REPORT									

Image File : d:/2020302131201-常耀文-遥感原理数据实习/classified.img									
User Name : lenovo									
Date : Mon Jun 20 08:26:51 2022									

ERROR MATRIX									

		Reference Data							
		-----				-----			
Classified Data		长江		深水区		居民地			
Unclassified		0	0	0	0	0	0		
长江		0	7	0	0	0	0		
深水区		0	0	4	0	0	0		
居民地		0	0	0	0	2	0		
植被		0	1	1	1	1	0		
道路		0	0	0	0	2	0		
Column Total		0	8	5	6				
		Reference Data							
		-----				-----			
Classified Data		植被		道路		Row Total			
Unclassified		0	0	0	0	0	0		
长江		0	0	0	7	4	0		
深水区		0	0	0	4	1	0		
居民地		0	0	1	4	2	0		
植被		52	0	0	55	2	0		
道路		1	27	0	30	1	0		
Column Total		53	28	100					

图 31：样本混淆矩阵

混淆矩阵每一行代表样区中某一类地物的像素个数，每一列对应被分为该类别的像素个数。此处大多数地物的判别精度都达到了 90%以上，符合分类精度需求，因此可以使用该样本进行监督分类。

2) 监督分类

使用 *Raster->Supervised->Supervised Classification* 工具，设置输入影像，输入样区，输出路径后，得到监督分类图，将其设置相应色彩显示如下：

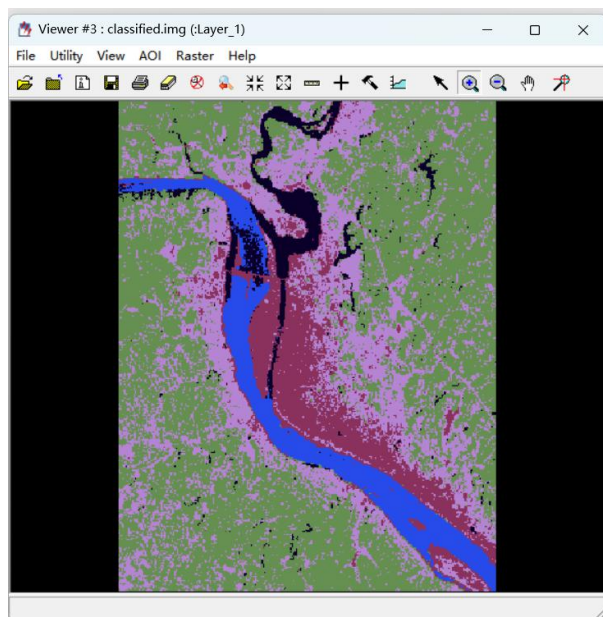


图 32：监督分类处理结果

3) 精度评定

为了对分类结果进行精度的评定，还需要进行人工目视精度评定，即通过在原始影像上播撒若干检查点，程序自动给出这些点的分类结果，人工目视判读这些结果是否正确。

使用 *Supervised->Accuracy Assessment* 工具，选择分类后影像，关联到分类前影像所在视图，目视判读检查点所属类别填写表格，生成分类结果报告：

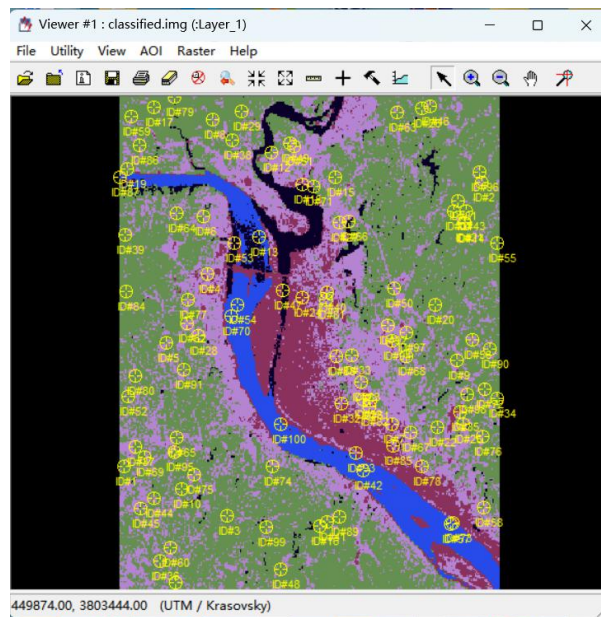


图 33：目视精度评定

```

----- End of Error Matrix -----

```

ACCURACY TOTALS					
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
长江	8	7	7	87.50%	100.00%
深水区	5	4	4	80.00%	100.00%
居民地	6	4	3	50.00%	75.00%
植被	53	55	52	98.11%	94.55%
道路	28	30	27	96.43%	90.00%
Totals	100	100	93		
Overall Classification Accuracy =			93.00%		

```

----- End of Accuracy Totals -----

```

图 34：目视精度评定结果

可以看出，无论是生产者精度还是用户精度，分类精度大部分达到或超过 90%，符合分类精度要求。不过，由于那些像素数目较少的地物（如：道路，湖泊）分到的检查点个数也比较少，因此偶然性较大。因此进一步较为精细的精度评定应该通过更多的检查点来进行。

Kappa 系数为：

```

KAPPA (K^2) STATISTICS
-----
Overall Kappa Statistics = 0.8861
Conditional Kappa for each Category.
-----

```

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
长江	1.0000
深水区	1.0000
居民地	0.7340
植被	0.8829
道路	0.8611

```

----- End of Kappa Statistics -----

```


图 35: Kappa 系数图

3.1.5.3 NDVI 指数图制作（此部分在别的老师实习课下完成，石老师没有要求）

使用 ERDAS2015，通过类似非监督分类的方式，可以利用 TM 影像多波段的特性来生成 NDVI 指数图，为农作物区域的自动识别提供决策支持。NDVI 指数图生成分为以下几个步骤：

