

EX07: 空间插值

本实验包含 3 个任务，任务 1 是进行趋势面分析 (Trend surface analysis)；任务 2 使用 IDW 方法进行局部插值；任务 3 使用普通克里格 (Ordinary kriging) 方法进行插值。上述任务都可以在地统计分析 (Geostatistical analyst) 中进行空间插值，此时可以使用交叉有效性统计 (如均方根统计) 进行模型比较。地统计分析提供了比空间分析 (Spatial Analyst) 及 ArcToolbox 中插值工具更多信息及更好的用户界面。

任务 1: 趋势面模型用于插值

所需数据: *stations.shp*, 包含 Idaho 州内及附近 175 个气象站的 shapefile; *idoutlgd*, Idaho 州边界栅格文件。

在任务 1 中，在进行趋势面分析之前，首先查看 *stations.shp* 中的平均年度降水量数据。本任务中 7、8、9 等步骤涉及到栅格数据运算，为选作内容。

1. 运行 ArcCatalog，连接到 EX07 文件夹。运行 ArcMap，将数据框架命名为 Task1，将 *stations.shp* 和 *idoutlgd* 添加到 Task1。确保 Geostatistical analyst 和 Spatial Analyst 在 Tools 菜单下的 Extensions 中的复选框被设置，且相应的工具条在程序中显示出来。
2. 单击 Geostatistical analyst 中的下拉键头，指向 Explorer Data，选择 Trend Analysis。在 Trend Analysis 对话框的底部，选择数据源的 Layer 为 *stations.shp*，Attribute 为 ANN_PREC。
3. 将 Trend Analysis 对话框最大化。对话框中的 3D 图表达了两种趋势信息：在 YZ 平面中由北向南倾斜，在 XZ 平面中先表现为由西向东倾斜，而后些微上升。南北方向的趋势比东西方向趋势更为明显，即 Idaho 州降水量由北向南递减。关闭对话框。
4. 单击 Geostatistical analyst 中的下拉键头，选择 Geostatistical Wizard。在第 1 页中进行输入数据和地统计方法的选择。单击 Input Data 下拉键头，选择 *stations*。将 Attribute 选择为 ANN_PREC。在 Methods 框架中，选择 Global Polynomial Interpolation。
5. 在下一页可以选择趋势面模型采用的阶数 (Power)。在 Power 列表中提供了 1-10 的选择。选择 1 作为阶数。下一页绘制了预测值与观测值、误差与观测值之间的分布图及一次趋势面模型相关统计。RMS 是对趋势面模型综合符合度的一种衡量，在此起数值为 6.073。按 Back 返回且将阶数设置为 2，此时 RMS 变为 6.085。重复调整阶数，选择具有最小 RMS 数值的趋势面模型即为本任务最佳综合模型。对于 ANN_PREC，最佳阶数设置为 5。将阶数设置为 5 后单击 Finish。在 Output Layer Information 对话框单击 OK。

Q1: 当阶数为 5 时，RMS 统计值是多少？

6. Geostatistical analyst (GA) 的输出为 *Global Polynomial Interpolation Prediction Map*，与 *stations* 具有相同的范围。在 *Global Polynomial Interpolation Prediction Map* 上单击右键选择 Properties，在 Symbolology 页包含 4 个显示选项：山体阴影 (Hillshade)、等高线 (Contours)、栅格 (Grid) 和填充等高线 (Filled Contours)，选择 Filled Contours 后单击分类 (Classify)。在分类对话框中，选择手工分类，将其分为 7 类并将分类线设置为 10、15、20、25、30 和 35。单击 OK 关闭对话框。等高线 (等雨量线) 用不同色彩作分类。
7. 要将 *Global Polynomial Interpolation Prediction Map* 裁剪至与 Idaho 州边界相符，首先将 GA 数据转化为栅格数据。在 *Global Polynomial Interpolation Prediction Map* 上单击右键，指向 Data，选择 Export to Raster，在弹出的对话框中，设置单元大小为 200 (米)，并将输出命名为 *trend5_temp*。单击 OK 进行数据输出。将 *trend5_temp* 添加到地图，检查 *trend5_temp* 中位于州边界外部的数值。

8. 接下来对 *trend5_temp* 进行裁剪。单击 **Spatial Analyst** 下拉键头选择选项。在常规页，选择 *idoutlgd* 作为分析掩模（analysis mask）后单击 **OK**。在 **Spatial Analyst** 下拉菜单中选择 **Raster Calculator**。在 **Layer** 列表中双击 *trend5_temp*，*trend5_temp* 将出现在表达式框中。单击 **Evaluate**，此时的 *Calculation* 产生裁剪后的 *trend5_temp*。
9. *Calculation* 是临时的栅格，可以通过以下步骤将其进行存储：右键单击 *Calculation*，选择 **Make Permanent**，而后输入永久栅格的名称。
10. 将上述结果保存文件 *EX07.mxd*，注意将数据存储为相对路径。

任务 2：IDW 用于插值

所需数据： *stations.shp* 和 *idoutlgd*，与任务 1 使用相同数据。

本任务要求使用 **IDW** 方法插值生成降水量栅格图。在下面的步骤中采用 **Geostatistical analyst** 完成，请尝试采用 **Spatial Analyst** 或借助于 **ArcToolbox** 中的工具完成。

