

二维标量场可视化

刘世光

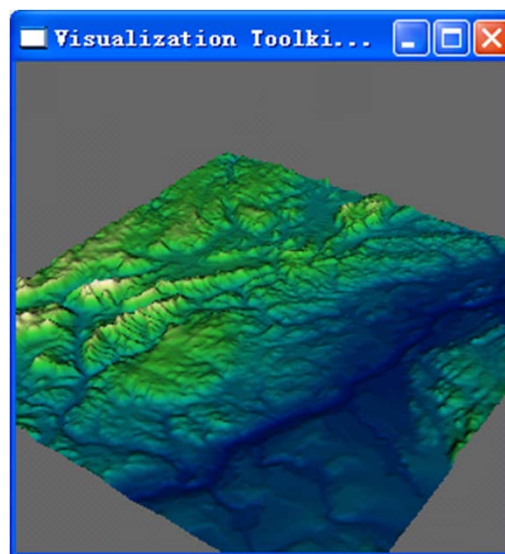
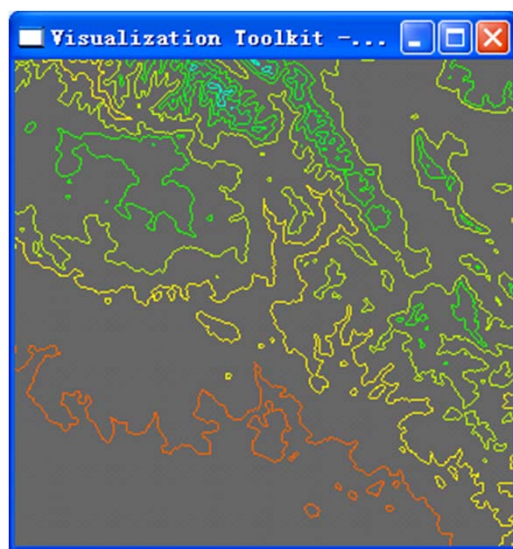
天津大学计算机学院

二维标量场可视化

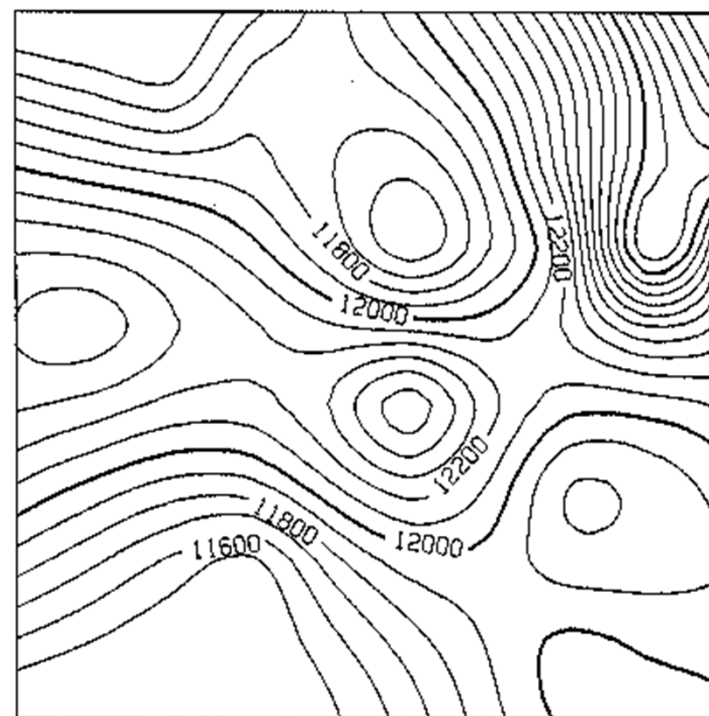
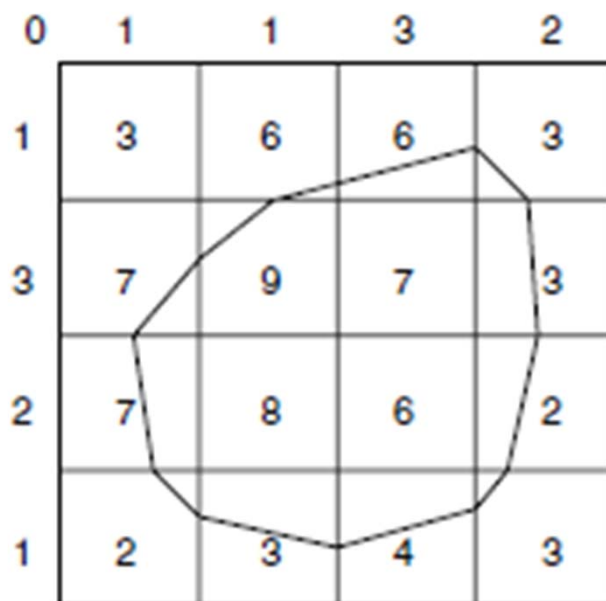
二维标量场可看成是位于某二维面上的一维标量函数 $F(x, y)$ 。