1) NDVI 8-bit 图像生成

使用 *Raster->Unsupervised->NDVI* 工具，设置合成 TM 影像第 2、3 波段为红、红外波段，并设置将输出图像拉伸到 8-bit：

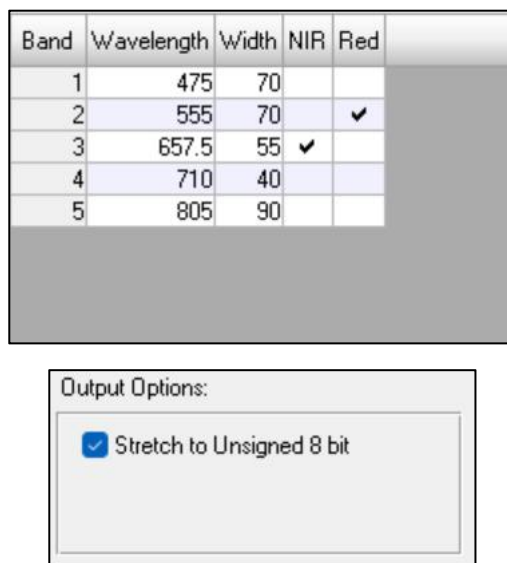


图 36: NDVI 生成设置

最终成果：



图 37: NNDVI 8-bit 图像

2) 二值化阈值选取

由于此图像只是一个 8-bit 灰度图像，需要将其二值化从而判定哪些区域存在绿地，此处采用灰度直方图目视选取阈值的方式：

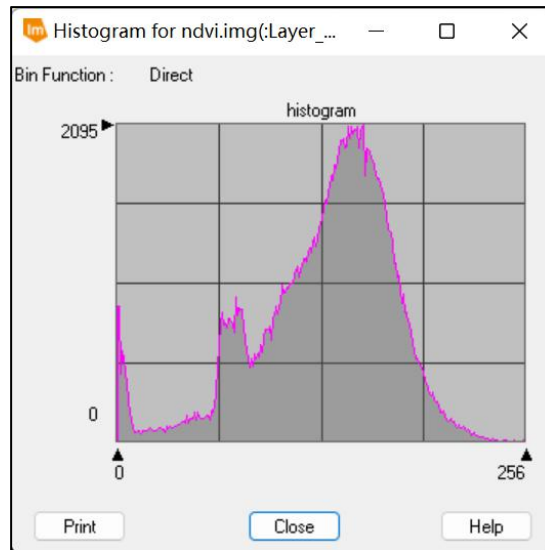


图 38：分割阈值选取

选取阈值为第一个低谷：84 为分割阈值。说明此图中 NDVI 指数对应亮度值大于 84 的像素判别为植被区域，否则判别为非植被区域。

3) 二值化和专题图生成

由于 ERDAS 中没有现有的二值化工具，我们需要设计自己的二值化工具：

使用工具 *Toolbox->Spatial Model Editor->Spatial Model Editor*：

设计工具流程如下：

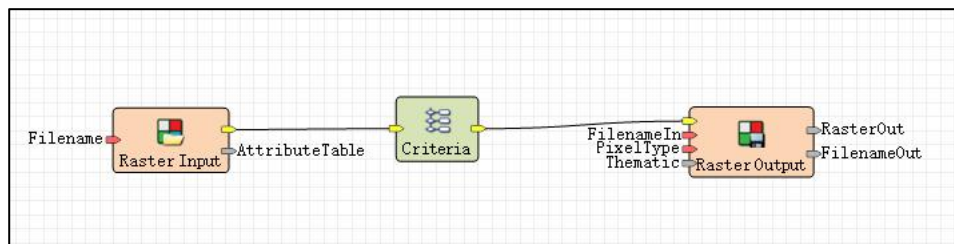


图 39：二值化工具设计流程

设置 Criteria（二值化判断条件）：

Row	Class	Condition
1	1	1 \$Input1(1) > 84
2	2	2 \$Input1(1) <= 84
3	2	2 Default

图 40：设置阈值

修改输出图像格式为专题图格式：

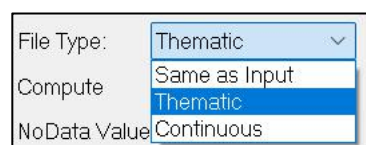


图 41: 修改输出格式

完成工具设计后，点击 Spatial Modeler->Run 开始运行此工具，生成 NDVI 专题图如下：



图 42: NDVI 专题图

最终不断调整分割阈值，确定当选择 110 作为阈值时分割效果比较贴合实际情况，结果如下：



图 43: 110 阈值分割结果

3.1.6 遥感专题图制作

得到了地物分类图之后，需要进行专题图的生成。在底图上加上图例，比例尺，指北针，格网，制图者信息，标题等辅助信息，才能形成一张真正的专题图。

1) 建立布局视图并添加地图框架：

通过 Home->Add Views 添加一个底图布局视图，然后在 Lay Out->Map Frame 中建立地图框架，将分类图截取进入地图框架中，如图所示：

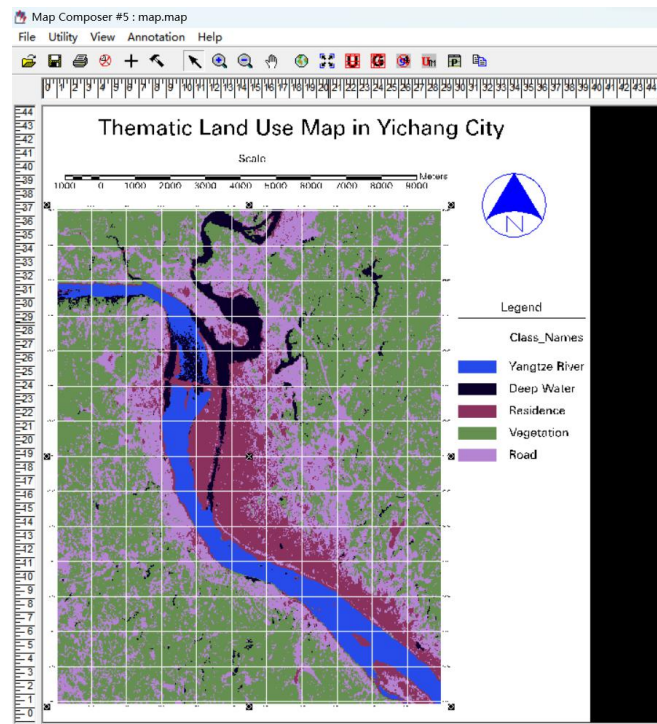


图 44：建立地图框架

2) 添加辅助信息

包括添加标题，比例尺，图例，指北针，制图者信息等。此处介绍最复杂的图例添加方式：打开 Lay Out->Legend 工具，选取当前地图布局，弹出图例设计对话框：

