

实例与练习

练习 1. 学校选址

1. 背景

随着城市的发展，城市人口不断膨胀，随之而来的即是教育资源的短缺。在此情形下，考虑适当增加学校数量是较好的解决方案。学校的选址问题需要考虑地理位置、学生娱乐场所配套、与现有学校的距离间隔等因素，从总体上把握这些因素能够确定出适宜性比较好的学校选址区。

2. 目的

通过练习，熟悉 ArcGIS 栅格数据距离制图、成本距离加权、数据重分类、多层面合并等空间分析功能，熟练掌握利用 ArcGIS 上述空间分析功能分析和结果类似学校选址的实际应用问题的基本流程和操作过程。

3. 数据：

- (1) Landuse（土地利用图）
- (2) dem（地面高程图）
- (3) rec_sites（娱乐场所分布图）
- (4) school（现有学校分布图）

所有原始数据存放于随书光盘的..\Chp8\Ex1\目录下。

4. 要求

- (1) 新学校选址需注意如下几点：

- 1) 新学校应位于地势较平坦处；
- 2) 新学校的建立应结合现有土地利用类型综合考虑，选择成本不高的区域；
- 3) 新学校应该与现有娱乐设施相配套，学校距离这些设施愈近愈好；
- 4) 新学校应避开现有学校，合理分布。

(2) 各数据层权重比为：距离娱乐设施占 0.5，距离学校占 0.25，土地利用类型和地势位置因素各占 0.125。

(3) 实现过程运用 ArcGIS 的扩展模块（Extension）中的空间分析（Spatial Analyst）部分功能，具体包括：坡度计算、直线距离制图功能、重分类及栅格计算器等功能完成。

- (4) 最后必须给出适合新建学校的适宜地区图，并对其简要进行分析。

5. 实现流程图

ArcGIS 中实现学校选址分析，首先利用现有学校数据集、现有娱乐场所数据集和高程数据派生出坡度数据以及到现有学校、娱乐场所距离数据集。然后重分类数据集到相同的等级范围，再按照上述数据集在学校选址中的影响率赋权重值，最后合并这些数据即可创建显示新学校适宜位置分布的地图。其间用到的 ArcGIS 扩展模块（Extensions）空间分析

功能包括距离制图中的直线距离制图、表面分析中的坡度计算、重分类及栅格计算器等。

学校选址的逻辑过程主要包括四个部分（图 1，结果中深色部分为学校候选区）。

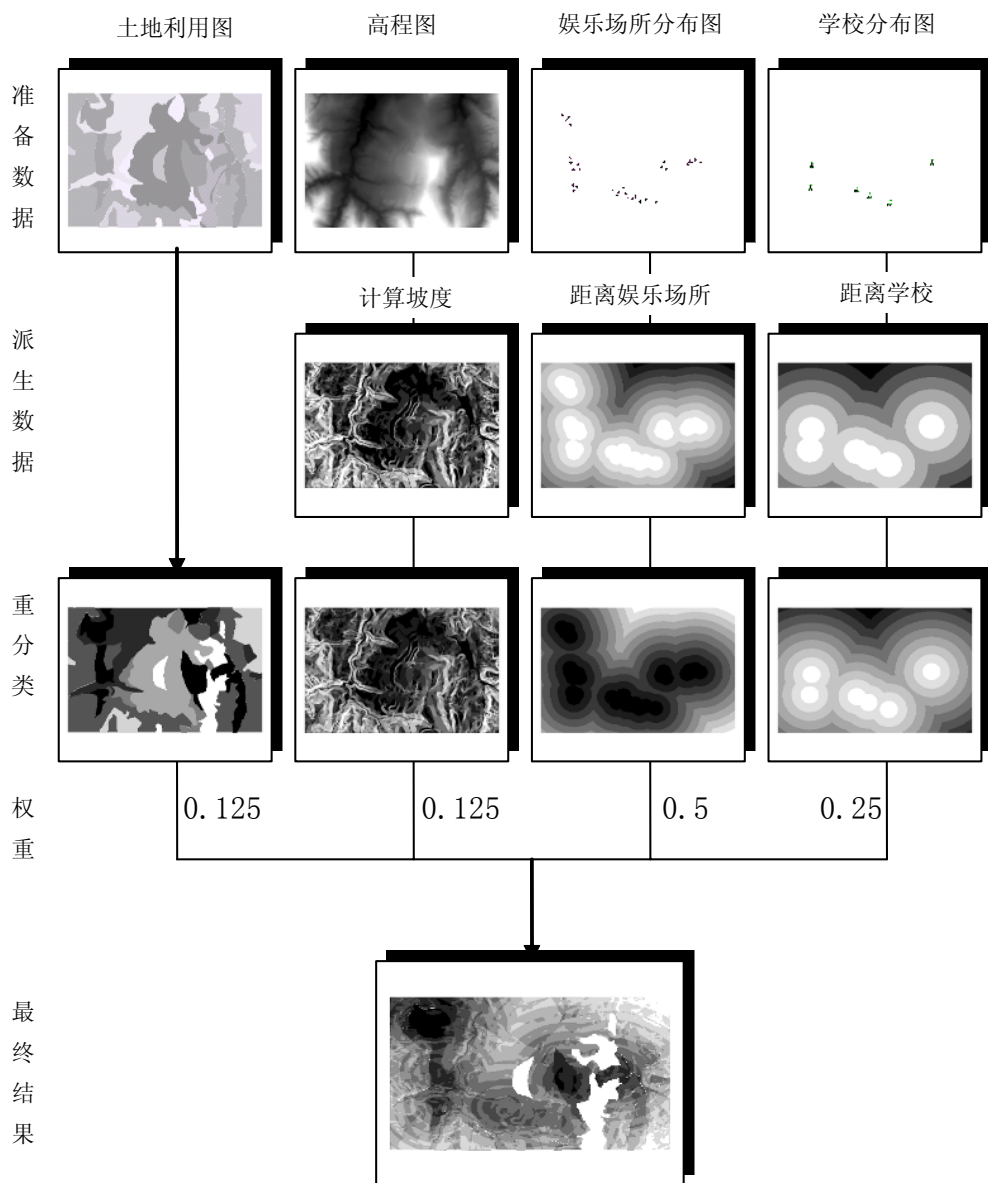


图 1 学校选址逻辑过程

(1) 数据准备，确定需要哪些数据作为输入，包括高程数据（dem）、土地利用数据（landuse）、现有学校数据（school）娱乐场所数据（rec_sites）。

(2) 派生数据集，从现存数据派生出能提供学校选址的原始成本数据，包括坡度数据、到现有学校距离数据集和到娱乐场所数据集。

(3) 重分类各种数据集，消除各成本数据集的量纲影响，使各成本数据具有大致相同的可比分体系。各成本数据均按等间距分类原则分为 1 到 10 级，级数越高适宜性越好。

(4) 给各数据集赋权重。必要的话在适宜性模型中影响比较大的数据集赋比较高权重，然后合并各数据集以寻找适宜位置

6. 操作步骤

(1) 运行 ArcMap，加载 Spatial Analyst 模块，如果 Spatial Analyst 模块未能激活，点击 Tools 菜单下的 Extensions，选择 Spatial Analyst，点击 Close 按钮。

(2) 单击 File 菜单下的 Open 命令，打开加载地图文档对话框，选择 E:\Chp8\Ex1\school.mxd。

(3) 设置空间分析环境。点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，打开 Options 对话框，设置相关参数：

1) 打开 Options 对话框中的 General 选项卡，设置默认工作路径为：“E:\Chp8\Ex1\result\”。

2) 打开 Options 对话框中的 Extent 选项卡，在 Analysis Extent 下拉框中选择“Same as Layer landuse”。

3) 打开 Options 对话框中的 Cell Size 选项卡，在 Analyst Cell Size 下拉框中选择“Same as Layer landuse”。

(4) 从 DEM 数据提取坡度数据集。选择 DEM 数据层，点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并点击 Slope，生成 slope 数据集（图 2）。



图 2 坡度图

(5) 从娱乐场所数据“Rec_sites”提取娱乐场直线距离数据。选择 Rec_sites 数据层，点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Distance 并点击 Straight line，生成 dis_recsites 数据集（图 3）。

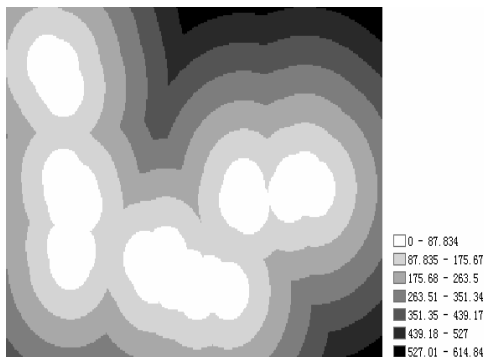


图 3 娱乐场所直线距离图

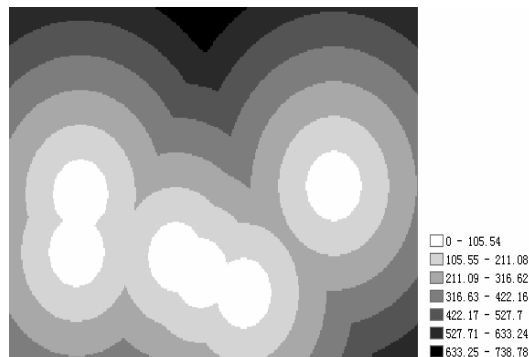


图 4 学校直线距离图

(6) 从现有学校位置数据“School”提取学校直线距离数据库。选择 School 数据层，

点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Distance 并点击 Straight line 命令创建数据集，得到 dis_School 数据集（图 4）。

