



東南大學
SOUTHEAST UNIVERSITY

研究生讲座报告

一种基于改进的网状算法对于多种属性的岩石不连续性聚类方法

课程名称: 专业讲座

姓名: 桑阳

学院: 苏州联合研究生院

专业: 岩土工程

学号: 224642

课程老师: 赵学亮

2022 年 9 月 14 日

東南大學講座報告

SOUTHEAST UNIVERSITY

专业： 岩土工程
姓名： 桑阳
学号： 224642

讲座名称： 一种基于改进的网状算法对于多种属性的岩石不连续性聚类方法
演讲人： 候钦宽 讲座日期： 2022年9月14日 讲座地点： 线上

一、 研究目的和背景

岩体的稳定性研究：1. 滑坡是一种非常常见的自然地质灾害。2. 滑坡可能会造成较大的人员事故，伤及人们的生命和财产。3. 岩体一般会沿着软弱不连续面破坏。4. 因此研究岩体工程的稳定性具有重要的意义。

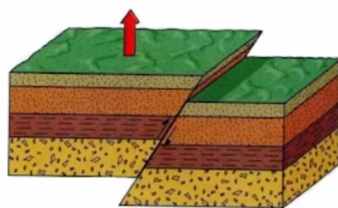


图 1: 岩体断层

岩体不连续性：1. 岩体中存在着许多不同类型的不连续体，例如节理、断层、分层。2. 在穿岩管道、地下隧道等工程中，岩体不连续体是控制工程稳定性的关键因素。

岩体不连续性的聚类分析：1. 聚类岩石不连续性分析是岩石工程稳定性评估的基础工作。2. 传统的图形分析不充分，深受主观经验的影响，并导致偏差。3. 为了解决这些问题，提出了一种基于网状算法的聚类分析方法，用于准确分类不连续性的方向数据。

二、 研究内容和步骤

1. 研究方法

(1) 图像法：极点立体投影图，玫瑰图，等密度映射图

(2) K 均值聚类法：

1. 选择一些距离度量作为样本之间的相似度量。（相差标准）
2. 确定一些标准函数来评估聚类结果的质量。（目标函数）
3. 给定一些初始分类，然后使用迭代算法找到最佳聚类结果，使标准函数具有极端值。（初始集群中心）

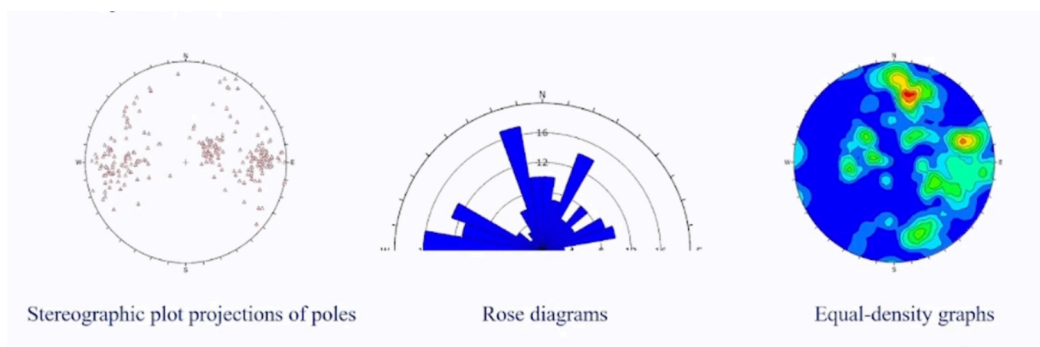


图 2: 三种图像法

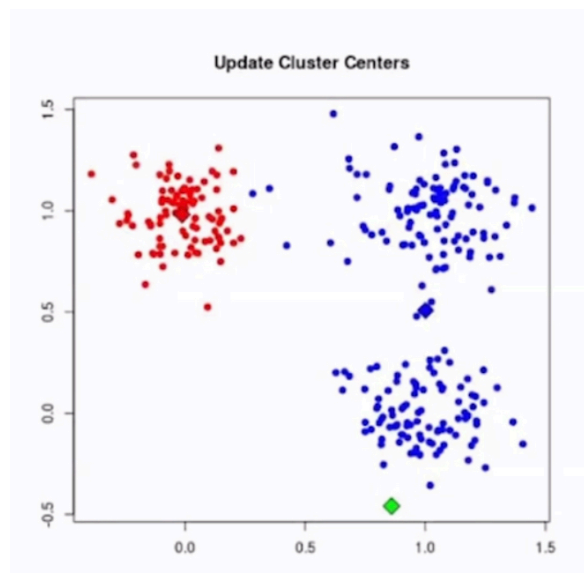


图 3: k 值聚类算法处理

2. 研究过程

- (1) 不连续性属性分析：下沉方向、下沉程度、轨迹长度、空间系数、分离度、填充物材料、填充程度、粗糙度、渗透系数、岩石强度。
- (2) 数据呈现：
 1. 岩体不连续面的方位数据可以通过球系坐标呈现（xyz 坐标和两个转角）。
 2. 数据处理可通过规范化公式进行。

