

2015 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了《全国大学生数学建模竞赛章程》和《全国大学生数学建模竞赛参赛规则》（以下简称为“竞赛章程和参赛规则”，可从全国大学生数学建模竞赛网站下载）。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛章程和参赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛章程和参赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛章程和参赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们授权全国大学生数学建模竞赛组委会，可将我们的论文以任何形式进行公开展示（包括进行网上公示，在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等）。

我们参赛选择的题号是（从A/B/C/D中选择一项填写）：_____

我们的报名参赛队号为（8位数字组成的编号）：_____

所属学校（请填写完整的全名）：_____

参赛队员(打印并签名)：1. _____

2. _____

3. _____

指导教师或指导教师组负责人 (打印并签名)：_____

（论文纸质版与电子版中的以上信息必须一致，只是电子版中无需签名。以上内容请仔细核对，提交后将不再允许做任何修改。如填写错误，论文可能被取消评奖资格。）

日期：_____年____月____日

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

2015 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编 号 专 用 页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

| | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 评 阅 人 | | | | | | | | | | |
| 评 分 | | | | | | | | | | |
| 备 注 | | | | | | | | | | |

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

2015数学建模L^AT_EX中文排版测试

摘 要

目前,土地的荒漠化已经成为一个世界热点话题。土地的荒漠化会导致土地生产力的下降、土地资源的丧失以及对环境的破坏,对我们人类的发展与生存产生极大的影响。因此,研究对在荒漠地域生态退化程度的判断标准以及在此标准下在各阶段的补救措施具有重要的现实意义。

对于问题一,首先,根据分析可知,生态退化的程度可以在调查的动植物的种群状态上反映出来,故我们将植物因子与啮齿动物优势种百夹捕获率作为生态退化程度的评价指标,将附件中的重复项作为样本。同时我们发现数据中存在着部分的缺失,由于数据的时序关系较弱,插值等数据补充方法难以应用,故将存在缺失数据的样本删除。接着,为了减少数据偶然性的影响,我们利用基于共享型最近邻居相似度算法(*SNN*)进行了异常值的筛检,共去除了9个异常样本(见表2)。然后,对数据进行归一化后,我们建立了投影寻踪模型,利用基于实数编码的加速遗传算法求解得到最佳投影方向为 $a^*=(0.0761, 0.1167, 0.1735, 0.1113, 0.2068, 0.3520, 0.2208, 0.1362, 0.5483, 0.5081, 0.3811)$ 。利用最佳投影方向计算各样本的投影值(见附录3),由于投影值能很好地表现高维数据的分类结构特征,故将其作为评价值进行评价模型的构建。最后,为获得生态退化、半退化与未退化状态的区分标准,我们采用了 *K-Means* 聚类算法将样本的评价值聚为3类,分析评价值的属性,以生态状态来解释各分类类别,并以类间的中间距离作为不同状态的分界线得到区分标准。据此讨论不同人类活动造成的荒漠地区生态退化情况(见表8),发现开垦会造成土地极大的破坏,在开垦的影响下,88.37%的地域处于生态退化状态,过牧对土地的负面影响次之,轮牧对土地的负面影响较于前两者而言相对较弱一些。

对于问题二,为了直观地反映过牧、轮牧、开垦三种荒漠地区的半退化和退化的动态变化情况,我们采用元胞自动机(*CA*)进行仿真模拟。在不改变当前人为干扰和人工植被的情况下,三种荒漠区呈现出不同的生态退化情况,轮牧区较轻,过牧区略重,开垦区非常严重。然后,分别考虑减少人为干扰和增加人工植被两种方法进行治理,结果发现轮牧区和过牧区在减少35%人为干扰或增加一倍人工植被的情况下呈现出良好的恢复趋势,而开垦区减少65%人为干扰也难有起色,只有增加3倍人工植被才能慢慢恢复。说明对于过牧区和轮牧区能有效治理,而开垦区的治理花费太大,需要寻找新的方法。