(7) 重分类数据集

1) 重分类坡度数据集

学校的位置在平坦地区比较有利，比较陡的地方适宜性比较差。采用等间距分级分为 10 级，在平坦的地方适宜性好，赋以较大的适宜性值；陡峭的地区赋比较小的值，得到坡度适宜性数据 recalssslope（图 5）。

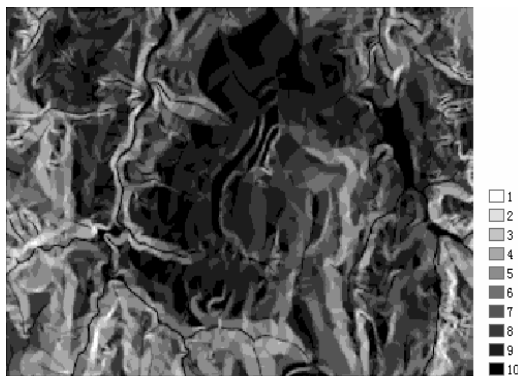


图 5 重分类坡度数据

2) 重分类娱乐场直线距离数据集

考虑到新学校距离娱乐场所比较近时适宜性好，采用等间距分级分为 10 级，距离娱乐场所最近适宜性最高，赋值 10；距离最远的地方赋值 1。得到娱乐场所适宜性图 reclassdisr（图 6）。

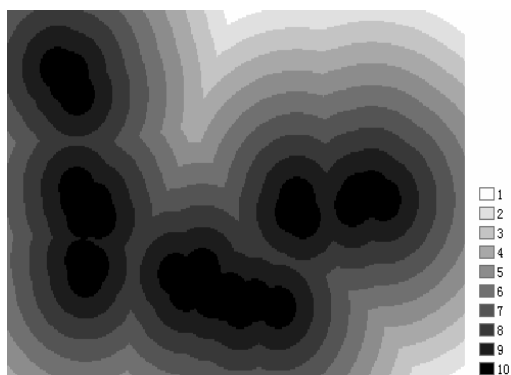


图 6 重分类娱乐场所距离图

3) 重分类现有学校直线距离数据集

考虑到新学校距离现有学校比较远时适宜性好，采用分级分为 10 级，距离学校最近的单元赋值 10，距离最近的单元赋值 1。得到重分类学校距离图 reclassdiss（图 7）。

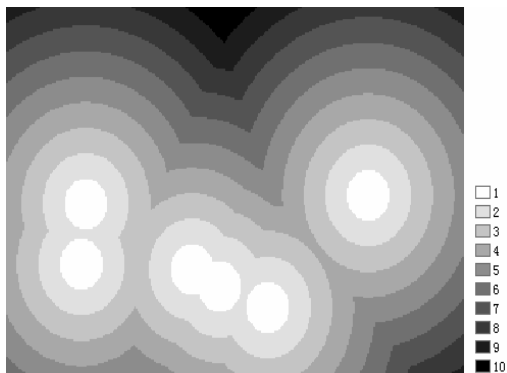


图 7 重分类学校距离图

4) 重分类土地利用数据集

在考察土地利用数据时，容易发现各种土地利用类型对学校适宜性也存在一定的影响。如有湿地、水体分布区建学校的适宜性极差，于是在重分类时删除这两个选项，实现如下：

按 Ctrl 键，选择 “water”、“wetland”、“grass”，点击 “delete entries”，删除 “water”、“wetland”、“grass”。然后根据用地类型给各种类型赋值，得到 reclassland（图 8），深色部分为比较适宜区，浅色部分表示适宜性比较差，白色表示该处不允许建学校。



图 8 重分类土地利用图

(8) 适宜区分析

重分类后，各个数据集都统一到相同的等级体系之内，且每个数据集中那些被认为比较适宜性的属性都被赋以比较高的值，现在开始给四种因素赋以不同的权重，然后合并数据集以找出最适宜的位置。

点击 **Spatial Analyst** 下拉列表框中的 **Raster Calculator** 命令对各个重分类后数据集的合并计算，最终适宜性数据集的加权计算公式为：

$$\text{Suit(最终适宜性)} = \text{reclassdisr (娱乐场所)} * 0.5 + \text{reclassdiss (现有学校)} * 0.25 + \text{reclassland (土地利用数据)} * 0.125 + \text{reclassslope (坡度数据)} * 0.125$$

得到最终适宜性数据集（图 9），适宜性较高区域（深色部分）为推荐学校选址区域。

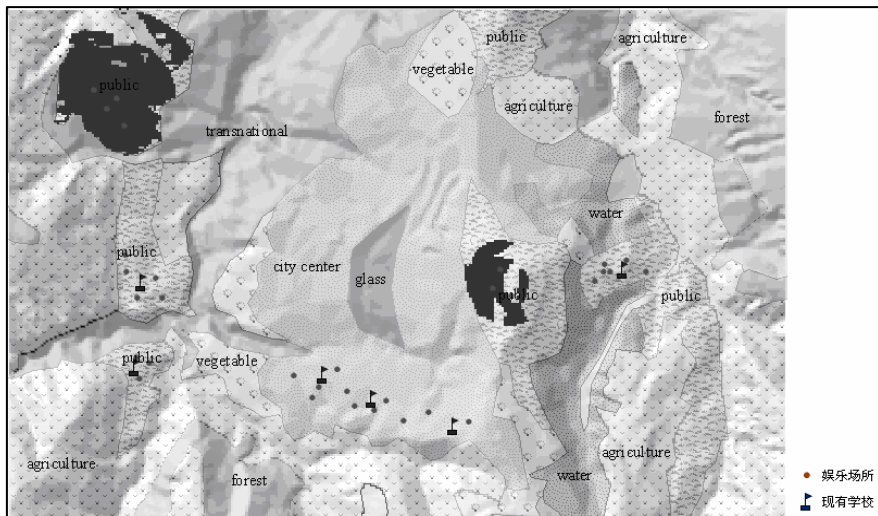


图 9 适宜性学校选址

练习 2. 寻找最佳路径

1. 背景

随着社会经济发展需求，公路的重要性日益提高。在一些交通欠发达的地区，公路建设迫在眉睫。如何根据实际地形情况设计出比较合理的公路规划，是一个值得研究的问题。

2. 目的

通过练习，熟悉 ArcGIS 栅格数据距离制图、表面分析、成本权重距离、数据重分类、最短路径等空间分析功能，熟练掌握利用 ArcGIS 上述空间分析功能分析和结果类似学校选址的实际应用问题的基本流程和操作过程。

3. 要求

- (1) 新建路径成本较少；
- (2) 新建路径为较短路径；
- (3) 新建路径的选择应该避开主干河流，以减少成本；
- (4) 新建路径的成本数据计算时，考虑到河流成本（Reclass_river）是路径成本中较关键因素，先将坡度数据（reclass_slope）和起伏度数据（reclass_QFD）按照 0.6: 0.4 权重合并，然后与河流成本作等权重的加和合并，公式描述如下：

$$\text{cost} = \text{Reclass_river} + (\text{reclass_slope} * 0.6 + \text{reclass_QFD} * 0.4)$$

- (5) 寻找最短路径的实现需要运用 ArcGIS 的空间分析（Spatial Analyst）中距离制图中的成本路径及最短路径、表面分析中的坡度计算及起伏度计算、重分类及栅格计算器等功能完成

- (6) 最后提交寻找到的最短路径路线图

4. 数据

- (1) dem(高程数据)
- (2) startPot (路径源点数据)
- (3) endPot (路径终点数据)
- (4) river (小流域数据)

所有原始数据存放于随书光盘的.. \Chp8\Ex2\目录下

5. 实现流程图

ArcGIS 中实现最佳路径分析，首先利用高程数据派生出坡度数据以及起伏度数据集。然后重分类流域数据、坡度、起伏度数据集到相同的等级范围，再按照上述数据集在路径选择中的影响率赋权重值，最后合并这些数据即可得到成本数据集。在得到成本数据集的基础上，计算栅格数据中各单元到源点的成本距离与方向数据集。最后执行最短路径即得到最佳路径。