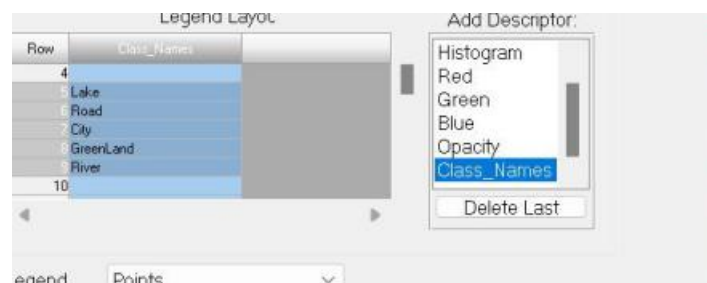


图 45：图例设计

在其中选择要显示的字段——Class_Names，选中五个第五类型，之后设计图例标题，排列方式等即可。最终设计图例效果如下：

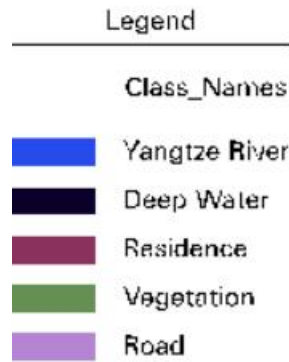


图 46: 图例

通过类似的方式，设计、添加比例尺，指北针，格网，标题和制图者信息，即可完成制图。之后将地图保存为.map 文件以便以后继续修改和查阅。最终制作的专题图如下：

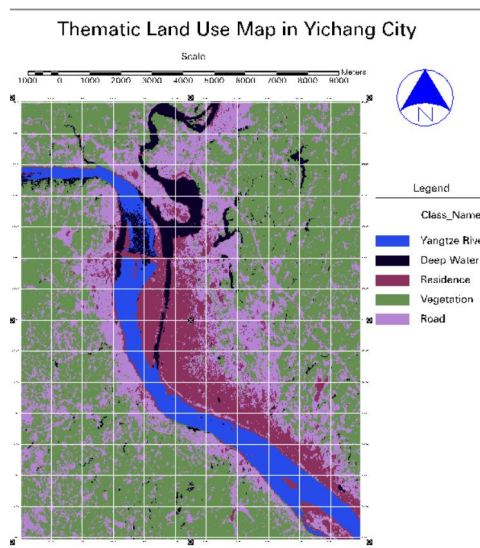


图 47: 最终专题图

3.2 基于特征指数的专题信息提取程序设计

3.2.1 实验目的

通过上一部分的软件操作可以发现，ERDAS 软件并无法提供全部的特征指数计算功能。因此，当我们遇到新的、较为复杂的特征指数计算时，自己编写程序是比较快速高效的方法。此部分实习内容旨在锻炼我们运用 VC\OpenCV 遥感图像处理编程的能力，能正确计算植被指数、水体指数、裸地、建筑用地指数等，掌握遥感专题信息提取算法，实现基于特征指数的专题信息提取。

下面分三类地物：植被，水体和建筑的特征信息提取分别进行讲述其基本原理，实现代码以及实验结果。

3.2.2 植被特征提取

3.2.2.1 归一化植被指数 NDVI

(1) 基本原理

植被的反射光谱曲线最大的特点在于：红光波段到近红外波段出存在跃升现象，因此可以设计近红外波段与可见光红光波段数值之差除以这两个波段数值之和作为特征指数，计算公式为：

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

其中，NIR 代表近红外波段数值，R 代表红光波段数值。不难发现，NDVI 数值越高，说明此区域的植被含量越高。NDVI 的值域为[-1,1]。

(2) 实现代码

①创建 float 类型的 Mat 对象，方便计算：

```
Mat temp(red.size(), CV_32F);
```

②NDVI 指数计算：

```
for (int i = 0; i < height; i++) {  
    for (int j = 0; j < width; j++) {  
        unsigned char _red = p_red[i*width + j];  
        unsigned char _near = p_near[i*width + j];  
        float ndvi = float((_near - _red)) / float((_near + _red)); //计算 NDVI 指数  
        temp.at<float>(i, j) = ndvi;  
    }  
}
```

③矩阵数值归一化到 0~255 并重新转换到 UCHAR 类型，增强对比度方便显示：

```
normalize(temp, temp, 0, 255, NORM_MINMAX); //归一化到 0~255  
temp.convertTo(output, CV_8UC1); //转为 uchar 格式
```

④二值化阈值选取：

此部分我自己定义了一个函数 GetThres()来对一个输入的图像选取最佳分割阈值。选取方法为数字图像处理课程中的“判断分析法”，即选取能够使得分割后类间方差与类内方差之比最大的分割阈值。其函数定义如下：

```
unsigned char GetThres(Mat& M) //通过类间方差和类内方差之比最大来确定阈值
```

由于整个函数代码较长，但逻辑并不复杂，而且不属于遥感原理实习的内容，这里不做展示。

⑤二值化分割：

二值化分割使用了 opencv 自带的二值化函数，如下：

```
threshold(output_1, output_2, thres, 255, THRESH_BINARY); //二值化分割
```

其中，output_1 是 NDVI 函数生成的[0, 255]的特征图像，output_2 是二值化结果图像，thres 是第四步中生成的分割阈值，255 代表大于分割阈值的像元会被赋值为 255，THRESH_BINARY 表示二值化分割方式为大于阈值非零

(3) 实验结果

生成的特征图和专题图如下：

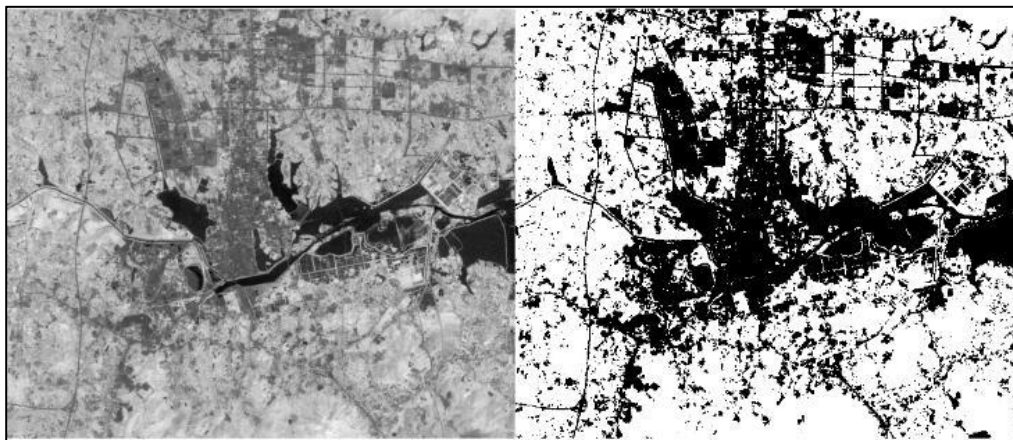


图 48：NDVI 计算结果

二值图像中，白色部分对应 NDVI 指数高于阈值的地区，说明这些地区植被含量较高；而黑色地区对应 NDVI 指数小于阈值的地区，这些地区植被含量较少。可以发现，黑色地区多为水域或者居民地；而白色地区多为居民地向外延伸的农田，这和实际情况是一致的。

3.2.2.2 土壤调节植被指数 SAVI

(1) 基本原理

该植被指数是为了降低土壤亮度对植被指数的影响，其计算公式为：

$$SAVI = (NIR - R) * (1 + L) / (NIR + R + L)$$

其中，L 是随着植被密度变化的参数，取值范围从 0-1，当植被覆盖度很高时为 0，很低时为 1。如果 L=0, SAVI 退化成 NDVI。由于通常无法预先知道植被密度值，L 的值也无法直接优化，因此一般取 0.5 为 L 的初值。

相较于 NDVI，该指数解释了背景的光学特征变化并修正了 NDVI 对土壤背景的敏感。与 NDVI 相比，增加了根据实际情况确定的土壤调节系数 L，取值范围 0~1。L=0 时，表示土壤背景的影响为零，即植被覆盖度非常高，土壤背景的影响为零，这种情况只有在被树冠浓密的高大树木覆盖的地方才会出现。因此可以更加真实灵活的提取植被特征。