最后我们针对模型做了敏感性分析,并进行了中肯的评价和适当的推广。

关键词: *SNN*、投影寻踪法、*RAGA*、*K-Means*、元胞自动机

一、问题的提出

1.1 研究背景

法国学者奥布雷维莱 (A.Aubreville) 提出荒漠化一词后, 由于当时认识水平较低且学科发展较缓慢, 对于荒漠化问题的研究尚未引起足够的重视。1977年内罗毕联合国荒漠化大会后, 荒漠化问题便成为一个世界热点话题, 也是全人类所聚焦的关键问题。与此同时, 荒漠化的评价问题也被提出来, 世界上许多国家的学者都致力于这方面的研究。然而荒漠化问题之所以受到国际社会的广泛关注是因为它是直接威胁人类生活赖以生存的自然环境的一种灾害。这种灾害的直接导致土地生产力的下降、土地资源的丧失以及环境的极大破坏。研究荒漠化根本目的在于发现土地退化的趋势、如何有效地防御、减少和控制这种灾害的发生与蔓延, 恢复其生态平衡。在联合国荒漠化的定义框架内, 建立和完善荒漠化的理论体系, 特别是荒漠化评价的指标系数, 是荒漠化理论的核心和关键, 同时也是荒漠化问题研究的热点^[1]。

目前世界上许多国家都在积极探索, 我国作为世界上受荒漠化危害最严重的国家之一, 也急需建立科学、合理和生产实用性强的荒漠化评价指标体系, 既能用于指导我国荒漠化防治的实践, 同时又能与国家防治荒漠化行动接轨。荒漠化评价指标体系的研究经历了约30年的时间, 但迄今为止还没有一个公认的、被广泛接受和推广性强的荒漠化评价指标体系^[2]。分级标准科学根据不足, 指标的临界值或量化值大多是人为确定, 带有相当的主观性, 难以客观反映和准确评价土地荒漠化实际状况。当前多数评价的目的性不明确, 指标较繁杂, 指标间的交叉性大, 内容重复。从人类活动的角度出发, 人类活动是一种生产活动, 但对于自然生态系统来说, 人类的所作所为均是一种干扰。人为活动对荒漠生态系统动植物的影响主要指受人为因素控制的土地开垦、放牧等活动对荒漠植物、动物数量及分布格局的影响。

本文在分析荒漠啮齿动物优势种群在不同干扰条件下数量动态变化特征, 从而进一步从干扰的理论角度来分析荒漠化的内在原因和规律。我们根据所给数据建立数学模型评估人类活动造成的荒漠地区退化程度。此外分析荒漠地区处于不同阶段时如何通过减少人为干扰或其他方法来促使该地区恢复正常。给出可行方案以及造成原因。

1.2 文献综述

通过查阅资料, 我们发现目前已给出荒漠化各种指标的评价方法, 例如荒漠化遥感评价、荒漠化危险性评价及荒漠化发展速率评价等。大量的文献都是关注于荒漠化指标的评价, 而且都是以宏观的定性指标。由于对荒漠化概念理解的差别, 指标选取各不相同, 可能性小, 难以在地理分以复杂的范围应用。除此之外, 评价的层次性不强, 多数指标体系把描述荒漠化的各种指标如成因、发展状态或是社会指标混杂在一起。但是指标多而代表性差。不同地形如过牧、轮牧、开垦等土地情况土地的荒漠退化也是不能等价而论的。我们可以得知在开垦区、轮牧区和过牧区3众不同干扰条件下, 优势鼠种的数量变动各不相同, 不仅同一年中不同干扰类型的变动情况不同, 而且同一干扰类型中不同年份的差异也较大。另一方面, 对于荒漠化的治理, 当前情况下并没有具体的可量化的解决方案。因此, 如何解决评价和量化问题至关重要。

二、 问题的分析

对于问题一，首先分析附件中的数据是否存在异常值或缺失值，并进行数据处理。对于缺失的数据，由于附件中数据的时序关系等较弱，故我们将其去除不予考虑。因为数据的规模较小，存在偶然性的可能较大，为去除偶然性对评估的影响，考虑到样本数据为高维形式，我们采用基于共享型最近邻居相似度算法（*SNN*）进行异常值的筛检。然后，对数据进行归一化后，我们建立了投影寻踪模型，由于投影值可以很好地表现高维数据的分类结构特征，我们以此来获取样本的投影值作为评价值，最后采用*K-Means*算法聚类进行样本的评估。

对于问题二，我们选用元胞自动机（*CA*）分别对轮牧区、过牧区、开垦区进行仿真模拟，观察三个地区在未来几年内非退化、半退化、退化三种区域面积的动态变化情况，然后根据题目要求，修改元胞演化参数，分别模拟减少人为干扰和增加人工植被两种治理措施，观察此时三个地区的变化情况，并对最终结果的非退化、半退化、退化面积进行统计分析，以便能得出较好的量化治理措施。