具体逻辑过程如下

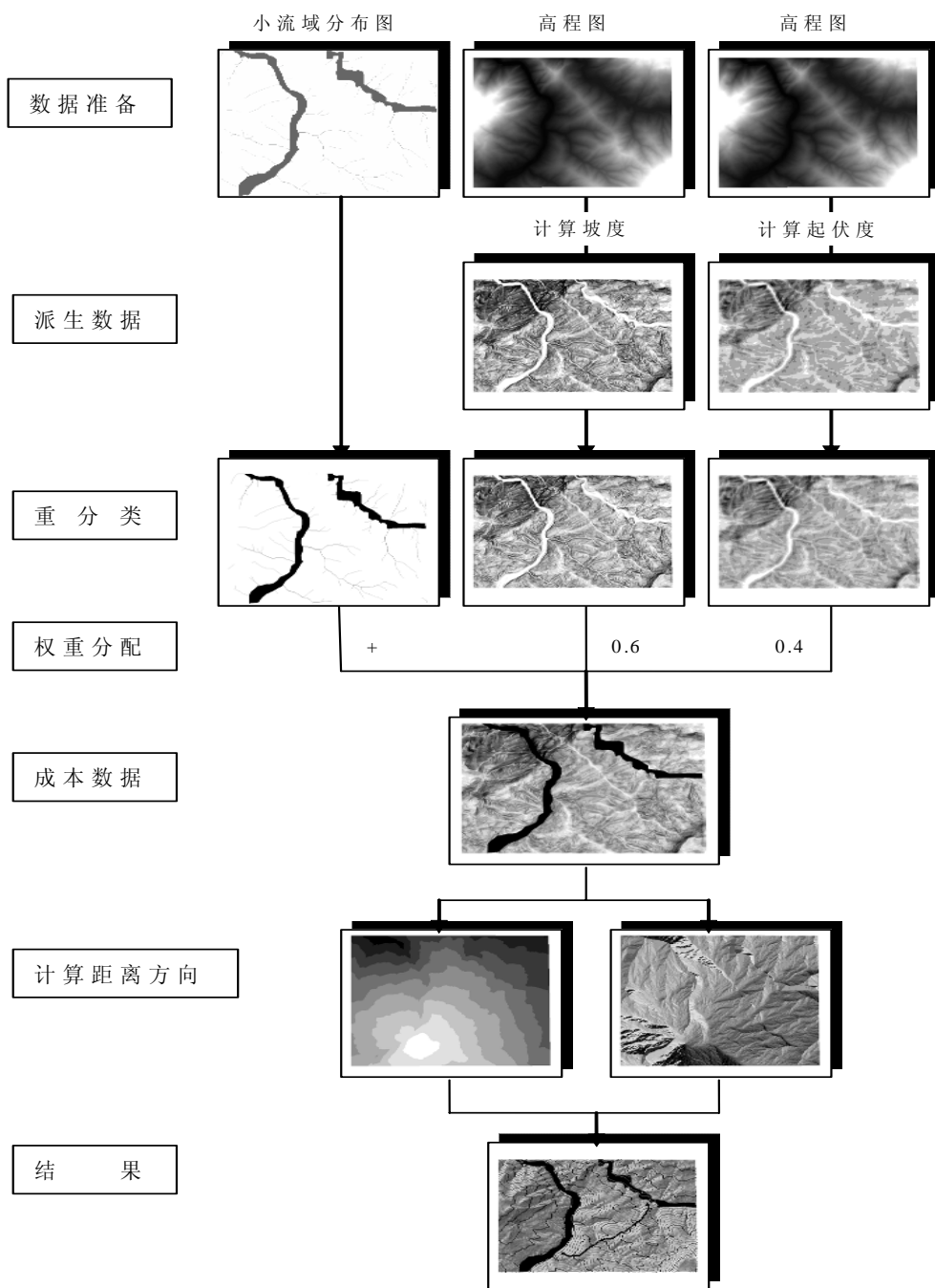


图 10 学校选址逻辑过程

6. 操作过程

(1) 运行 ArcMap，加载 Spatial Analyst 模块，如果 Spatial Analyst 模块未能激活，点

击 Tools 菜单下的 Extensions, 选择 Spatial Analyst, 点击 Close 按钮。

(2) 单击 File 菜单下的 Open 命令, 打开加载地图文档对话框, 选择 E:\Chp8\Ex2\road.mxd。

(3) 设置空间分析环境。点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头, 打开 Options 对话框, 设置相关参数:

1) 打开 Options 对话框中的 General 选项卡, 设置默认工作路径为: “E:\Chp8\Ex2\result\”。

2) 打开 Options 对话框中的 Extent 选项卡, 在 Analysis Extent 下拉框中选择“Same as Layer landuse”。

3) 打开 Options 对话框中的 Cell Size 选项卡, 在 Analyst Cell Size 下拉框中选择“Same as Layer landuse”。

(4) 创建成本数据集

要找到到学校的最佳路径, 首先需要从适宜性地图创建源数据输入及成本数据集, 把它们作为成本加权函数输入。

考虑到山地坡度、起伏度对修建公路的成本影响比较大, 其中尤其山地坡度更是人们首先关注的对象, 则在创建成本数据集时, 可考虑分配其权重比为: 0.6: 0.4。但是在有流域分布的情况下, 河流对成本影响不可低估。在此情形下, 成本数据集考虑为合并山地坡度和起伏度之后的成本, 加上河流对成本之影响即可。

1) 坡度成本数据集

选择 DEM 数据层, 点击 Spatial Analyst 下拉列表框, 选择 Surface Analysis 并点击 slope, 生成坡度数据集, 记为 Slope。

选择 Slope 数据层, 点击 Spatial Analyst 下拉键头, 选择 Reclassify 命令实施重分类。对坡度数据集实施重分类的基本原则是: 采用等间距分为 10 级, 坡度最小一级赋值为 1, 最大一级赋值为 10, 得到图 11 所示坡度成本数据 (reclass_slope)。



图 11 坡度成本数据

2) 起伏度成本数据集

选择 DEM 数据层, 点击 Spatial Analyst 下拉列表框, 选择 Neighborhood Statistics, 设置如图 12 所示参数设置, 点击 Ok 按钮, 生成起伏度数据层, 记为 QFD。

选择 QFD 数据层, 点击 Spatial Analyst 下拉键头, 选择 Reclassify 命令, 按 10 级等间距实施重分类, 地形越起伏, 级数赋值越高, 即最小一级赋值为 1, 最大一级赋值为 10, 得到图 13 所示地形起伏成本数据 (reclass_QFD)。



图 12 生成起伏度



图 13 起伏度成本数据图

3) 河流成本数据集

选择 River 数据层, 点击 Spatial Analyst 下拉键头, 选择 Reclassify 命令, 按照河流等级如下进行分类: 4 级为 10; 如此依次为 8, 5, 2, 1, 生成图 14 所示河流成本 (reclass_river)。

(5) 加权合并单因素成本数据, 生成最终成本数据集。

点击 Spatial Analyst 下拉箭头, 选择 Raster Calculator 命令合并数据集, 计算公式如下:

$$\text{cost} = \text{reclass_river} (\text{重分类流域数据}) + (\text{reclass_slope} (\text{重分类坡度数据}) * 0.6 + \text{reclass_rough} (\text{重分类起伏度数据}) * 0.4)$$

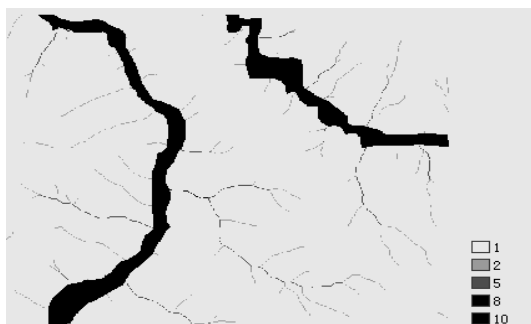


图 14 河流成本数据

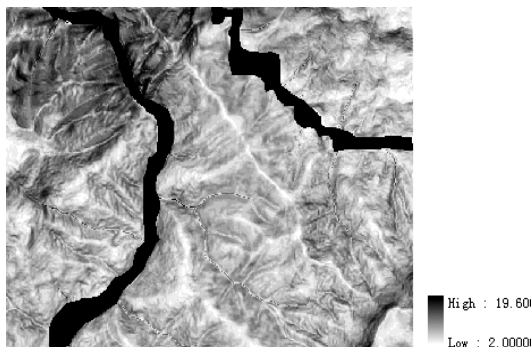


图 15 最终成本数据

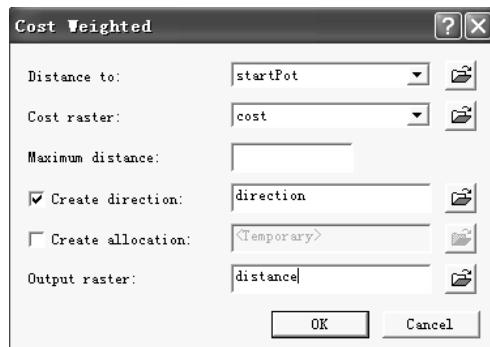


图 16 计算成本权重数据对话框

得到图 15 所示最终成本数据集 (cost), 其中深色表示成本高的部分。

(6) 计算成本权重距离函数

点击 Spatial Analyst 模块下拉箭头, 选择 Distance 中的 Cost Weighted, 设置参数如图

16, 点击 OK 按钮。生成图 17 所示成本距离图, 其中浅色为源点; 图 18 所示成本方向图, 尖点为源点。

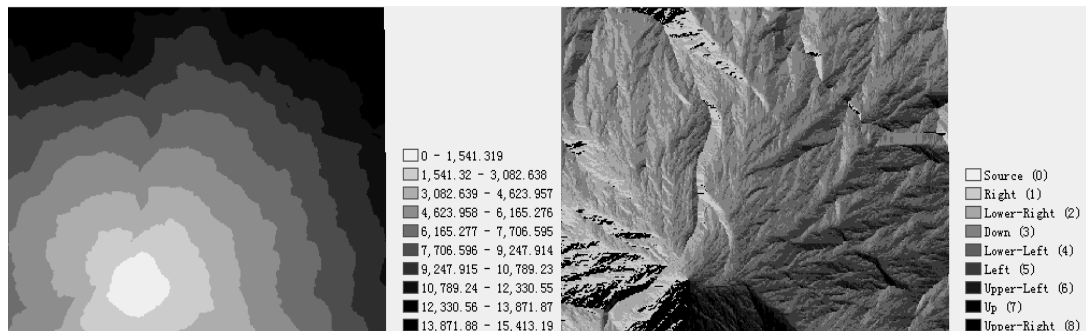


图 17 成本距离图

图 18 成本方向图

(7) 求取最短路径

点击 Spatial Analyst 下拉框, 选择 Distance 中的 Shortest Path, 设置参数如图 19 所示, 点击 OK 按钮, 生成最终的最短路径图 (图 20, 其中黑色粗线部分为确定的路径)。