$$y_k = \frac{x_{\max} - x_k}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

$$y_k = \frac{x_k - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

- (3) 相似性度量：

1. 主观赋值法（G1 法）：运用离差平方和系数来反映统计数据对均值的偏离程度。
2. 客观赋值法（熵值法）：运用最大综合评价值将每个个体的总和值按照大小顺序排列，可以得到各个综合指标发展水平的顺序名次。

$$d^2(X_i, X_j) = \omega_1 \cdot \left[1 - (N_i \cdot N_j)^2 \right] + \omega_2 \cdot (T_i - T_j)^2 + \omega_3 \cdot (S_i - S_j)^2 + \omega_4 \cdot (A_i - A_j)^2 + \omega_5 \cdot (M_i - M_j)^2 + \omega_6 \cdot (P_i - P_j)^2 + \omega_7 \cdot (R_i - R_j)^2 + \omega_8 \cdot (W_i - W_j)^2 + \omega_9 \cdot (H_i - H_j)^2$$

3. 上式即为相似性度量的计算公式。

(4) 网格算法后处理数据:

1. 利用相似矩阵对上一步中经过相似性度量处理的数据进行后处理。
2. 再将后处理数据根据统计置信度对矩阵进行对角化重配置。下式即为对角化处理后的数据矩阵。

$$R_\lambda = \begin{bmatrix} O_1 & & & \\ r_{21}^\lambda & O_2 & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ r_{n1}^\lambda & r_{n2}^\lambda & \cdots & O_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

(5) 聚类有效系数计算

1. 在对采集数据进行前处理和后处理后，计算聚类有效系数可以反映岩体内不连续性程度。
2. 对于一系列集合，较小的 V_y 指数表示更好的聚类效果。理想的聚类数由 V_x 索引的最小值确定。下式为聚类有效系数的计算公式。

$$XB = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \|v_i - v_j\|^2}{\min_{i \neq 1} \|v_i - v_j\|} \quad (4)$$

三、 研究软件

Matlab, SPSS 数据分析

四、 研究结果与分析

1. 工程实例：中国新疆省露天岩矿，靖西露天矿坡位于中国新疆省，地理坐标为东经 $81^\circ 31' 8.58''$ ，北纬 $44^\circ 20' 3.47''$ 。斜坡高度为 115 米，有 11 级台阶，斜坡上有凝灰岩，从现场获得了总共 120 个不连续性的数据。

2. 聚类分析结果：景西露天矿坡的最佳聚类结果为三组，占主导方向为 $228.40^\circ/44.66^\circ$ ， $349.87^\circ/76.12^\circ$ 和 $72.11^\circ/267.93^\circ$ 。

3. 结果对比分析：聚类分析法相比较传统方法如 FCM、KPSO 等，结果更为精确。

五、 总结

本讲座提出了一种新的网状算法用于对多种属性岩体不连续性分析，想较于传统算法有如下优势：

1. 这种方法将十种不连续性属性视为聚类因素。

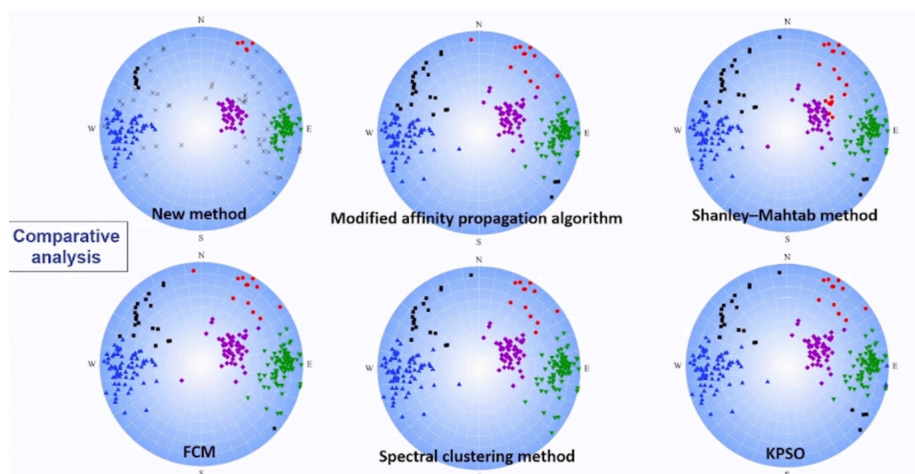


图 4: 聚类算法与传统算法结果对比

2. 一种新的加权方法用于衡量每个属性。
3. 噪声数据可以有效过滤，以提高聚类结果的准确性。
4. 初始集合数和初始聚类中心可以略去以实现全局优化。