本次建模总的流程图如图 1所示：

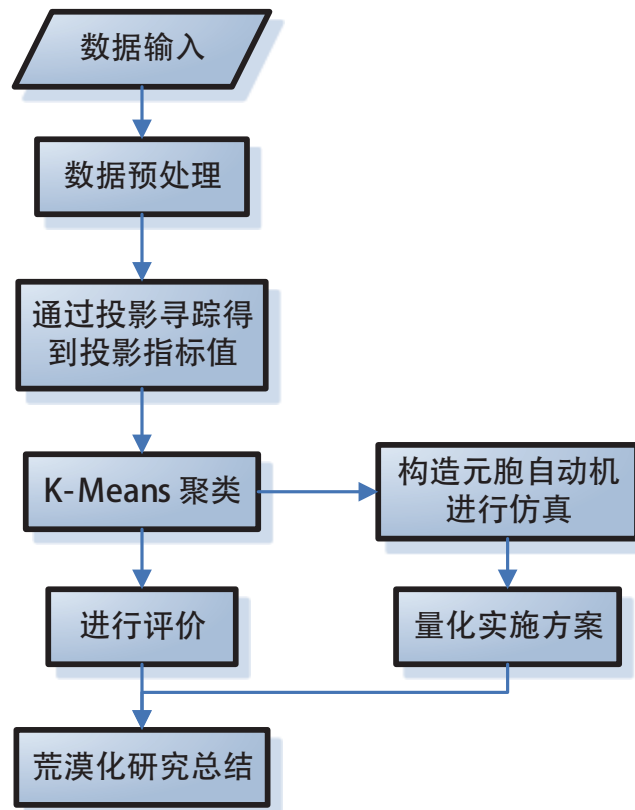


图 1: 总流程图

三、 模型的假设

- 假设附件中同一月的重复项为在西北地区同一个月在不同小地域调查所得

- 由于评估生态退化的指标多种多样，指标的选取影响着评估模型的效果，假设题中所给的几项可作为生态退化的典型指标
- 假设剔除异常值之后的数据都具有统计意义，且数据来源真实可靠
- 假设附件中的小区域数据能有效地反映当地整体荒漠化的情况

四、 符号说明

| 符号 | 说明 |
|-------------|----------------------|
| m | 评估样本量 |
| n | 样本维数 |
| D | 样本间的 SNN 相似度 |
| t | 检测异常评价样本的阈值 |
| $x_{i,j}$ | 第 i 个样本的第 j 个指标值 |
| σ_z | 投影值的标准差 |
| ρ_z | 投影值的局部密度 |
| E_i | 第 i 个个体被选择的概率 |
| W_m | 每个样本与其最近的聚类中心的距离平方和 |
| λ_1 | 减少的人工干扰程度 |
| λ_2 | 增加的人工干扰程度 |

五、 模型的建立与求解

5.1 问题一的分析与求解

5.1.1 问题的分析

对于问题一，由于题中所给的数据有限，难以采用现有的荒漠地区生态退化的评估标准直接进行评估，故我们考虑根据数据指标自行构建评价体系来对荒漠地区生态退化的状况进行评估。因为荒漠地区生态退化的状况存在多种表现形式，在数据上表示为数据的高维形式，所以我们利用投影寻踪模型，通过最佳投影方向与评价指标的线性投影得到不同样本的投影指标值，依据投影指标值结合 $K-Means$ 算法来进行生态退化状态的分类评估。

5.1.2 评价指标的选取

注意到附件中所提供的数据调查了白刺等植物的长势情况，白刺具有很强的固沙阻沙能力，霸王与猫头刺等具有较强的抗逆性，具有很好的饲用价值和适口性。另外，啮齿动物群落作为荒漠地区的消费者，对该地区的稳定性具有十分重要的作用。所以根据分析可知，荒漠地区生态退化的程度可以在这些调查的动植物的种群状态上很好地反映出来，故我们将附件中的植物因子与啮齿动物优势种百夹捕获率作为生态退化程度的评价指标进行以下的研究。

5.1.3 评价指标的预处理

5.1.3.1 缺失数据的处理

观察到附件二中存在着部分缺失的数据，而来自同一个月份的数据时序关系并不清楚，难以使用插值等方法进行数据的补充，故我们将附件二中存在着数据缺失的样本从总样本中去除不予考虑。

5.1.3.2 异常数据的处理

因为采样的数据量比较少，得到的数据存在着较大的偶然性，为了避免这些偶然性对评价模型的影响，考虑到同一个月份在相同人为影响下表现的数据存在着一定相似性，我们利用了基于共享型最近邻居相似度算法（*SNN*）进行异常数据的筛检。