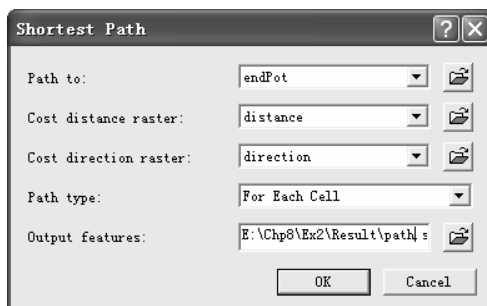


图 19 最短路径对话框

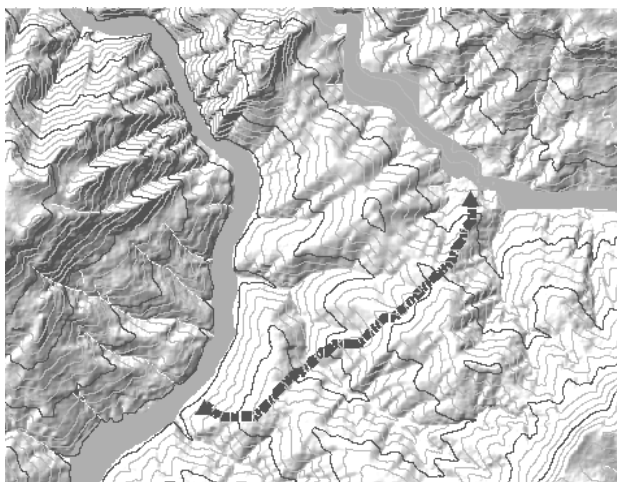


图 20 最佳路径图 (黑色粗线)

练习 3. 熊猫分布密度制图

1. 背景

大熊猫是我国国家级珍惜保护动物, 熊猫的生存必须满足一定槽域 (独占的猎食与活动范围) 条件。因此, 科学准确的分析熊猫的分布情况, 对合理制定保护措施和评价保护成效具有重要的意义。

2. 目的

通过练习,熟悉 ArcGIS 密度制图函数的原理及差异性,掌握如何根据实际采样数据特点,结合 ArcGIS 提供的密度制图功能和部分空间分析,灵活变通,制作符合实际需要的密度图。

3. 要求

(1) 熊猫活动具有一定的槽域范围,一个槽域范围只有一个或一对熊猫,在此练习中,假设熊猫槽域半径为 5km;

(2) 虽然一个采样点代表一个熊猫,但由于熊猫的生存具有确定槽域特征,不同的采样点具有不同的空间控制面积。假定熊猫活动范围分布满足以采样点为中心的泰森多边形,如何将这一信息加入密度分布图是本练习的重点。

(3) 在野外实采的熊猫活动足迹数据的基础上,以每个熊猫槽域范围为权重,运用 ArcGIS 中的区域分配功能和密度制图功能制作该地区熊猫分布密度图。

4. 数据

野外实采的熊猫活动足迹数据,一个足迹代表一个熊猫曾在此处活动过,相同足迹只记载一次。数据存放于随书光盘的..\\Chp8\\Ex3\\目录下。

5. 计算原理

首先利用栅格数据空间分析模块提供的区域分配功能提取熊猫的槽域范围,然后用理论最大槽域面积(假定是半径为 5km 的圆,面积为 $3.1415927*5*5$, km^2)除以所提取的熊猫实际槽域面积,作为采样点的加权值(记为 Power 字段),生成熊猫分布密度图。

6. 操作过程

(1) 运行 ArcMap,加载 Spatial Analyst 模块,如果 Spatial Analyst 模块未能激活,点击 Tools 菜单下的 Extensions,选择 Spatial Analyst,点击 Close 按钮。在 Options 中的 General 页面中在设置默认工作路径,此处假定为“E:\\chp8\\ex3\\Result\\”,图 21。

(2) 单击 File 菜单下的 Open 命令,打开加载地图文档对话框,选择 E:\\Chp8\\Ex1\\XMDensity.mxd。

(3) 熊猫的生存必须满足一定的槽域范围。选择熊猫活动足迹数据图层,点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头,选择 Distance 并点击 Allocation,设置参数如图 22 所示;点击 OK,生成熊猫槽域范围图(图 23,白色区域没有熊猫出现)。

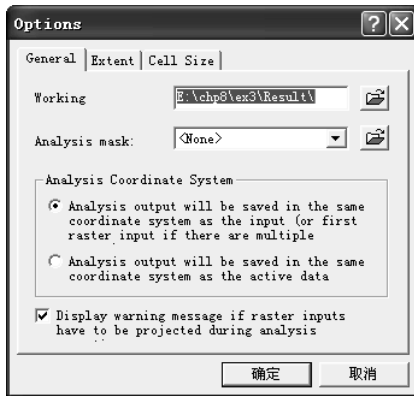


图 21 工作路径设置

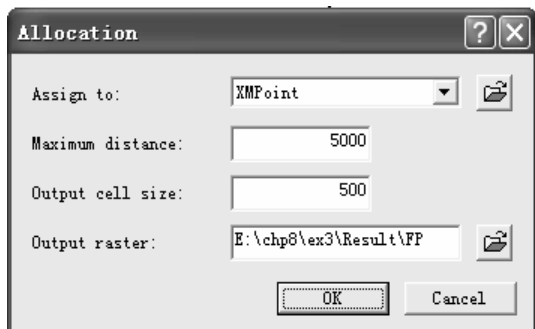


图 22 区域分配对话框

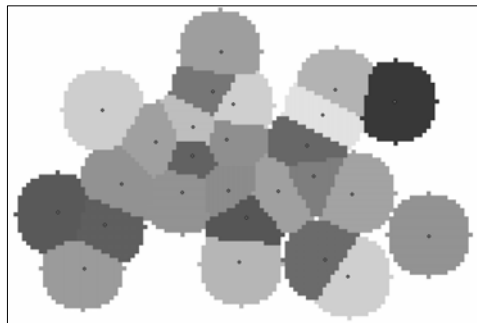


图 23 槽域分配图

(4) 选择 FP 数据层, 点击鼠标右键并选择 **Open Attribute Table** 命令, 打开 FB 属性表。点击 FB 属性表右下角 **Option** 按钮的下拉箭头, 选择 **Export** 命令 (图 24), 导出 FB 属性数据表, 参数设置如图 25 所示, 点击确定按钮; 当出现提示是否需要加载该数据表, 选择“是 (Y)”;

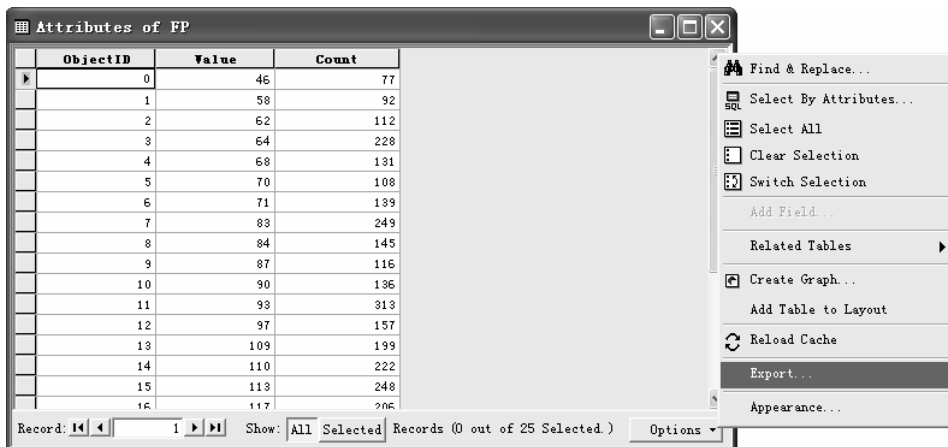


图 24 FB 属性表输出

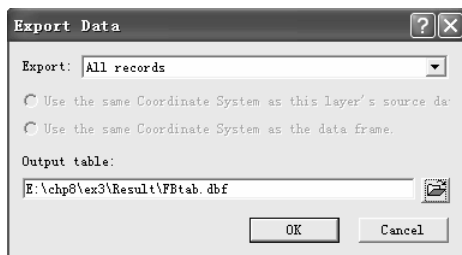


图 25 参数设置

(5) 选择熊猫活动足迹数据图层 (XMPPoint), 点击鼠标右键, 选择 Join and Relates 子菜单下的 Join, 弹出数据连接对话, 参数设置如图 26 所示, 点击 OK 按钮, 完成熊猫采样数据与槽域范围数据的连接。