(2) 代码实现

其余地物特征提取流程和植被的 NDVI 提取流程完全一致，不同之处仅在于指数计算部分，因此下面仅仅展示每一类指数的算法实现。SAVI 算法实现如下：

```
for (int i = 0; i < height; i++) {
    for (int j = 0; j < width; j++) {
        unsigned char _red = p_red[i*width + j];
        unsigned char _near = p_near[i*width + j];
        float savi = float((_near - _red)) / float((_near + _red+L))*(1+L); //计算
SAVI 指数
        temp.at<float>(i, j) = savi;
```



```
    }
}
```

(3) 实验结果

生成的特征图和专题图如下：

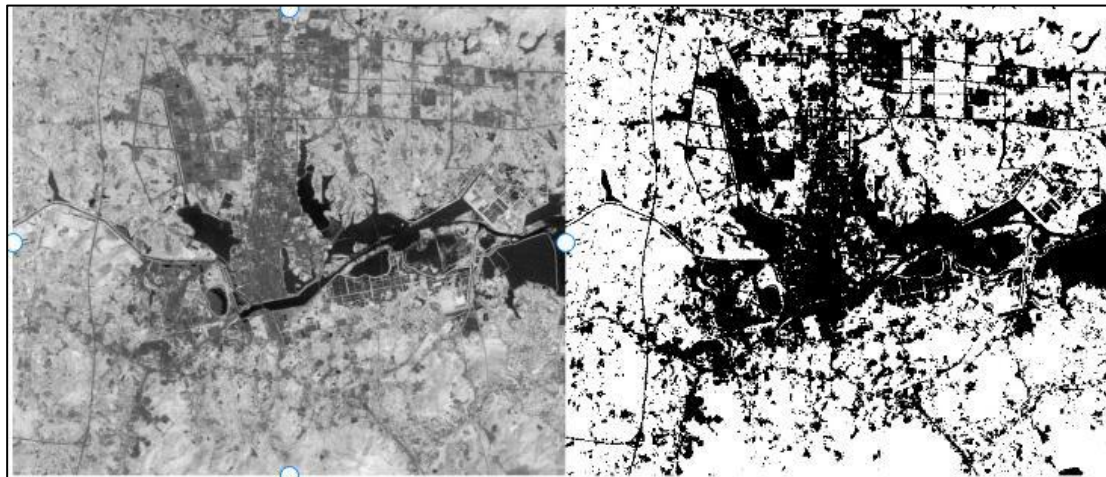


图 49：SAVI 计算结果

由于本算法中土壤敏感度值设置为了 0.5, SAVI 指数的计算结果和 NDVI 指数没有太大区别。

3.2.3 水体特征提取

3.2.3.1 归一化水指数 NDWI

(1) 基本原理

主要利用了在近红外波段水体强吸收几乎没有反射而植被反射率很强的特点，通过抑制植被和突出水体用来提取影像中的水体信息。计算公式为：

$$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$$

其中, G 表示滤波段数值, NIR 表示近红外波段数值。与 NDVI 指数相似, 其取值范围为[-1, 1], 同时取值越高说明含水量越高。

(2) 实现代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) {
    for (int j = 0; j < width; j++) {
        unsigned char _green = p_green[i*width + j];
        unsigned char _near = p_near[i*width + j];
        float ndwi = float((_green - _near)) / float((_near + _green)); //计算 NDWI
        temp.at<float>(i, j) = ndwi;
    }
}
```

(3) 实验结果

NDWI 计算得到的特征图和专题图如下：

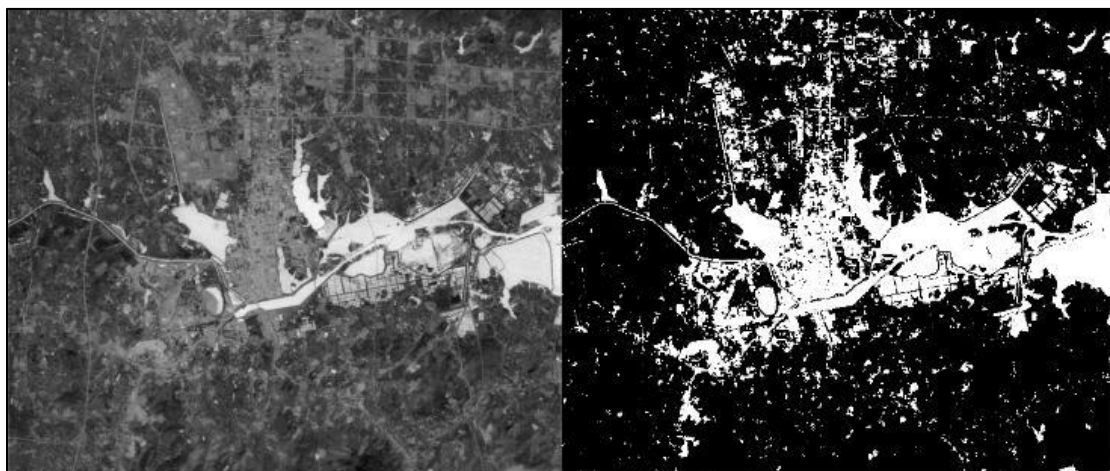


图 50: NDWI 计算结果

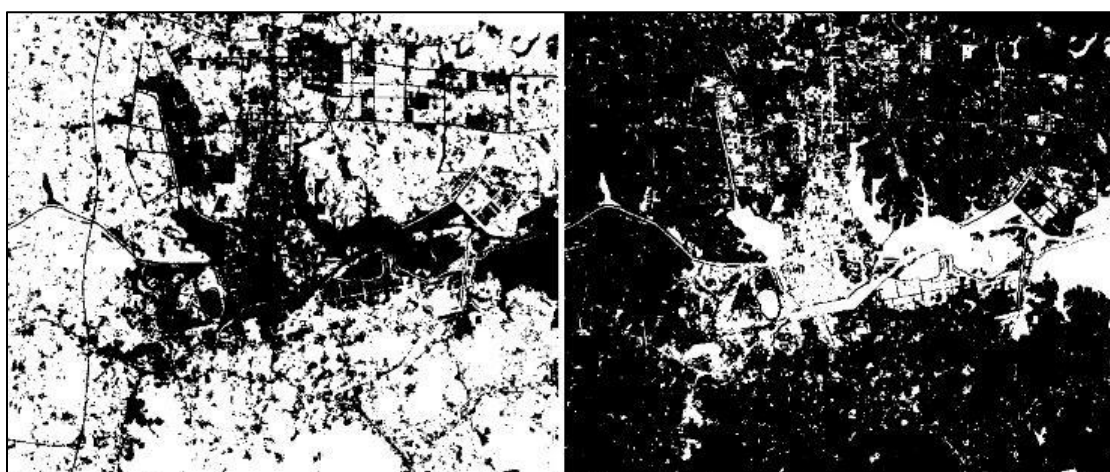


图 51: NDVI (左) 与 NDWI (右) 比较

通过分析可得如下结论：

- ①特征图中亮度越高的区域表示含水量越高，水域亮度最高
- ②NDVI 与 NDWI 指数专题图的白色部分存在少量的重合，该片区域可能是水田
- ③NDVI 与 NDWI 指数专题图的白色区域几乎互补。虽然植被中包含很多水分，但是植被和水分对光的选择性反射作用大不相同：植被强烈反射近红外波段，这使得 NDVI 指数在植被区域会大大提高；而水体强烈吸收近红外波段，这也会使得 NDWI 指数在水体区域大大提高。正是这两个对立的特性，导致了两种特征专题图“互补”的现象。

3.2.3.2 新型水体指数 NWI

(1) 基本原理

相较于 NDWI，NWI 新增了 Band7 参与新型指数的构建，这将有助于加强水体与其他地

物的区分。其公式如下：

$$NWI = ((Band1 - (Band4 + Band5 + Band7)) / (Band1 + (Band4 + Band5 + Band7))) * C$$

由于计算了相关指数之后，需要将特征图重新拉伸到[0,255]区间内便于显示，因此 NWI 指数计算公式中的变量 C 不会影像结果，此处取为 1。

(2) 实现代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) {  
    for (int j = 0; j < width; j++) {  
        unsigned char _band1 = p1[i*width + j];  
        unsigned char _band4 = p4[i*width + j];  
        unsigned char _band5 = p5[i*width + j];  
        unsigned char _band7 = p7[i*width + j];  
        float nwi = float(_band1 - (_band4 + _band5 + _band7)) / float(_band1 + (_band4  
+ _band5 + _band7)); //计算 NWI 指数  
        temp.at<float>(i, j) = nwi;  
    }  
}
```