基本上是以规整格网或非规整格网表示某二维面，二维面网格上每一点有二维空间坐标 (x, y) ，在网格点或网格拓扑单元上附属有标量数据。

二维标量场的可视化主要任务是吧二维面上的标量数据的分布特征表现出来。主要有等值线法和区域填充法。

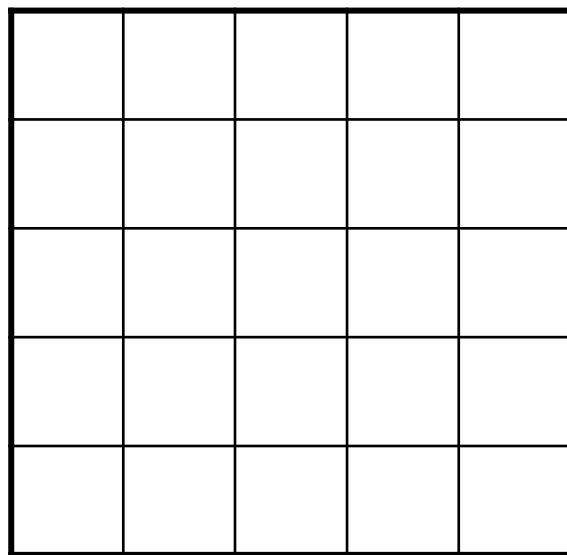


等值线是由 $F(x_i, y_i) = F_t$ 的所有点 (x_i, y_i) 组成。这些点按一定顺序连接组成函数 $F(x, y)$ 的值为 F_t 时的等值线。



1 网格序列法(Grid Sequence)