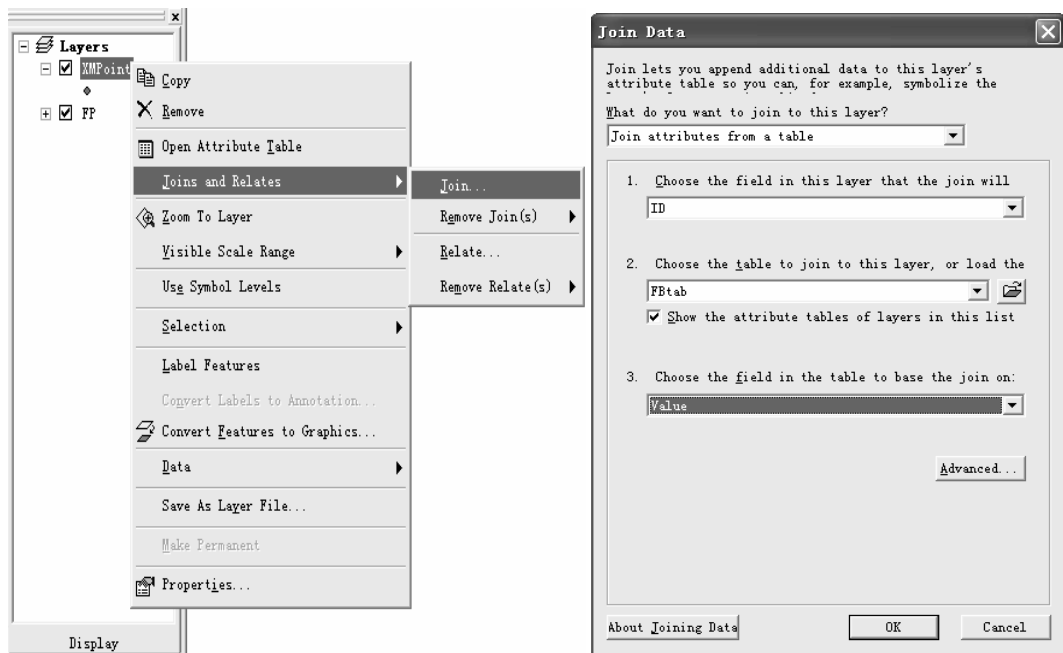


图 26 采样数据与槽域范围数据连接

(6) 选择熊猫活动足迹数据图层(XMPPoint), 点击鼠标右键并选择 Open Attribute Table 命令, 打开 XMPPoint 属性表; 点击属性表中的 XMPPoint.CaoYuArea 字段名, 点击鼠标右键, 选择 Calculate Values...; 在 Field Calculate 对话框计算公式输入视窗输入计算公式: [FBtab.Count]*500*500, 500 为生成 FB 数据层时设置的栅格大小。

(7) 选择熊猫活动足迹数据图层 (XMPPoint), 选择点击属性表中的 XMPPoint.Power 字段名, 点击鼠标右键, 选择 Calculate Values...; 在 Field Calculate 对话框计算公式输入视窗输入计算公式: $3.1415926 * 5000 * 5000 / [XMPPoint.CaoYuArea]$, $3.1415926 * 5000 * 5000$ 为假定的最大槽域面积, 计算每个采样点的权重值, 作为计算密度的样本值;

(8) 点击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头, 选择 Density..., 参数设置如图 27 所示, 提取密度;

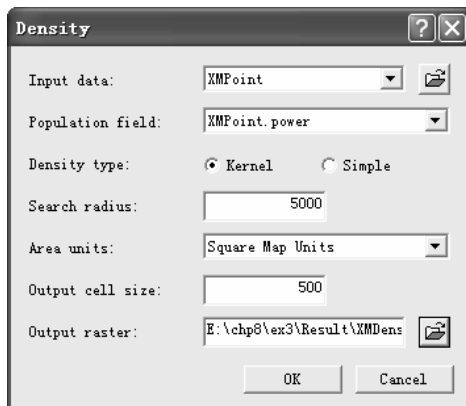


图 27 密度计算

(9) 上述密度以平方米为面积单位，数据值太小。点击 **Spatial Analyst** 模块的下拉箭头，选择 **Raster Caculate...**，输入计算公式： $XMDensity10 = [XMDensity] * 10000000$ ，将面积单位换算为 10 平方公里，结果如图 28 所示。

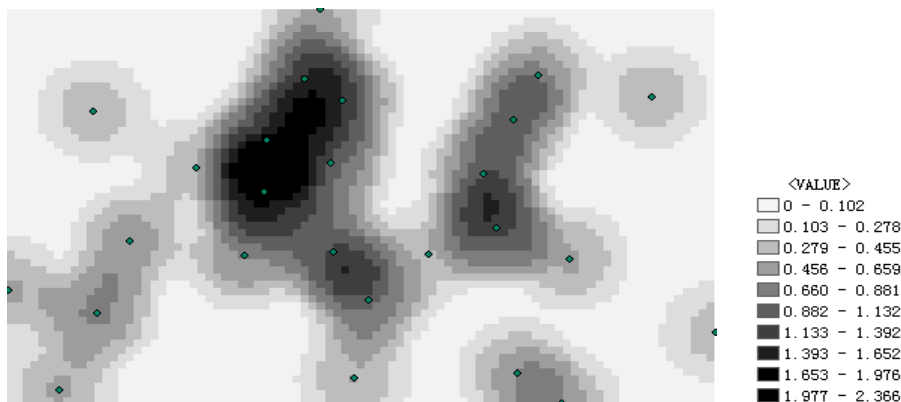


图 28 熊猫密度图（单位：10 平方公里）

练习 4. GDP 区域分布图的生成与对比

1. 背景

各地区经济协调发展是保证国民经济健康持续稳定增长的关键。GDP 是分析各地区经济发展状况的重要指标，科学准确分析各地区 GDP 空间分布特征，对制定有效措施，指导经济协调发展具有重要参考价值。

背景

2. 目的

ArcGIS 中提供了三种空间插值方法，每种插值方法在原理上和应用上都大不相同，在此通过具体实例练习如何利用 IDW 内插方法和 Spline 内插方法进行 GDP 空间分布特征的分析，以此来引导读者对空间插值有一个更深刻的认识。

3. 要求

(1) 经济的发展具有一定的连带效应和辐射作用。以该地区各区域年 GDP 数据为依据，采用 IDW 和 Spline 内插方法创建该地区 GDP 空间分异栅格图；

(2) 分析每种插值方法中主要参数的变化对内插结果的影响；

(3) 分析两种内插方法生成的 GDP 空间分析图的差异性，简单说明形成差异的主要原因；

(4) 通过该练习，熟练掌握两种插值方法的适用性各有什么不同。

4. 数据：

该地区的 GDP 数据 (GDP.shp)，数据范围：4601 万元~132630 万元。数据存放于随书光盘的..\Chp8\Ex4\目录下

5. 实验流程图

(1) IDW 内插方法

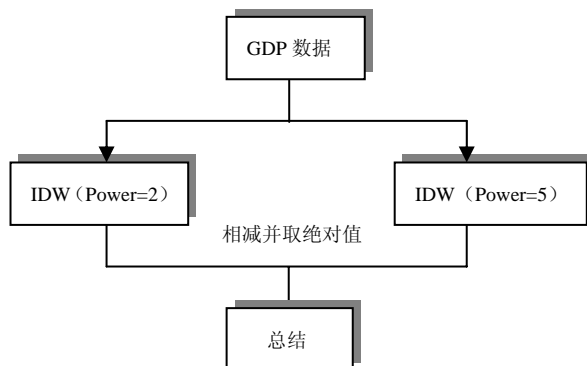


图 29 IDW 内插试验流程图

(2) Spline 内插方法

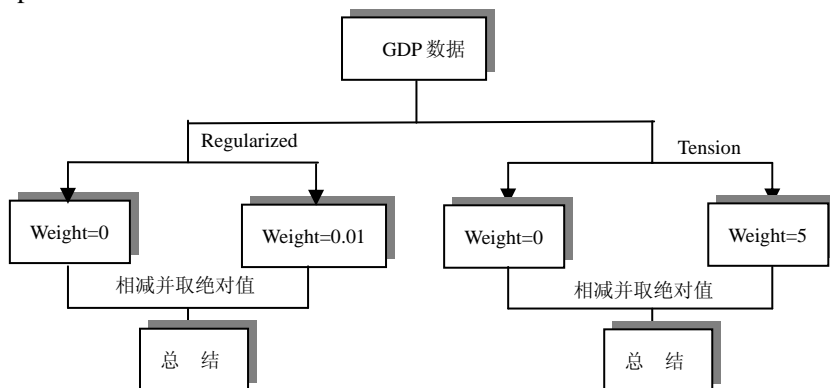


图 30 Spline 内插试验流程图

(3) 两种方法之间的对比，通过空间分析中 **Raster Calculate** 命令来进行分析。选择 IDW (Power=2), Spline (Regularized, Weight=0.01)。在 Raster Calculate 中计算 $Abs (IDW - Spline)$ ，比较二者产值变化空间分异特征。