(3) 实验结果

计算得到的 NWI 指数特征图和专题图如下：

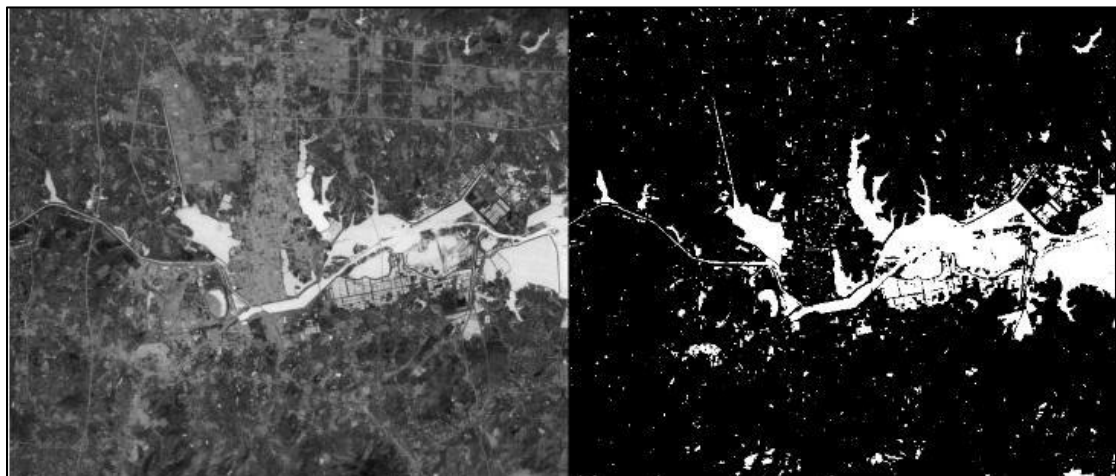


图 52: NWI 计算结果

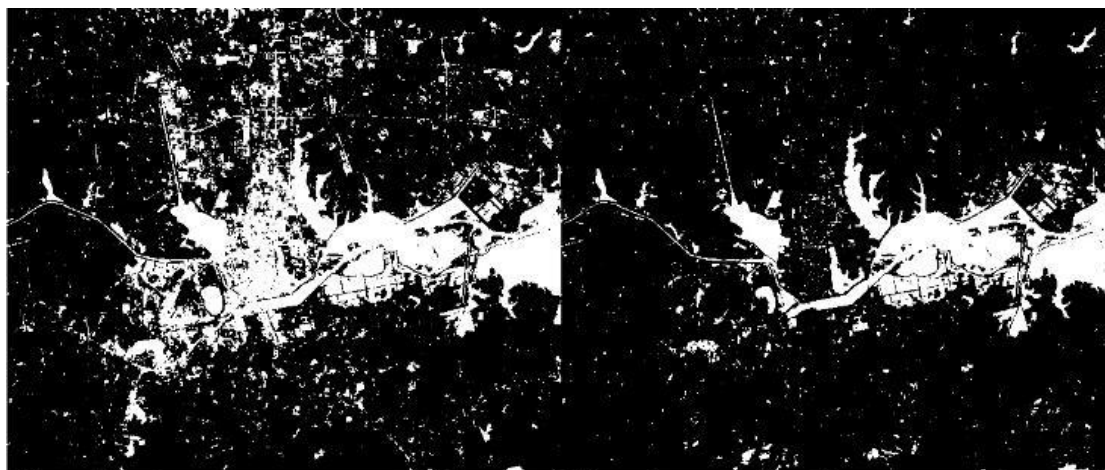


图 53: NDWI (左) 和 NWI (右) 结果比较

比较 NDWI 和 NWI 专题图可得, NWI 提取水体的过程似乎更加“严苛”一些。由于 NWI 指数中添加了除了热红外的全部红外波段 (TM4: 近红外, TM5、TM7: 中红外), 而水体对近、中红外波段都会产生强烈吸收, 因此可以更好地将植被与水体区分开来, 导致水域附近地“水田”没有被划分到水体类型之内。