基于共享型最近邻居相似度算法（*SNN*）是由Levent Ertoz等人提出的，该算法通过计算每个评价样本间的共享型最近邻居相似度来进行聚类，进而筛选出样本集中的异常样本。*SNN* 相似度的直观定义大致如图 2所示：即将计算每个样本间的欧氏距离作为相似

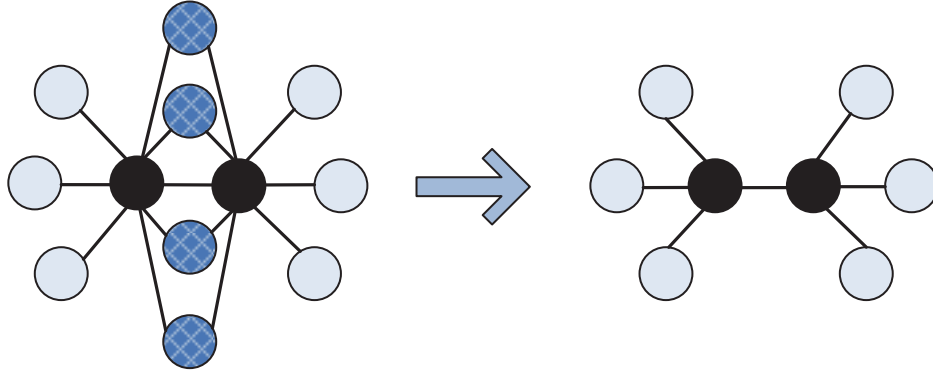


图 2: *SNN*相似度直观定义图

度，进行最近 k 邻居的稀疏处理，以此构造最近邻居图以聚类。算法具体的执行流程如下：

- 计算各样本间的距离矩阵 M
- 依据距离矩阵建立 k 近邻列表 T
- 计算样本间的 *SNN* 相似度 D
- 检测异常评价样本：确定阈值 t 。若某两个样本间的 *SNN* 相似度 $D > t$ ，则建立两个样本点之间的连接，将其聚为一类。最终没有和任何点聚为一类的样本作为异常样本。

用Matlab编程（程序见附录1），对参数 k 与 t 的试验如表 1。

表 1: *SNN*参数测试表

| 参数 | t=12 n(%) | t=15 n(%) | t=18 n(%) | t=21 n(%) | t=24 n(%) | t=27 n(%) |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| k=20 | 0(0.0) | 9(7.4) | 83(68.0) | / | / | / |
| k=25 | 0(0.0) | 0(0.0) | 2(1.6) | 31(25.4) | 110(90.2) | / |
| k=30 | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 11(9.0) | 55(45.1) |

为了确保结果的可比性，我们最终参数的选取值为 $t = 15, k = 20$ 。相应异常点为9个。

至此，经过上述处理之后，将各样本按照图版号与重复项的序号大小相连，相我们得到了评价样本集 $x \in \mathbb{R}^{m \times n}$ ，其中 $m = 113$ ， $n = 11$ 。

5.1.3.3 评价指标值的归一化处理

对经过上述处理之后的评价样本集进行讨论，由于样本数据中的动植物状况调查数据数值越高，该状态的荒漠化程度就越低，均为高优指标，同时为消除各指标值的量纲和统一各指标值的变化范围，我们采用了如下的极值归一化的方法进行了数据的预处理：

$$x_{i,j} = \frac{x_{i,j} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j} \quad (5.1)$$

其中 $\max x_j$ 为评价样本集 x 中第 j 项指标的最大值， $\min x_j$ 为最小值。

5.1.4 模型的建立

对于问题一，我们建立了投影寻踪模型，通过最佳投影方向与评价指标的线性投影得到不同样本的投影指标值，据此结合 $K-Means$ 算法来进行生态退化状态的分类评估。具体求解流程图如图 3所示。