基本思想：按网格单元的排列次序, 逐个处理每一个单元, 寻找每一单元内相应的等值线段。在处理完所有单元后, 就自然生成了该网格中的等值线分布。

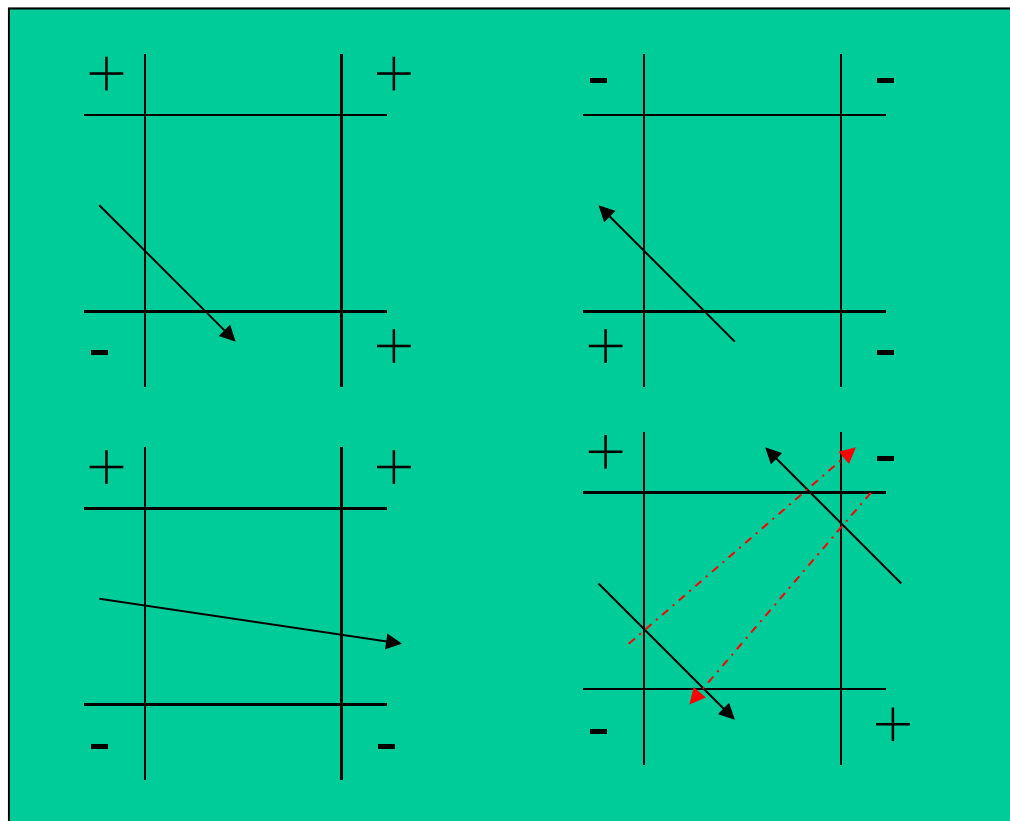


正规化网格

主要步骤:

- 1、逐个计算每一网格单元与等值线的交点;
- 2、连接该单元内等值线的交点, 生成在该单元中的一等值线线段;
- 3、由一系列单元内的等值线线段构成该网格中的等值线。

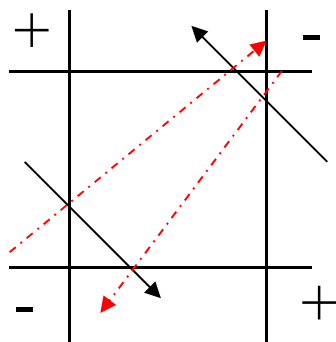
网格单元与等值线的交点的计算：



等值线走向的确定：

沿等值线走，大于等值线值的点在等值线的左边。

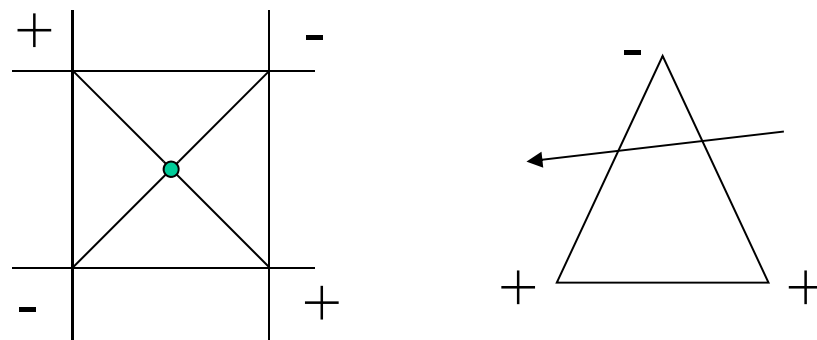
二义性:



主要原因：该单元内存在一马鞍点，即等值线是双曲线而不是直线

解决方法：通过求该双曲线两条渐近线交点处的函数值来判定。

单元剖分法:

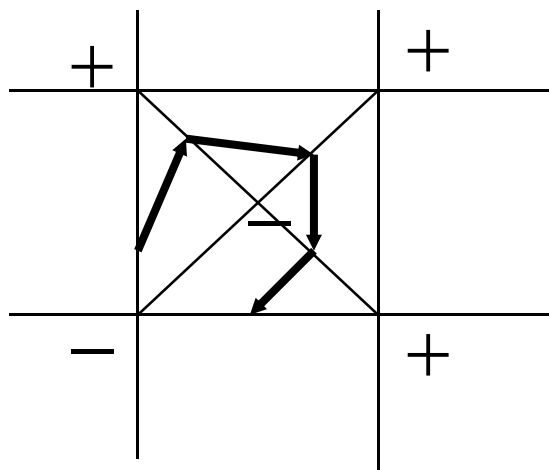


主要特点：采用三角面片简化单元内等值线抽取，无需再进行马鞍点的判定，精确度提高，但处理的单元数增加了四倍。

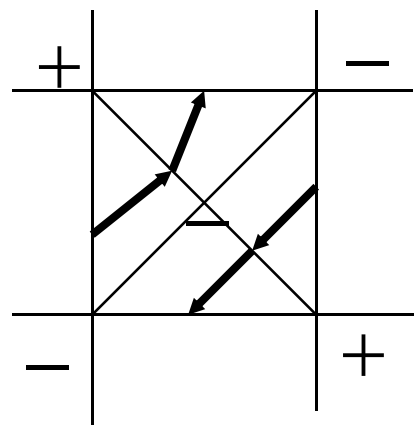
基本思想：

利用对角线将矩形单元分成四个三角形单元，求出中心点的函数值，等值线的抽取直接在每个三角片中进行。

• (a)