6. 操作步骤

(1) IDW 插值法

1) 插值步骤:

A. 运行 ArcMap，加载 Spatial Analyst 模块，如果 Spatial Analyst 模块未能激活，点击 Tools 菜单下的 Extensions，选择 Spatial Analyst，点击 Close 按钮。

B. 单击 File 菜单下的 Open 命令，打开加载地图文档对话框，选择 E:\Chp8\Ex4\GDP.mxd。

C. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Options 选项，在 Options 中的 General 页面中在设置默认工作路径，此处假定为“E:\chp8\ex4\Result\”，并设置 Analysis mask 为 board.shp。

D. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Interpolate to Raster, 在弹出的下一级菜单中点击 Inverse Distance Weighted;

E. 设置 Z value field 为 GDP; 设置 Power 为 2; 设置 Output cell size 为 500; 其他参数不变, 点击 OK, 进行计算。

F. 将 Power 值改为 5, 重复上述步骤。

G. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Raster Calculator, 求 $Abs((Power=2) - (Power=5))$ 。

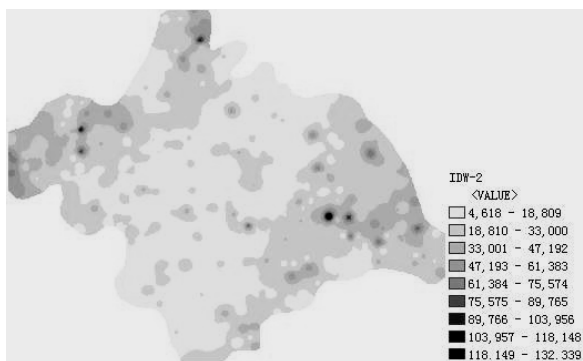
IDW 插值结果如图 31 所示。

2) 结果分析

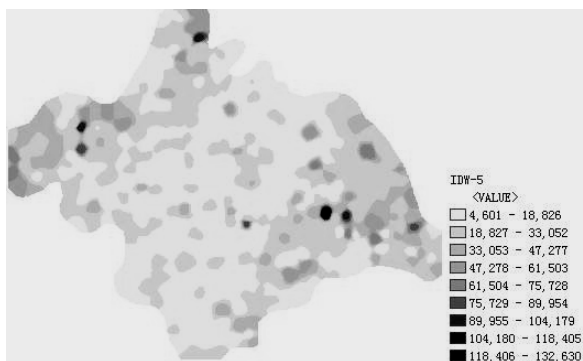
A. 由于 IDW 是一个加权距离平均, 平均值不能大于输入最高值或是小于输入最低值, 因此输出的结果数据中, 每一栅格值均处于采样数据的最大值与最小值范围之内。的输出值限制在用于插值的输入值的范围内;

B. 幂指数不同, IDW 的插值结果是不同的。幂指数越大, 较远的点对于输入的影响越小, 即幂指数越高, 其局部影响的程度越高。

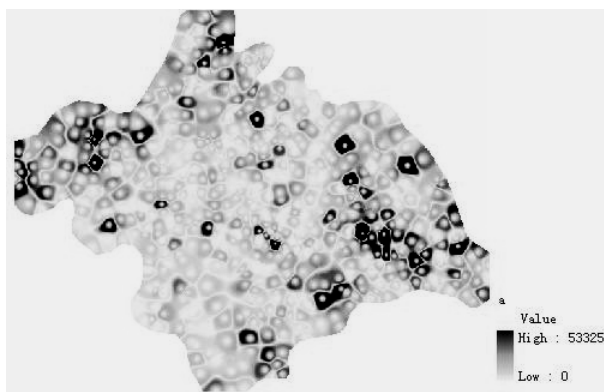
C. IDW 属于精确性(生成表面通过采样点)插值方法。因此, 即使给出不同的幂指数值, 在采样点上它们差值的绝对值比较小, 差值比较大的地方出现在突然采样数据变化比较剧烈和频繁的区域有。此外, 如果采用同样搜索半径和参加内插的最小采样点数, 生成表面在最近的几个采样的几何中心区域具有比较稳定的内插值, 受幂指数的影响不是很明显。



A: Power = 2



B: Power = 5



C: $Abs((Power=2) - (Power=5))$

图 31 IDW 插值结果

(2) Spline 内插法

1) 插值步骤:

A. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Interpolate to Raster, 在弹出的下一级菜单中点击 Spline;

B. 设置 Z value field 为 GDP; 设置 Spline type 为 Regularized; 设置 Weight 值为 0; 设置 Output cell size 为 500; 其他参数不变, 点击 OK, 进行计算;

C. 将 Weight 值改为 0.01, 重复上述步骤;

D. 设置 Spline type 为 Tension, 并分别取 Weight 值为 0 和 5 进行计算;

E. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Raster Calculator, 并求 Regularized 中 $Abs((Weight=0) - (Weight=0.01))$ 和 Tension 中 $Abs((Weight=0) - (Weight=0.01))$ 。

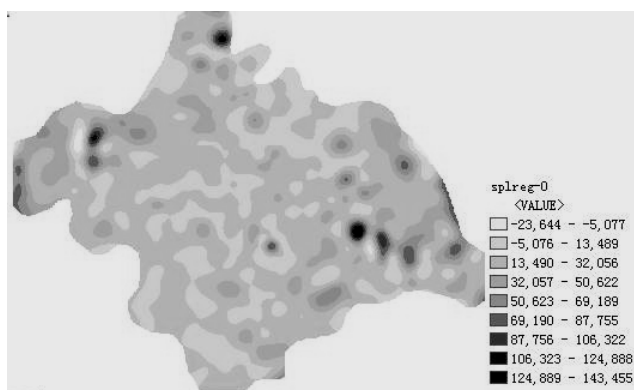
图 32 为采用 Regularized 插值类型时插值结果。修改 Spline type 为 Tension, Weight 分别取 0 和 5, 其它参数不变, 重复上述步骤, 计算插值结果。图 33 为采用 Tension 插值类型时插值结果。

2) 结论:

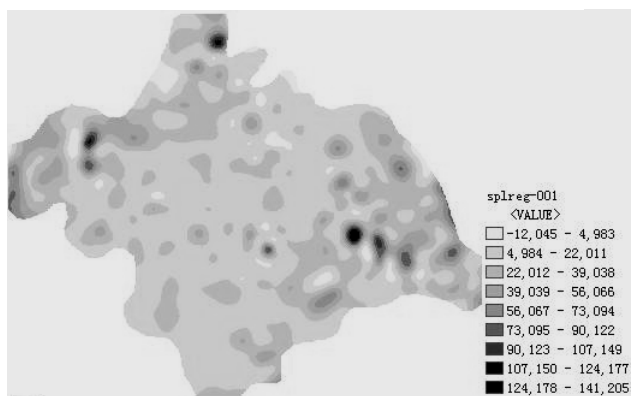
A. Spline 插值结果光滑, 它的插值结果范围将远远超出原值范围;

B. 在 Spline 插值中 Regularized 插值结果要较 Tension 插值结果光滑;

C. 对于 Regularized 选项, 它把一次求导 (坡度), 二次求导 (坡度变化率) 和三次求导 (二次求导的变化率) 合并为其最低估计计算, 它决定了表面最小曲率表达的三次导的权重。weight 值越高则生成的表面越光滑;



A: Weight = 0



B: Weight = 0.01

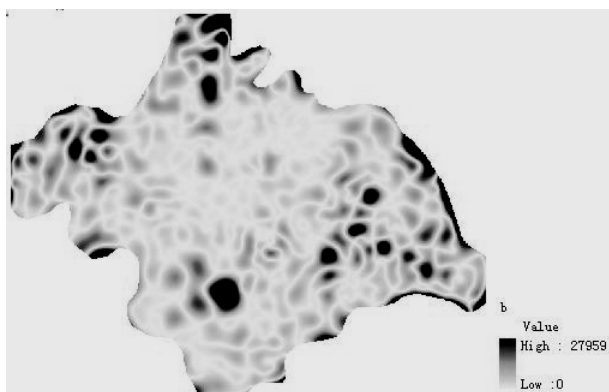
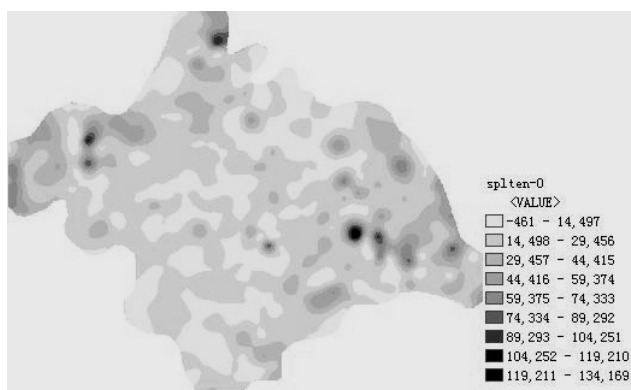
C: $Abs((Weight=0) - (Weight=5))$