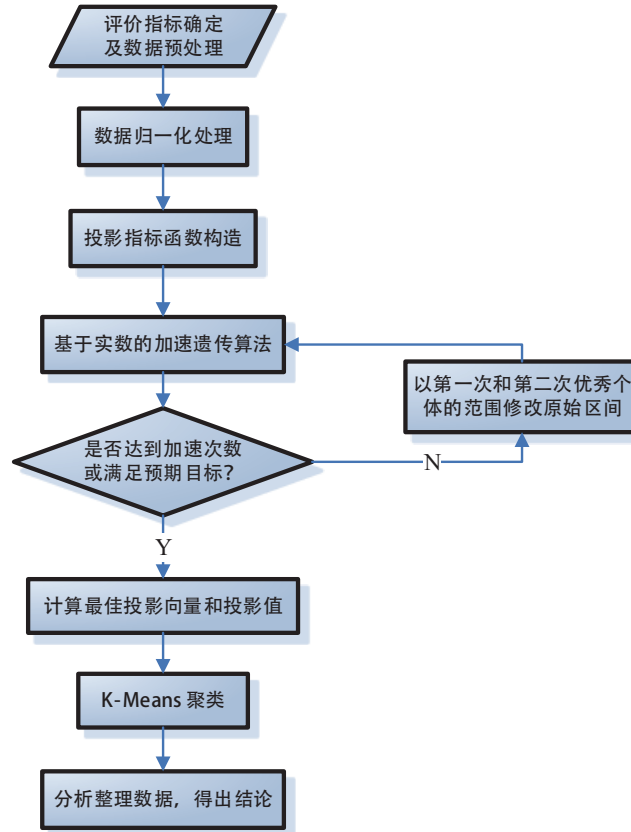


图 3: 求解流程图

投影寻踪法（ PP ）属于直接由样本数据驱动的探索性数据分析方法。它把高维数据 $x \in \mathbb{R}^{m \times n}$ 通过某种组合投影到低维子空间上 $\{z(i)\}$ 进行聚类，通过分析低维空间数据点的变化特征来研究高维数据结构特征。聚类就是按照一定的规则或者标准对数据样本进行分类。投影寻踪法是以类内之间具有较大密度集而类间具有相对大的散开度为目标寻找一维投影方向，并根据每个样本相应的综合投影值对样本进行综合评价分析的方法。

5.1.5 模型的求解

遗传算法是在达尔文的进化论和孟德尔的遗传学说的理论上发展得到的，是一种根据生物进化思想寻找全局最优解的一种概率优化算法，可以利用简单的编码技术和算法机制来模拟复杂的优化过程。常用的标准遗传算法（SGA）由编码、生成初始群体、杂交、适应度评估、选择、变异等步骤组成，但是存在着易收敛于局部最优值、计算量大、解的精确度不高等问题，而基于实数编码的加速遗传算法（RAGA）变标准遗传算法的二进制编码为实数编码的形式，采用加速循环的方式求解使得求解的速度更为快捷，改进了标准遗传算法的部分问题，故在本问中我们考虑使用基于实数编码的加速遗传算法求解模型。

RAGA的求解步骤如下：

步骤一： 编码。标准遗传算法采用二进制的编码方式，在算法的执行过程中不但增加了计算量，并且增加了产生额外最优解的可能性。RAGA采用的实数编码利用了下述的线性变换： $a_j = a_j + y_j(\bar{a}_j - a_j)$ ($j = 1 \dots n$)

步骤二： 初始化群体。依据目标函数值的大小对个体进行升序排序，选择前 Num ($Num < M$)个个体作为优秀个体。

步骤三： 适应度评价。由于目标函数值越小，表示该个体的适应度越高，再者考虑目标函数值为0的情况。

步骤四： 进行选择操作产生子代种群。对于剩余的 Num 五个个体，采用上一代中的优秀个体直接补充，即得第1个子代群体。

步骤五： 进行杂交操作产生第2个子代群体。

$$\begin{cases} y_{j,i}^{(1)} = r_1 \times y + (1 - r_1) \times y, & r_3 < 0.5 \\ y_{j,i}^{(2)} = r_2 \times y + (1 - r_2) \times y, & r_3 \geq 0.5 \end{cases} \quad (5.2)$$

步骤六： 进行变异操作产生第3个子代群体。

步骤七： 演化迭代。将步骤四到步骤六中得到的个体依照适应度大小升序排序后，选取前 M 个个体构成新的种群，代入步骤三重新进行繁殖演化。

步骤八： 加速循环。使用第一次与第二次演化迭代所产生的优秀个体对应的变量变化区间作为新的初始变化区间。算法重新进入步骤一。如此循环，直至算法达到预设的加速次数 N 时，结束迭代。

由于遗传算法本身是一个近似求解的算法，我们循环运行了50次，取目标函数的最大值作为投影寻踪法最终的最优值，其对应的解为最优解，即最佳投影方向。

5.1.5.1 K-Means算法构造评价体系

在算法的执行过程中，聚类中心个数 k 的选取会左右算法的执行效果。在生态退化的状况表示上，我们期望将样本分为退化、半退化与未退化状态，故选择 $k = 3$ 执行算法，使用投影指标值作为样本的评价标准。利用Matlab编程求解得聚类结果如下：