1. 运行 **ArcMap**，打开 *EX08.mxd*，插入新的数据框架并将其命名为 **Task2**，将 *stations.shp* 和 *idoutlgd* 添加到 **Task2**。确保 **Geostatistical analyst** 和 **Spatial Analyst** 工具条都可用。
2. 单击 **Geostatistical analyst** 中的下拉键头，选择 **Geostatistical Wizard**。在第 1 页中进行输入数据和地统计方法的选择。单击 **Input Data** 下拉键头，选择 *stations*。将 **Attribute** 选择为 **ANN_PREC**。在 **Methods** 框架中，选择 **Inverse Distance Weighting**。按 **Next** 继续。
3. 在出现的第 1 页中包含一个图形框和 **IDW** 法参数设置框。**IDW** 法采用的默认参数是 2 阶、15 个相邻点（控制点）以及采用圆形区域进行控制点选择。图形框中显示 *stations* 中为求取某一位置的数值所采用的点及其权重（以百分率及颜色表示）。可以选择 “**Predict/Estimate Value and Identify Neighbors in the Center of Ellipse**” 工具，而后在图形框中任意点单击，查看如何得到点的估计值。
4. 在当前页还提供了 “**Optimize Power Value**” 按钮，当阶数发生改变时，某点的估计值也会随之改变，单击此按钮可以由 **Geostatistical Wizard** 在保留其它参数的情况下选择最优化的阶数。**Geostatistical Wizard** 采用交叉有效性检测技术来找到这个优化阶数。单击 “**Optimize Power Value**” 按钮，在阶数位置显示数值为 3.191。按 **Next** 继续。
5. 在第 2 页可以检视包括 **RMS** 统计在内的交叉有效性检测结果。

Q2: 当使用默认参数及优化后阶数时，**RMS** 统计值是多少？

Q3: 将阶数改为 2，相邻点数目设为 10（至少为 6），此时 **RMS** 统计值是多少？

6. 将参数设置回默认值，将阶数设置为优化后的数值，而后单击 **Finish**。在输出图层信息对话框中按 **OK**。按照任务 1 中相同的步骤将 *Inverse Distance Weighting Prediction Map* 转换为一个栅格文件，而后采用 *idoutlgd* 作为分析掩模对其进行裁剪。
7. 保存 *EX07.mxd*。

任务 3：采用普通克里格法插值

所需数据： *stations.shp* 和 *idoutlgd*。

在本任务中，首先检查 *stations.shp* 中 175 个点产生的无方向性半变异云图（**Semivariogram Cloud**）。接下来使用普通克里格插值方法生成插值后的降水量栅格图及标准差栅格图。在下面的步骤中采用 **Geostatistical analyst** 完成，请尝试采用 **Spatial Analyst** 或借助于 **ArcToolbox** 中的工具完成。

1. 运行 **ArcMap**，打开 *EX07.mxd*，插入新的数据框架并将其命名为 **Task3**，将 *stations.shp* 和 *idoutlgd* 添加到 **Task3**。首先检查无方向性半变异云图。单击 **Geostatistical analyst** 中的下拉键头，指向 **Explorer Data**，选择 **Semivariogram/Covariance Cloud**。选择数据源的 **Layer** 为 *stations.shp*，**Attribute** 为 **ANN_PREC**。要查看云图中所有可能的控制点点对，

设置 lag size 为 82000 且将 lag number 设置为 12。用鼠标在云图中最右边点附近拖放一个小框，而后查看 ArcMap 地图窗口中的 *stations*。高亮显示的点对在 *stations* 中表现为相隔最远。无方向性半变异显示出空间相关数据的一种典型规律：无方向性半变异迅速增长至 200000 米，然后逐渐降低。

2. 放大至距离的 200000 米范围，将 lag size 设置为 10000 且将 lag number 设置为 20。无方向性半变异实际上在 125000 米处稳定。要查看无方向性半变异是否受方向影响，设置 Show search direction 复选框。可以通过键入方向角度或图形中的方向控制器来改变搜索方向。拖动方向控制器顺时针方向由 0 度至 180 度，在不同的角度查看无方向性半变异。无方向性半变异中的波动趋向于由西北（315 度）至西南（225 度）增长。这表明无方向性半变异受方向影响。关闭当前对话框。
 3. 单击 Geostatistical analyst 中的下拉键头，选择 Geostatistical Wizard。单击 Input Data 下拉键头，选择 *stations*。将 Attribute 选择为 ANN_PREC。在 Methods 框架中，选择 Kriging。按 Next 继续。接下来选择将采用的 Kriging 方法，选择 Ordinary Kriging/Prediction Map，按 Next 继续。
 4. 在第 2 页显示了 Semivariogram/Covariance，与前面所观察的 Semivariogram/Covariance Cloud 类似，只是 Semivariance 数据由距离和方向进行了平均。在模型框中可以选择适合于经验的无方向性半变异的数学模型。首先将 lag size 为 40000 且将 lag number 设置为 12。选择指数模型（Exponential）然后设置各向异性（anisotropy）复选框。GA 将自动计算各向异性的优化角度方向。按 Next 继续。
 5. 在第 3 页可以选择相邻点的个数与采样的方法，按 Next 继续。
 6. 第 4 页显示了交叉有效性统计结果，图表框提供了四种分布图（预测值与观测值、误差与观测值、标准差与观测值、标准差与正常值之间的分位图）。预测误差框显示了包含 RMS 统计值的交叉有效性统计。
- Q4:** 此时 RMS 数值是多少？
- Q5:** 尝试不同的数学模型（球形模型、高斯模型等），看交叉有效性统计结果是否优于指数模型得到的结果。
7. 在当前页按 Finish，在输出图层信息对话框中按 OK。Ordinary Kriging Prediction Map 被添加到地图窗口。要产生预测标准差图，则应在第 1 页中选择 Ordinary Kriging/Prediction Standard Error Map，然后重复 2-4 页的内容。
 8. 按照任务 1 中相同的步骤将 Ordinary Kriging Prediction Map 和 Ordinary Kriging Prediction Standard Error Map 转换为一个栅格文件，而后采用 idoutlge 作为分析掩模对其进行裁剪。
 9. 保存 EX07.mxd。