(b)



连续光滑等值线的生成（了解）：

原因：采用直线方式连接各等值线段，从显示的质量和体现原数据场变化的角度出发，连续光滑的等值线更符合要求。等值线斜率连续，即一阶几何连续，是一个基本条件。

方法：

对于矩形单元采用较多的是双三次Hermite插值函数或者双三次Bezier函数。

采用高阶样条函数的优点是结果连续性好，但是求交和绘制困难。

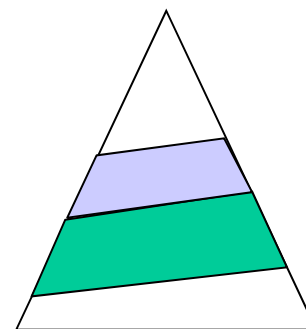
2 区域填充法

在一个三角片网格上， Z_k 是结点 V_k 的函数值，区域填充等值线就是在三角片区域内找出等值层 C_i 的等值线，并对等值线之间的区域赋以不同的颜色。

算法思想：

在三角片或矩形单元内寻找不同等值线之间的封闭多边形。这些多边形由等值线的点、区域边界和顶点组成。该方法就是要在单元内跟踪封闭多边形的边界，对不同的封闭多边形填以不同的等值层颜色。这种跟踪算法称为分层设色算法（Trip算法）。

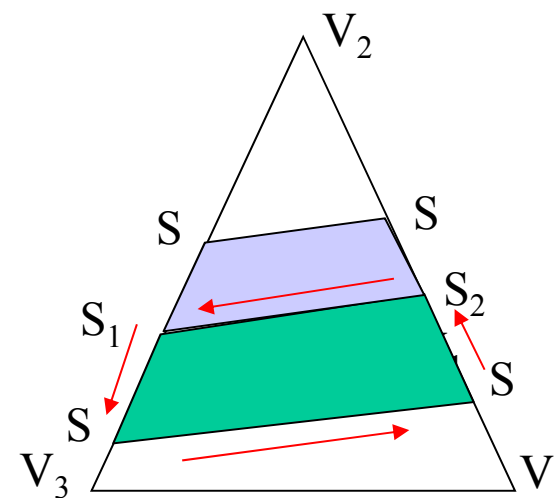
- 线性插值下的分层设色法
- 非线性插值下的分层设色法



3.1 线性插值下的分层设色法

• 令等值层为 $C_0, C_1 \dots C_n$, 对每一个三角片采用线性插值, 处理如下:

- 1) 如果三角片的值全小于最小等值层 C_0 或者大于最大等值层 C_n , 或在二者之间, 则该三角片只有一种颜色;
- 2) 如果有若干等值层 C_i 穿过三角片, 则将三角片分成若干个封闭多边形, 对每一个多边形赋以不同的颜色。

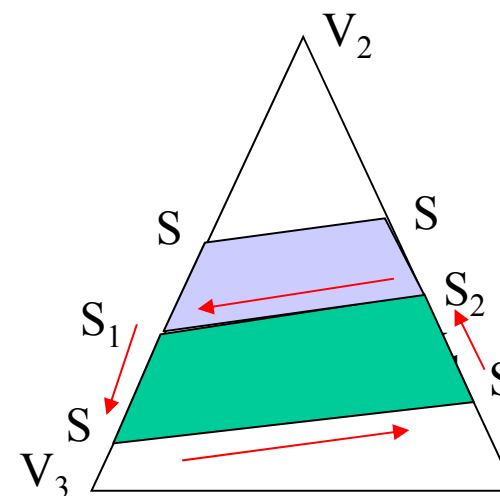


3.1 线性插值下的分层设色法

具体方法如下：

- 1) 从任一交点S开始，记为S1；
- 2) 求得与该交点在同一等值线上的另一交点S，记为S2；
- 3) 从S1出发，沿三角形逆时针方向，经过顶点或交点到达S2，由S2回到S1；

由以上走法将三角片分成若干个封闭多边形。对于只经过一次的交点和相应顶点以逆时针方向组成剩余封闭多边形。



3.2 非线性插值下的分层设色法（了解）

在更多情况下，采取的是双变量非线性插值，如双变量Hermite插值，双变量Bezier插值等。在非线性插值的情况下找出三角片或矩形单元内的封闭填充多边形的关键是单元内等值线的计算。