5.1.6 求解结果的分析

求解上述模型，我们得到了样本集的分类标准，下对每个类别的含义进行分析讨论。

就不同的人为影响方式来看，对土地的开垦无疑是对破坏最大的，它处于退化的地区比率达到了83.87%，为三种人为影响方式中处于退化的比率最高的，并且生态处于未退化的比率仅为3.22%，为三种人为影响方式中处于退化的比率最低的。在本数据集下，轮牧与过牧在生态的退化比率上是相等的，在这方面并未表现出两者的差异，而观察两种人为影响方式下生态的半退化与未退化的比率可见，轮牧地区的生态处于半退化的比率要略低于过牧地区的生态处于半退化的比率，并且轮牧地区的生态处于未退化的比率要略高于过牧地区的生态处于未退化的比率，由于数据集有限，从题中提供的数据来看，轮牧对荒漠地区的负面影响要低于过牧的影响，若可以得到更多的数据集，这种影响应该会被放大而变得更加明显。

5.2 问题二的分析与求解

5.2.1 问题的分析

根据题目中给出的数据以及第一问的结果，轮牧、过牧、开垦这三种不同干扰方式下皆有不同程度的退化和半退化现象，因此我们需要分别进行分析其未来发展趋势，以及在减少人为干扰或补充人工植被的情况下的发展趋势。为了能直观地显示这种变化过程，我们利用元胞自动机进行仿真（*Cellular Automata, CA*），模拟其发展变化的情况。

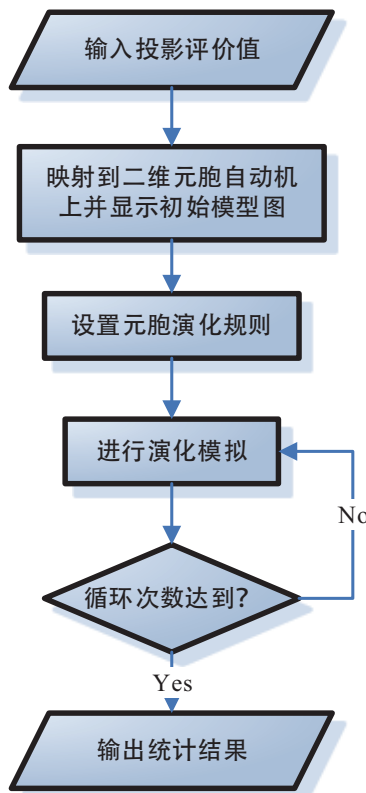


图 4: 元胞自动机仿真流程图

5.2.2 元胞自动机（CA）

元胞自动机（图 4）是空间和时间都离散的，物理参量只取有限数值集的物理系统的理想化模型，最早是由冯·诺依曼在研究能够自我复制的自动机时提出来的。其特点是，空间被分成离散的格子（方形、三角形或六边形等），且随时间而不断演化。元胞（Cell）处于若干个可能状态之一，其演化过程受周围元胞的影响，而且所有元胞的变化都是同时进行的。利用元胞自动机的这些特质，我们将之前得到的三种人为干扰状态下的投影评价价值映射到二维元胞自动机中。