3.2.4 建筑特征提取

3.2.4.1 归一化差值建筑用地指数 NDBI

(1) 基本原理

利用城镇用地灰度值在 TM4, 5 两个波段间与其他地类的可分性, 计算 NDBI 指数。计算公式如下:

$$NDBI = (Band5 - Band4) / (Band4 + Band5)$$

NDBI 指数与 NDVI 指数类似, 取值范围同样为[-1,1]; 且指数越高, 说明建筑含量越高

(2) 实现代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) {
    for (int j = 0; j < width; j++) {
        unsigned char band5 = p5[i*width + j];
        unsigned char band4 = p4[i*width + j];
        float ndbi = float((band5 - band4)) / float((band4 + band5)); //计算 NDVI 指数
        temp.at<float>(i, j) = ndbi;
    }
}
```

(3) 实验结果

NDBI 指数计算特征图和专题图如下:

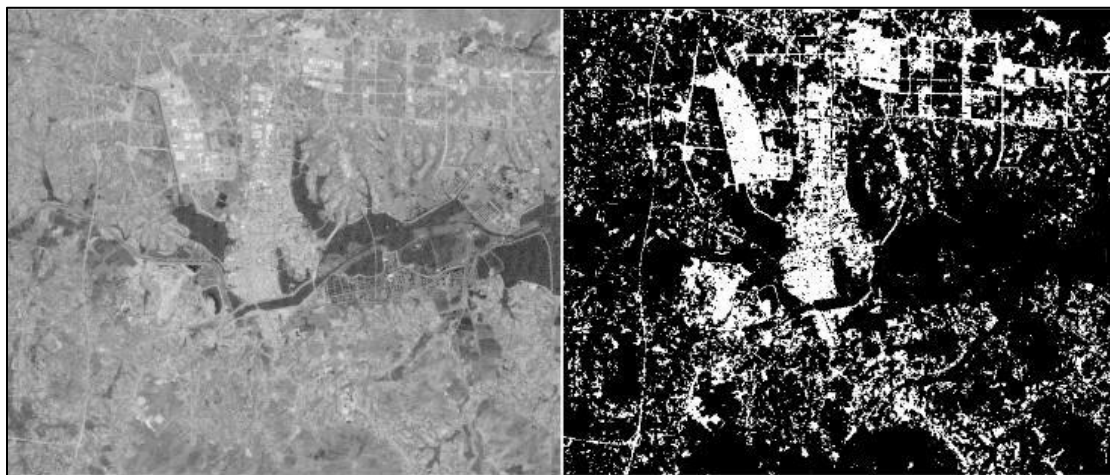


图 54:NDBI 计算结果

经过分析结果发现，提取精度有待提升。NDBI 比较适合提取大片建筑和单一道路，但是结果中存在大量的微小像元，这和不实际是不符合的，进行进一步的形态学处理和分类误差纠正后可以提高精度。

3.2.4.2 裸土指数 BSI

(1) 基本原理

裸地指数综合利用蓝波段，红波段，近红外波段和第一中红外波段来将裸地和其他地物区分开来，计算公式如下：

$$BSI = ((MIR1 + R) - (NIR + B)) / ((MIR1 + R) + (NIR + B))$$

其中，B 表示蓝波段数值，R 表示红波段数值，NIR 表示近红外波段数值，MIR1 表示第一中红外波段数值。

(2) 实现代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) {
    for (int j = 0; j < width; j++) {
        unsigned char _band1 = p1[i*width + j];
        unsigned char _band3 = p3[i*width + j];
        unsigned char _band4 = p4[i*width + j];
        unsigned char _band5 = p5[i*width + j];
        float bsi = float((_band5 + _band3) - (_band4 + _band1)) / float((_band5 + _band3)
+ (_band4 + _band1)); //计算 BSI 指数
        temp.at<float>(i, j) = bsi;
    }
}
```

(3) 实验结果

BSI 指数计算特征图和专题图如下：

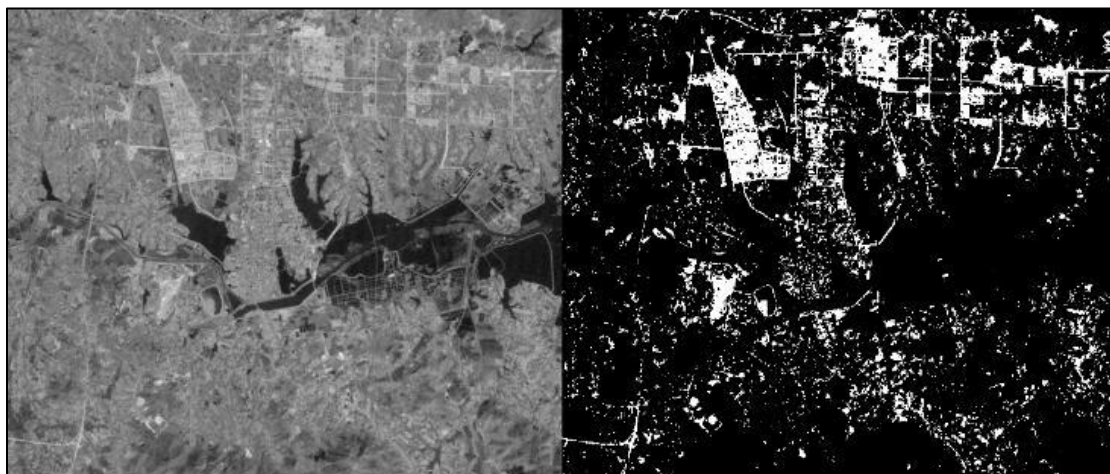


图 55: BSI 计算结果

3.3 遥感影像阴影检测程序设计

3.3.1 实习目的

锻炼我们运用 VC\OpenCV 遥感图像处理编程的能力,能正确计算完成 RGB 空间到 HSV、C1C2C3 等其他色彩空间的转换,掌握遥感影像阴影检测算法,实现基于转换色彩空间的阴影检测。

下面将从 HSV 和 C1C2C3 两种彩色空间出发,来依次展示阴影检测的过程。

3.3.2 基于 HSV 彩色空间的阴影检测

(1) 基本原理

HSV 是指色调,饱和度,亮度色彩空间。其中,色调是指一种颜色区别于另一种颜色的程度;饱和度是指一种颜色的纯净程度;亮度是指一种颜色的光亮强度。由 RGB 空间转到色彩空间的转换公式如下:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{3}(R+G+B) \\
 S &= 1 - \frac{3}{R+G+B} \min(R, G, B) \\
 H &= \begin{cases} \theta & B \leq G \\ 360^\circ - \theta & B > G \end{cases} \\
 \theta &= \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\}
 \end{aligned}$$

图 56: RGB-HSV 色彩空间转换公式

在 HSV 彩色空间中, 遥感影像阴影区域与非阴影区域相比有以下 3 个特点:

- ①阴影区域具有更大的色调值;
- ②阴影区域的散射光线主要来自波长更短的蓝紫色光, 因此具有高饱和度值
- ③阴影区域太阳光线被阻挡, 导致低亮度值

因此, 可以考虑设计一种与 H, S, V 分量相关的指数, 通过突出阴影区域的高亮度值, 高饱和度和底亮度值的特性来检测阴影。指数计算公式如下:

$$M = (S - V) / (H + S + V)$$

(2) 实现代码

1) HSV 特征图的计算

```

for (int i = 0; i < height; i++)
{
    for (int j = 0; j < width; j++)
    {
        B = float(input.at<Vec3b>(i, j)[0]);
        G = float(input.at<Vec3b>(i, j)[1]);
        R = float(input.at<Vec3b>(i, j)[2]);

        //BGR 到 HSV
        V = (B + G + R) / 3;
        S = 1 - 3 * min(min(R, G), B) / (B + G + R);
        seita = (acos(((R - G + R - B) / 2) / sqrt((R - G)*(R - G) + (R - B)*(R - B)
+ (G - B)*(G - B))))/PI*180;
        H = (B < G || B == G) ? seita : (360 - seita);

        //HSV 到特征指数
        hsv = (S - V) / (S + V + H);
        temp.at<float>(i, j) = hsv;
    }
}