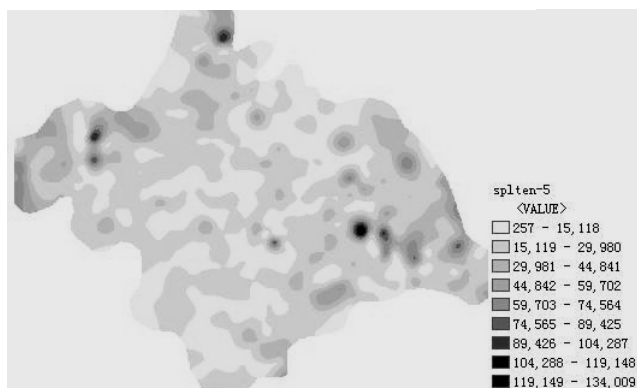
图 32 Spline Regularized 插值结果

D. 对于 Tension 选项，它仅使用一次和二次导数。weight 值越高则生成的表面越粗糙，但是表面的值越接近控制点；

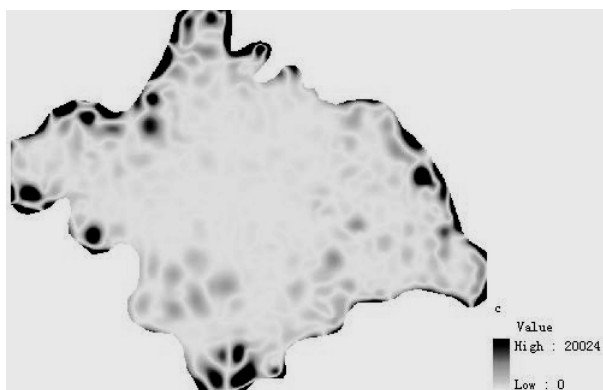
E. 从 Regularized 和 Tension 选项中分别对两次权重差值取绝对值的结果图中可以看出，在采样点处差值的绝对值都比较小，而在采样点之间比较大，尤其是在采样点比较稀疏的地方差值绝对值相对会大一些。



A: Weight = 2



B: Weight = 5



C: Abs ((Weight=0) — (Weight=5))

图 33 Spline Tension 插值结果

(3) IDW 与 Spline 对比分析

1) 操作过程:

A. 选取 IDW (Power=2) 内插结果图, 如图 32 (A) 所示;

B. 选取 Spline (Regularized, Weight=0.01) 内插结果图, 如图 33 (B) 所示;

C. 在 Spatial Analyst 下拉菜单中选择 Raster Calculator, 输入公式: Abs (IDW - Spline), 点击 Evaluate 来完成运算。结果如图 34 所示。

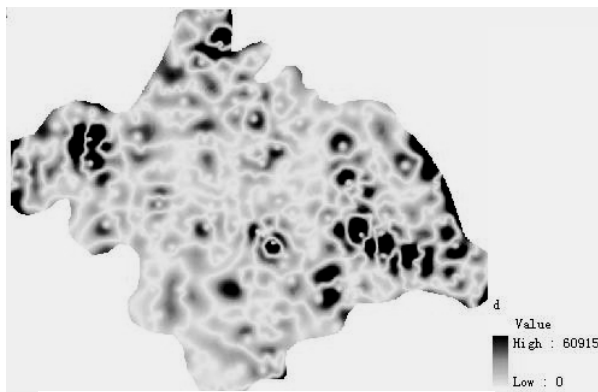


图 34 IDW 与 Spline 对比分析

2) 结论:

A. 从上一组图可以看出每两组值的差的绝对值在采样点处都较小, 在非采样点处相对较大;

B. 在采样点比较密集的地方差的绝对值较小, 在采样点分布比较稀疏的地方差的绝对值较大。

C. 结合采样点处数据大小, 可以看出在采样点变化比较大的地方差的绝对值较大, 变化比较均衡的地方差的绝对值较小。

7. 试验结论:

(1) IDW 与 Spline 插值结果之间的存在着比较大的区别。在采样点处变化都较小, 在非采样点处相对较大; 在采样点比较密集的地方内插值变化较小, 在采样点分布比较稀疏的地方变化较大; 结合采样点处数据大小, 可以看出在采样点分布比较规律或采样点值比较均一的地方, 内插结果的变化普遍较小, 而在采样点分布零散并且采样值变化频繁、剧烈的区域, 内插结果的变化普遍较大。

(2) IDW 是一个加权距离平均, 其每一栅格的输出值限制在采样点的输入值的范围内, 因此, 对如山脊和沟谷这样的极端地形, 如果没有采样点, IDW 不会生成这些地形。当取样点足够密时, IDW 对局部变化具有非常好的效果。Spline 是基于生成具有连续的二阶导数和最小的平方曲率的插值方法, 所以它适合那些空间连续变且光滑的表面的生成。

练习 5. 提取山顶点、凹陷点

1. 背景

山顶点指哪些在特定邻域分析范围内，该点都比周围点高的区域。凹陷点指哪些在特定邻域分析范围内，该点都比周围点低的区域。DEM 数据提供了丰富的地形信息，基于 DEM 数据如何正确有效的提取这些地形特征信息，在数字地形分析中具有重要意义。

2. 目的

通过等高线、山顶点、凹陷点的提取和配置、引导读者熟练掌握利用 ArcGIS 栅格数据空间分析中等高线的提取、栅格数据邻域分析和窗口计算功能，完成栅格数据表面分析。

3. 数据:

黄土丘陵地区 1:10000DEM 数据。数据存放于随书光盘的..\Chp8\Ex5\目录中。

4. 要求

(1) 应用栅格数据空间分析模块中的等高线提取功能，分别提取等高距为 15 米和 75 米的等高线图，并按标准地形图绘制等高线方法绘制等高线,作为山顶点、凹陷点空间分布的背景图;

(2) 通过邻域分析和栅格计算器提取山顶点、凹陷点。

5. 操作过程

(1) 运行 ArcMap，加载 Spatial Analyst 模块，如果 Spatial Analyst 模块未能激活，点击 Tools 菜单下的 Extensions，选择 Spatial Analyst，点击 Close 按钮。

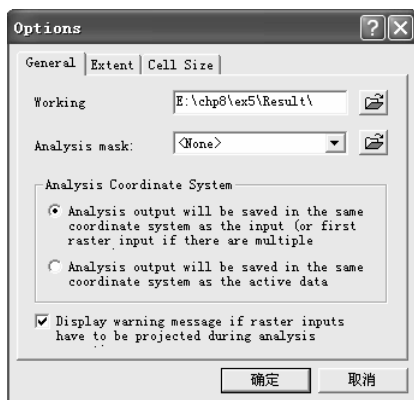


图 35 设置工作路径

在 Options 中的 General 页面中在设置默认工作路径，此处假定为 “E:\chp8\ex5\Result\”，如图 35 所示。

(2) 单击 File 菜单下的 Open 命令，打开加载地图文档对话框，选择 E:\Chp8\Ex1\HillTop.mxd。

(3) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Surface Analysis 子菜单并点击 Contour，参数设置如图 36 所示，提取等高距为 15 米的等高线；

(4) 修改 Contour interval 为 75 米，提取等高距为 75 米的等高线，输出文件名

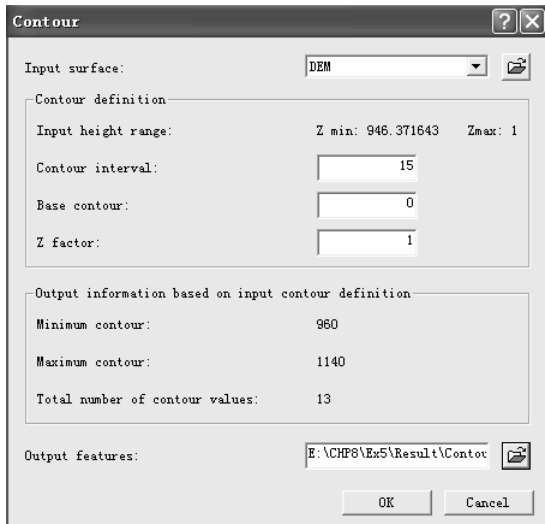


图 36 等高线提取对话框

(5) 单击 Contour15 数据层图例，选择显示颜色为灰度 60%（图 37），点击 OK 按钮。

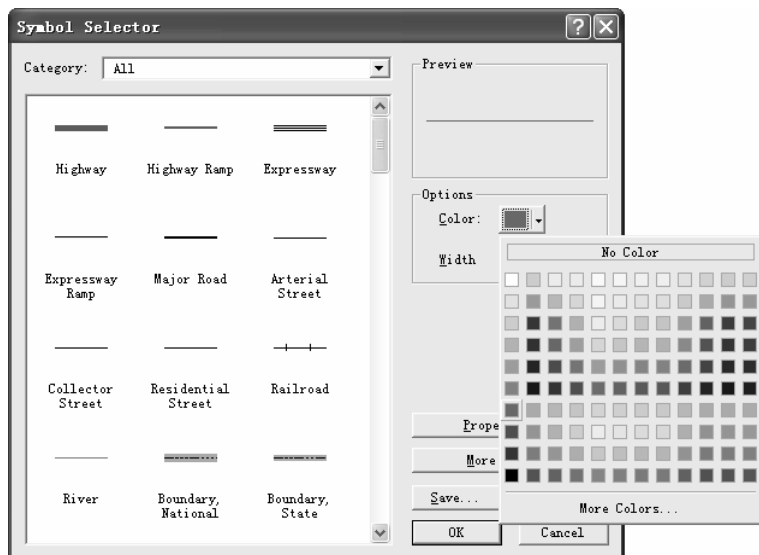


图 37 选择图例颜色

(6) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Surface Analysis 子菜单并点击 Hillshade，设置输出文件名为 Hillshade，其它参数取默认值，提取该地区光照晕渲图，作为等高线三维背景；