5.2.3 当前情况的模拟

根据以上模型，分别对轮牧、过牧、开垦三种人工干扰方式下的情况进行模拟，在不改变人工干扰和增加人工植被的情况下，得到以下结果：

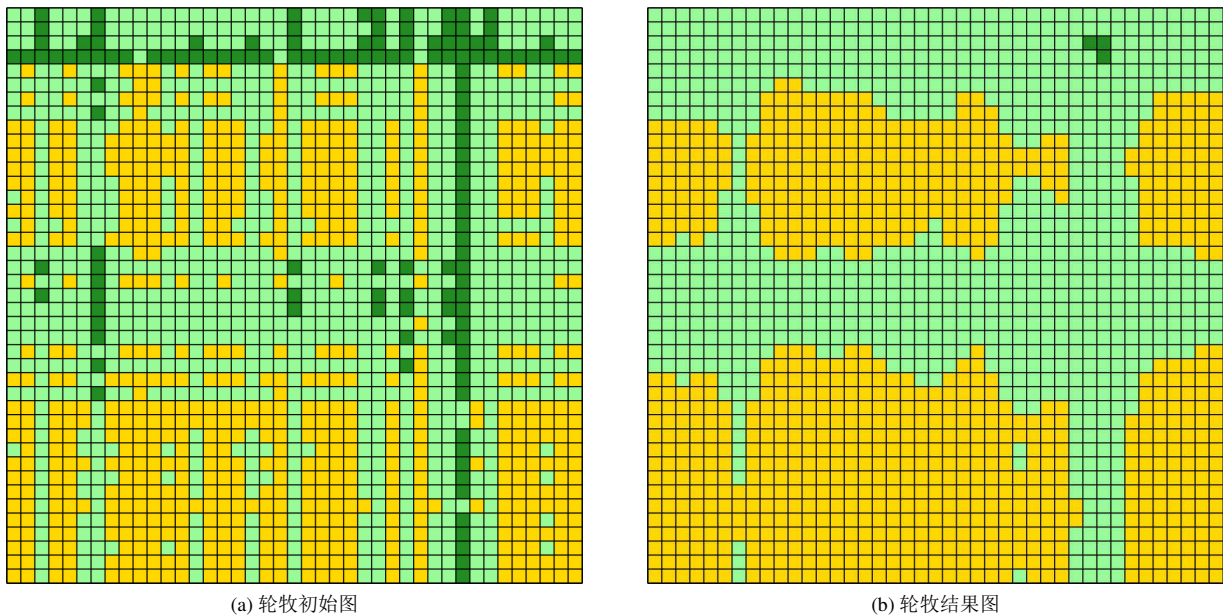


图 5: 初始图和结果图

由图 5 可知，在过牧的情况下，初始状态时，退化现象已经有些严重，退化面积和半退化面积基本上各占一半，未退化部分分布零散，整体上呈现较为严重的荒漠化。而经过模拟后，未退化的部分全部转变为半退化，荒漠化进一步加剧，已由最初的小区域恶化成大区域，荒漠化现象难以遏制。

由图 6 可清楚看到，半退化面积先增加，此时非退化面积转化为半退化面积；之后随着越来越多的半退化区域转化为退化区域，使得半退化面积逐渐减少，退化面积逐渐增加，恶化趋势逐渐加剧。

六、模型的优缺点

在本次建模中，针对提供的未知时间序列先后的数据，我们使用了基于共享型最近邻居相似度算法（SNN）进行异常值的筛选，它的优点在于对输入样本的顺序不敏感，且具有很高的可伸缩性与处理噪音的能力。在第一问中使用的投影寻踪模型选择将高维数据

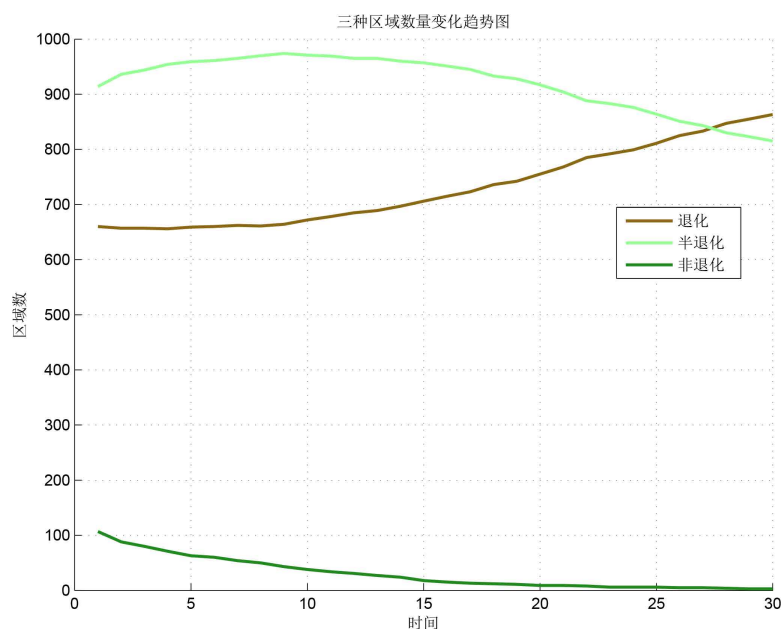


图 6: 趋势图

投影到一个低维空间，根据投影值来分析高维数据的分类结构特征，避免了高维数带来的计算复杂性，求解使用的基于实数编码的加速遗传算法在传统的遗传算法上进行了修改，减少了求解中计算量，使得求解的速度更为快捷。*K-Means*算法作为一个成熟的聚类算法，具有坚实的数学基础与较高的泛化性能。在第二问的建模求解中使用的元胞自动机模型，在数据的反映能力上形象直观，并且作为一个动态模型，它可以十分清楚地模拟事物的变化情况。