```

2) 阴影特征图的二值化

二值化阈值选取算法和地物特征提取相同，函数定义如下：

```
unsigned char GetThres(Mat& M) //通过类间方差和类内方差之比最大来确定阈值
```

图像二值化仍然采用 `opencv` 自带二值化函数：

```
threshold(output1, output2, thres, 255, THRESH_BINARY); //二值化分割
```

3) 形态学处理

二值化后的阴影检测图像存在两个问题：

- ①存在很多细微的像素点
- ②真实地物中大片的阴影区域由于散射，没有连通成为一个完整的面片

对于前者，可以采用“腐蚀”操作加以去除；对于后者，可以采用“膨胀”操作将大片面积的阴影进行连通。因此组合起来可以采用开运算或者闭运算的方式对结果进行形态学处理。而经过实验发现，对于 HSV 阴影检测，开运算的效果更好。因此形态学处理代码如下：

```
Mat kernel = getStructuringElement(0, Size(3, 3)); //定义开闭运算的核:3*3 矩形  
morphologyEx(output2, output3, 2, kernel); //开运算去除噪点，并构建连通
```

通过设置 `morphologyEx()` 函数参数为 2，来确定形态学操作为开运算

(3) 实验结果

HSV 阴影特征图、二值化后的专题图、形态学处理后的结果图分别如下所示：



图 57: HSV 阴影检测结果

经过分析，可得出如下结论：

- ①第一张图像的右上角存在一个矩形方框，这是由于原始彩色图像中相同的位置存在一个深棕色的方框。此方框由于不像真实阴影那样具有较高的蓝色反设值，因此可以通过 HSV 指数将其与真实阴影区分。
- ②第二张图像中存在较多的噪点，且大范围的阴影区域内存在不连通的现象，这正是形态学处理解决的问题
- ③第三张图像是经过开运算处理的结果；开运算先进行腐蚀操作，再进行膨胀操作。由于腐

蚀和膨胀的操作存在先后的顺序，会产生腐蚀效果稍强于膨胀效果的现象。这恰好可以大量去除图像中存在的噪点，并且这种效果对阴影区域的连通造成的影响并不大。如果采用闭运算处理，其去除噪点的效果会远差于开运算，但连通区域方面的效果会稍好：

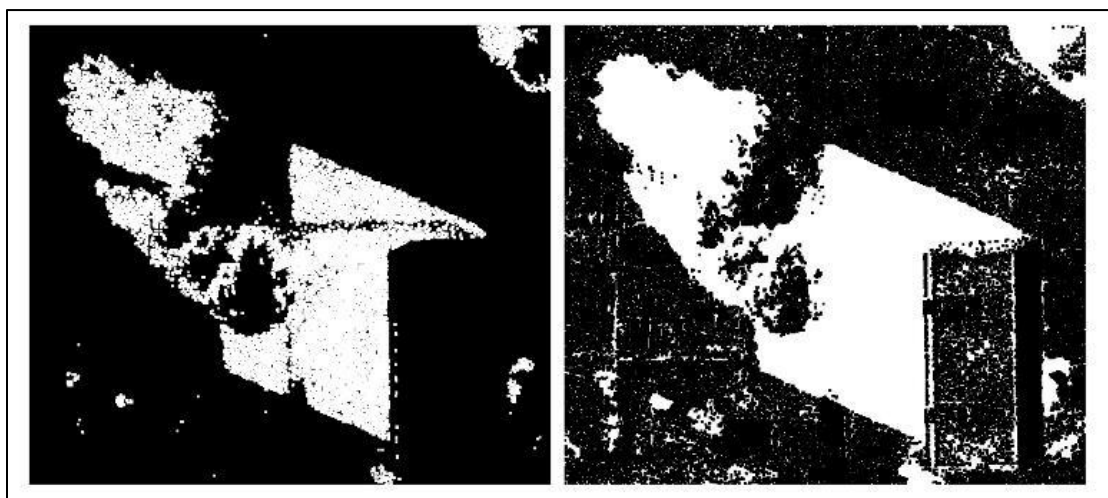


图 58: 开（左），闭（右）运算对比

3.3.3 基于 C1C2C3 彩色空间的阴影检测

(1) 基本原理

类似 HSV 色彩空间，可引入 C1C2C3 彩色空间进行阴影检测。在阴影区域蓝光通道灰度下降得最少，因此在 C1C2C3 彩色空间的 C3 分量中，阴影区域主要占据的是高像素值，通过对 C3 分量图采用阈值分割的方法得到初步阴影区域。只有在 C3 分量中高于某个阈值，并在 B 分量中低于某个阈值的区域，才被检测成为阴影区域。

RGB 到 C1C2C3 彩色空间转换公式如下：

$$\begin{aligned} C_1 &= \arctan \left(\frac{R}{\max(G, B)} \right) \\ C_2 &= \arctan \left(\frac{G}{\max(R, B)} \right) \\ C_3 &= \arctan \left(\frac{B}{\max(R, G)} \right) \end{aligned}$$

图 59: RGB-C1C2C3 色彩空间转换公式

最终阴影区域判断条件为：

$$C_3 > \text{thres_C3} \ \&\& \ B < \text{thres_B}$$

(2) 实现代码

与 HSV 彩色空间阴影检测算法不同，C1C2C3 的实现代码不包括阈值选取，二值化等内

容，算法中需要的 C3 和 B 分量的阈值通常通过人工确定。

1) C1C2C3 阴影检测

```
for (int i = 0; i < height; i++)
{
    for (int j = 0; j < width; j++)
    {
        B = float(input.at<Vec3b>(i, j)[0]);
        G = float(input.at<Vec3b>(i, j)[1]);
        R = float(input.at<Vec3b>(i, j)[2]);

        C1 = atan(R / max(G, B));
        C2 = atan(G / max(R, B));
        C3 = atan(B / max(R, G));

        if (C3 > thres_C3 && B < thres_B) {
            temp.at<uchar>(i, j) = 255;
        }
        else temp.at<uchar>(i, j) = 0;
    }
}
```

其中，thres_C3 和 thres_B 是人为确定的 C3 和 B 分量的阈值。

2) 形态学处理

经过实验发现，对于此阴影检测算法，闭运算比开运算更加适合用于形态学处理。因此形态学处理代码如下

```
Mat kernel = getStructuringElement(0, Size(3, 3)); //定义开闭运算的核:3*3 矩形
morphologyEx(output1, output2, 3, kernel); //闭运算去除噪点，并构建连通
```