(7) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Raster Calculator...，输入计算公式：Back = [DEM] >= 0，点击 OK。提取有效数据区域，作为等高线三维背景掩模；

(8) 选择 Back 数据层，在弹出的属性对话框的 Display 属性页设置透明度 60%，在 Symbology 属性框中设置其显示颜色为 Gray50%，点击 OK 按钮；

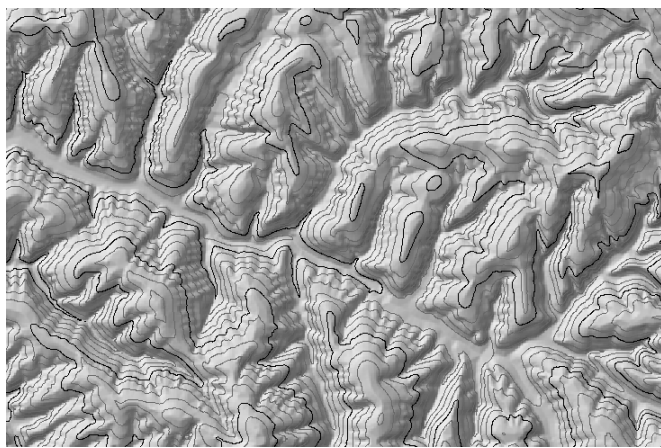


图 38 三维立体等高线图

(9) 按 Contour15、Contour75、Back、Hillshade 次序放置数据层，生成三维立体等

高线图（图 38）；

(10) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Neighborhood Statistics, 设置参数如图 39 所示，点击 OK 按钮，提取 11*11 分析窗口最大值；

(11) 修改图 39 中 Statistic type 为 Minimum, Output Raster（输出文件名）为 MinPoint, 其它参数不变，点击 OK，提取 11*11 分析窗口最小值；

(12) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Raster Calculator..., 输入计算公式：SD = [Maxpoint] - [DEM] == 0, 提取山顶点区域；

(13) 选择 SD 数据层，点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Reclassify, 设置参数如图 40 所示，重分类 SD 数据。

(14) 选择 RE_SD 数据层，点击 Spatial

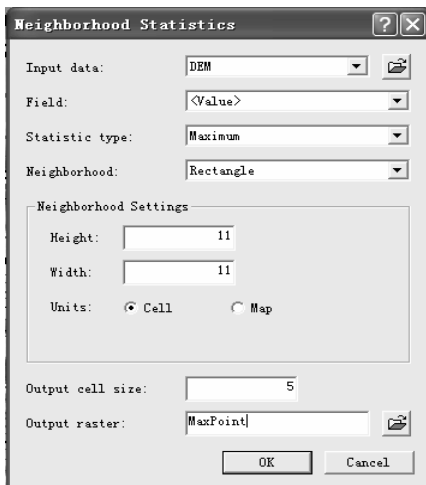


图 39 计算最大值

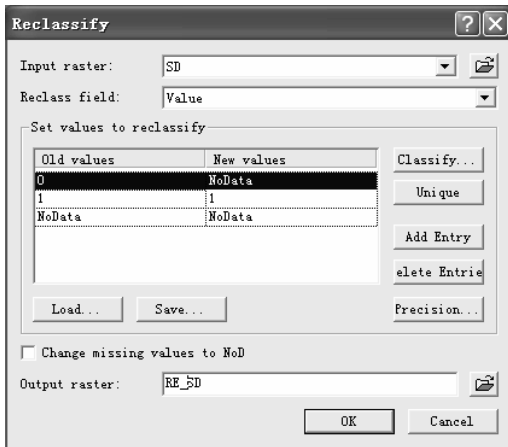


图 40 重分类 SD 数据

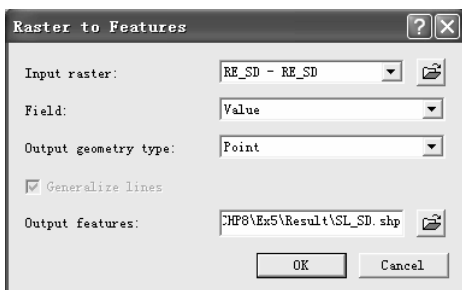


图 41 格式转换

Analysis 下拉箭头，选择 Convert 子菜单并点击 Raster to Features..., 设置参数如图 41 所示，输出矢量山顶点数据，见图 42。

(15) 点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Raster Calculator..., 输入计算公式：GD = [Minpoint] - [DEM] == 0, 提取凹陷点区域；

(16) 选择 GD 数据层，点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Reclassify, 设置参数同图 40 所示，

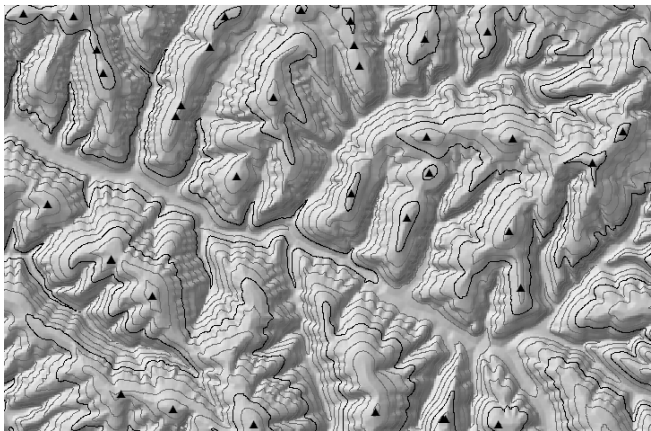


图 42 山顶点分布图

输出文件名改为 Re_GD，重分类 GD 数据。

(17) 选择 RE_SD 数据层，点击 Spatial Analysis 下拉箭头，选择 Convert 子菜单并点击 Raster to Features...，设置参数同图 41 所示，输出文件名改为 SL_GD，输出矢量凹陷点数据（图 43）。

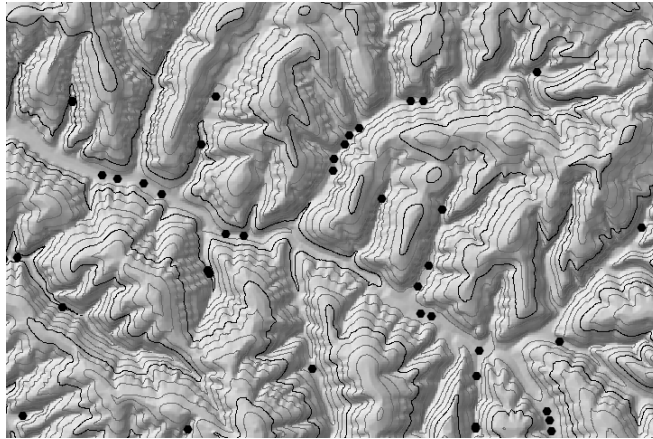


图 43 凹陷点分布图

(18) 按 SL_SD、SL_GD、Contour75、Contour15、Back、Hillshade 从上到下依次放置上述数据层，合并显示山顶点、凹陷点提取结果（图 44）。

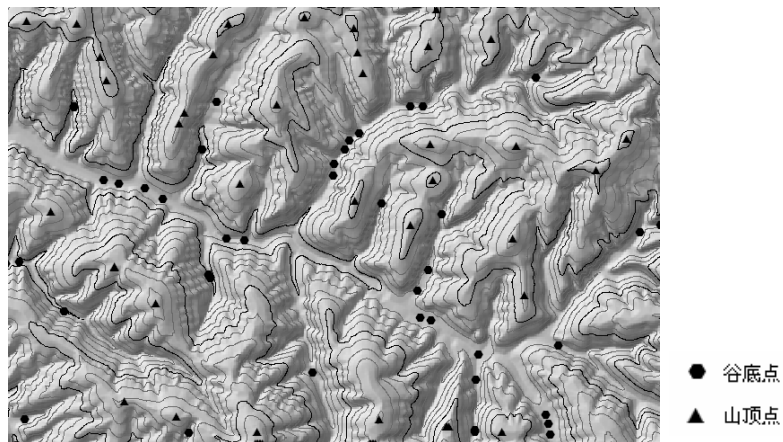


图 44 山顶点、凹陷点分布图