本文的缺点在于使用*SNN*进行异常值的筛选时参数的选择存在着一定的主观性，并且题中提供的数据较少，时间序列的表现不够明确，导致结果存在一定的偶然性，若存在更多的样本数据可以分析得到更为贴近实际的结果。

七、模型的推广

本次建模使用的基于共享型最近邻居相似度算法（*SNN*）不仅可以应用于异常值的筛选，而且在聚类方面也有很好的效果。投影寻踪模型可很好地处理高维数据，在数据挖掘领域具有广泛的实用性。基于实数编码的加速遗传算法具有很强的兼容性和扩展性，可以与其他很多算法相结合进行数据的分析处理，可以模拟复杂的优化问题，在函数优化、组合优化等领域中均已得到成功的应用。而解决问题二采用的元胞自动机模型，作为一种特殊的动力系统，可用作仿真任意复杂的计算过程，可应用到天气评价，军事，产业结构、效能评估等领域。

参考文献

- [1] 位钦, 时间序列分析, 岚. 时间序列分析与动态数据建模[M]. 北京理工大学出版社, 1988.
- [2] 金虎, 君安, 士华. 混沌时间序列分析及其应用[M]. 武汉大学出版社, 2002.

附录

以下是我们模型中用到的程序。

A Main

```
1  %%%%%%%%%%% cellular automaton
2  clear
3  clc
4  close all;
5  %%%%%%%%%%%
6  load data;%lunmu/kaiken/guomu
7  data = guomu;
8  T = 30;
9  Sit = 3;% number of situation
10 range = [0.3918, 0.7629];
11 lambda = [1 1];
12 human = 0.001 * lambda(1);
13 plant = 0.0005 * lambda(2);
14 weight = [0.01 - human + plant, 0.92 - human + plant];
15 %%%%%%%%%%%
16 [area, Data] = Create(data);
17 Draw_area(area, range);
18 figure;
19 sta_data = zeros(T, Sit);
20 for i = 1 : T
21     area = Change_area(area, weight);
22     Draw_area(area, range);
23     drawnow;
24     sta_data(i, :) = Statistics(area, Sit, range);
25 end
26 figure;
27 x = 1 : T;
28 hold on;
29 plot(x, sta_data(:,1), 'Color', [0.545, 0.412, 0.078], 'LineWidth', 2);
30 plot(x, sta_data(:,2), 'Color', [0.596, 1, 0.596], 'LineWidth', 2);
```

```

31 plot(x, sta_data(:,3), 'Color', [0.133, 0.545, 0.133], 'LineWidth
    ', 2);
32 xlabel('时间');
33 ylabel('数量');
34 legend('退化','半退化','非退化');
35 title('三种趋势图');
36 grid on;

```

B DrawArea

```

1 function DrawArea(area, range)
2 % Display the area's situation
3 temp = area;
4 [L, W] = size(temp);
5
6 Area(:, :, 1) = temp;
7 Area(:, :, 2) = temp;
8 Area(:, :, 3) = temp;
9
10 for i=1:L
11     for j=1:W
12         if temp(i, j) == -1
13             Area(i, j, :) = [190 190 190];
14         elseif temp(i, j) <= range(1)
15             Area(i, j, :) = [255 215 0];
16         elseif temp(i, j) <= range(2)
17             Area(i, j, :) = [152 251 152];
18         else
19             Area(i, j, :) = [34 139 34];
20         end
21     end
22 end
23 Area = uint8(Area);
24 p = imagesc(Area);
25 hold on;
26 plot([(0:W)', (0:W)'] + 0.5, [0, L] + 0.5, 'k');

```

```

27     plot([0,W]+0.5,[(0:L)',(0:L)'] + 0.5,'k');
28     axis image;
29     set(gca,'xtick',[]);
30     set(gca,'ytick',[]);
31 end

```

C Amplify

```

1 function temp = Amplify(area, s)
2 % to amplify the area with s
3 [n] = size(area, 2);
4 temp = ones(n+2)*s;
5 temp(2:n+1, 2:n+1) = area;
6 end

```

D Statistics

```

1 function data = Statistics(area, Sti, range)
2 % Statistics
3 [L, W] = size (area);
4 data = zeros(Sti, 1);
5 for i = 1 : L
6     for j = 1 : W
7         if area(i, j) <= range(1)
8             data(1) = data(1) + 1;
9         elseif area(i, j) <= range(2)
10            data(2) = data(2) + 1;
11        else
12            data(3) = data(3) + 1;
13        end
14    end
15 end
16 end

```