通过设置 morphologyEx () 函数参数为 2，来确定形态学操作为闭运算

(3) 实验结果

C1C2C3 特征计算得到的专题图、闭运算处理后的专题图如下：

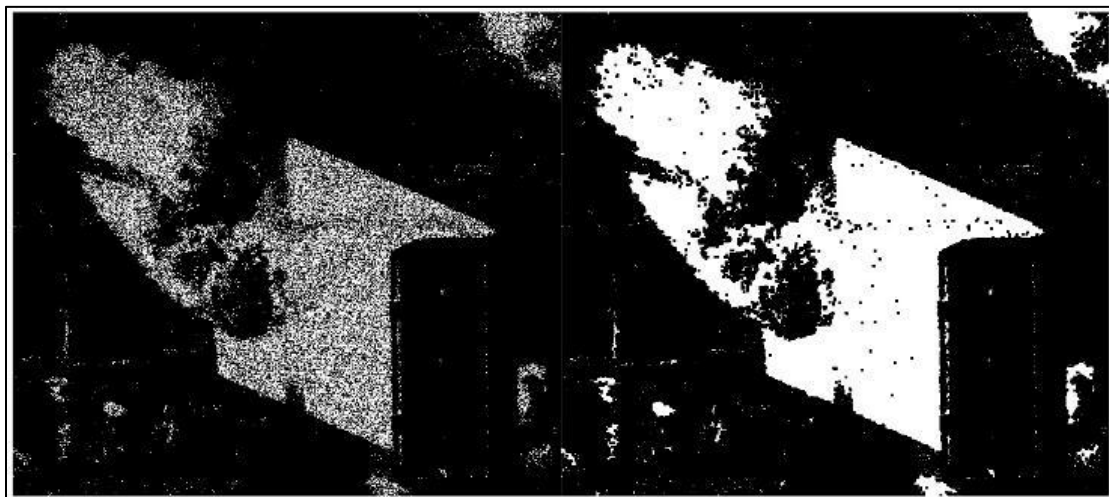


图 60: C1C2C3 阴影检测结果

分析可得如下结论:

- ①初始结果中, C1C2C3 阴影检测的噪点比 HSV 检测的噪点要少很多;
- ②初始结果中, C1C2C3 检测的大范围阴影区域的连通性不如 HSV 检测, 即其大范围阴影区域中存在比较多的“洞”;
- ③综合结论 1 和结论 2 可得, 对于 C1C2C3 检测初始结果, 选用闭运算进行形态学运算效果会更好, 因为闭运算更加强调第一步的“膨胀”操作, 可以较好的补齐大面积阴影区域内的“洞”。对其分别进行开运算和闭运算的结果如下:

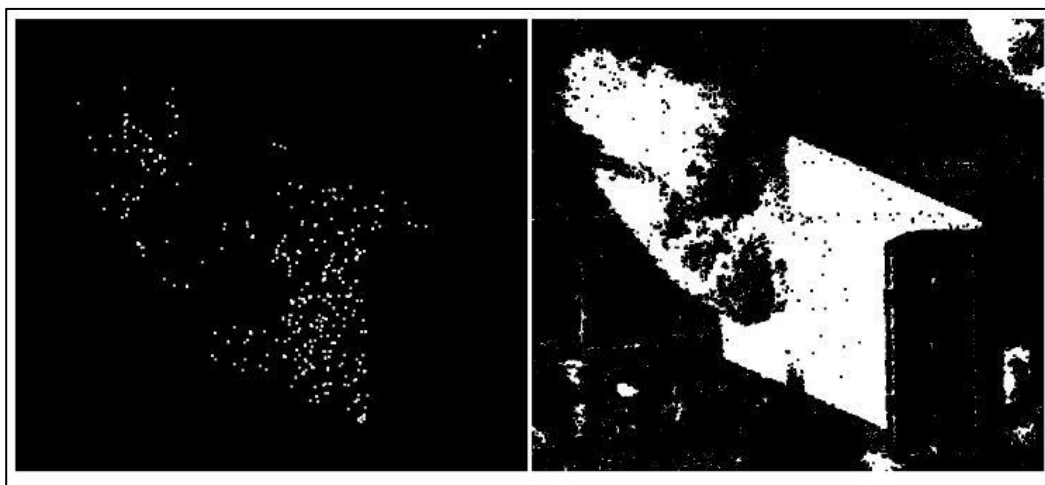


图 61:C1C2C3 检测 开(左), 闭(右)运算对比

可以看到, 由于检测初始结果中大范围阴影的连通性就比较差, 如果进行开运算的话, 腐蚀操作会消除掉大部分的孤立点。

4 实习总结和感想

经过了一周的遥感原理与方法课程实习, 我获得了很多深刻的体会。

首先, 实践可以大大促进对理论的理解。在进行一个学期的《遥感原理与方法》理论课程的学习过程中, 我对于有些概念和方法的理解是模糊的和不确定的, 总觉得很难在生活中找

到相关模型的来源。监督分类与非监督分类效果究竟有何差异？课上所说的 NDVI 指数可以仅仅通过两个波段的数据识别植被，这真的可行吗？经过一周的实践之后，我对这些问题都有了自己的答案。监督分类与非监督分类效果的差异更多的取决于其参数的设置和方法的选择；植被特征指数是一套体系，以 NDVI 为基础扩展出了很多其他相关指数，可以分别应用在不同的场景提高识别精度……

其次，理论对实践具有很强的指导作用。倘若一位同学之前没有学习过相关理论课程，或是对于理论课程中的概念浅尝辄止，那么在实操的过程中会将会很难建立起前后步骤之间的关系。比如在第一个任务——专题图的制作过程中，从遥感影像的叠加、几何校正、镶嵌和裁剪，到监督分类和非监督分类，再到最后的专题图制图，这是一套完整的遥感数据的处理、分析、和应用的过程。只有在掌握相关概念的基础上进行这些操作，才能清晰的明确自己当下位于处理流程中的哪一步。

然后，除了对于软件本身，我还掌握了遥感的理论知识对应的实际操作。该方面在信息的获取与操作中最为明显，例如几何校正等。令我对于这些理论知识有了直观的理解。此外，我还在实习操的时候回顾了先行学科的知识点，明白了实际必须要联系理论才能法辉出它的最大价值。

最后，要一直保持学习和不断进取的状态。在编程部分中，我上网查找了一些关于各个指数的信息，发现其中不乏一些指数是产生在近 15 年的，而其效果往往又优于那些产生在上个世纪的传统指数。而在当下深度神经网络几乎“一统天下”的时代，传统的指数算法提取面对神经网络这种通用算法又存在哪些自己独特的优势，我想这也是将来需要考虑的问题。

总之，一周以来的遥感原理实习过程既提高了我学习新的软件的能力，又很好地梳理了理论课堂上所学的知识，更好的巩固了知识体系，是一次难得宝贵的经历。

谢谢石文轩老师在这段时间的教导！