灰色白化权函数聚类算法开发文档

# 1 算法原理

## 1.1 算法概述

对复杂的大系统进行效能评估时，会存在信息不完备，不全面，不充分的情况。而灰色理论的相关原理和方法正适用于信息不完全，不充分的问题，而且对样本量及样本分布规律都没有要求，因此可以使用灰色白化权函数聚类法对复杂大系统的效能进行评估。所谓灰色白化权函数聚类法，就是根据灰色白化权函数将一些观测指标或对象聚集成若干个可以定义的类别，将系统归入某灰类的过程，用于检测对象是否属于事先设定的不同类别，以便区别对待。

## 1.2 算法组成与步骤

灰色白化权函数聚类法的基本步骤：

（1）确定评估对象以及评估对象的灰类数*s*，选定评估指标(*j*=1，2，…，m)；

（2）将指标的取值相应地分为*s*个灰类，称为*j*指标子类。*j*指标*k*(*k*=1，2，…，*s*)子类的白化权函数为；

（3）求*j*指标*k*子类的权重。在权重上，有变权和定权两种方法。定权聚类适用于指标的意义、量纲皆相同的情形，变权聚类适用于指标的意义、量纲不同，且在数量上悬殊较大的情形。

在定权聚类中，j指标k子类的权与k无关，则可将的上标k省去，记为(j=1，2，…，m)。

在变权聚类中，对典型白化权函数，令；对下限测度白化权函数，令；对适中测度白化权函数和上限测度白化权函数，令。则可得



（4）求聚类系数向量。

变权聚类时：



定权聚类时：



设，则称评估对象属于灰类。

四种白化权函数如下：

典型白化权函数为



下限测度白化权函数为



适中测度白化权函数为



上限测度白化权函数为



灰色白化权函数聚类法的特点及适用范围：

（1）计算方法简单，综合能力较强，准确度较高，可决定对象所属的设定类别。（2）其评价结果是一个向量，描述了聚类对象属于各个灰类的强度。

（3）根据向量对聚类结果进行再分析，提供比其他方法丰富的评判信息。

（4）对于评判等级领域属于灰类的问题都可以应用这种方法，可用于多指标多因素的综合评价，克服了传统单一值评价多指标多因素的弊病。

（5）灰色白化权函数聚类分析法适用于对多指标多因素的复杂系统的评价。

## 1.3 算法核心参考文献

高速公路沥青路面路面管理系统分析与开发

# 2 算法开发

## 2.1算法封装（输入与输出）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 名称 | 属性 |
| 输入：各指标数据 | indicatorData | double[][] |
| 输入：各指标评价分级标准 | indicatorEvaluationGrading | double[][] |
| 输出：灰色聚类结果 | arrV | double[][] |

## 2.2算法核心函数及说明

请列表展示

## 2.3 算法组成与执行流程

结合所写代码，将算法的执行流程写清楚（参考津丽的AHP，流程中尽量写出具体的函数名称）

# 3 算法验证

## 3.1 验证算例说明

耒宜高速公路属于京珠高速公路湖南段，路面结构复杂，重车多。下面利用2007年上半年湖南耒宜高速公路沥青路面的检测数据进行分析，原始数据见表3-14。

表3-14　路段各指标原始数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路段 | PCI | RQI | PSSI | SRI | RRD |
| 1 | 80.4 | 96.3 | 76.9 | 88.7 | 11.1 |
| 2 | 90.0 | 96.1 | 75.8 | 90.3 | 10.6 |
| 3 | 93.8 | 97.2 | 97.8 | 88.4 | 10.1 |
| 4 | 88.4 | 96.2 | 91.2 | 90.9 | 12.5 |
| 5 | 98.4 | 96.5 | 86.7 | 92.7 | 12.2 |
| 6 | 77.7 | 83.9 | 75.2 | 84.3 | 7.6 |

根据实际将各指标分为5级，即当k=1时为优，其他依此类推。式表示优类模型，式可以表示良类、中类、次类模型，式表示差类模型。利用灰色聚类法进行路面评价，需确定白化权函数的特征值，即白化权函数的起点、终点和阈值。结合规范分级标准，通过好、良、中、次、差5级标准，利用无量纲处理方法，表3-15给出各指标的分级标准。

表3-15　路况评价指标分级标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| PCI | ≥ 90 | 90～ 80 | 80～ 62 | 62～ 40 | < 40 |
| RQI | ≥ 90 | 90～ 80 | 80～ 62 | 62～ 40 | < 40 |
| PSSI | ≥ 97 | 97～ 92 | 92～ 80 | 80～ 59 | < 59 |
| SRI | ≥ 85 | 85～ 62 | 62～ 40 | 40～ 30 | < 30 |
| RRD | ≥ 27 | 27～ 13.5 | 13.5～ 6.7 | 6.7～ 4 | < 4 |

取白化权函数的阈值如表3-16所示。

表3-16　白化权函数的阈值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| PCI | 90 | 85 | 71 | 51 | 40 |
| RQI | 90 | 85 | 71 | 51 | 40 |
| PSSI | 97 | 94.5 | 86 | 69.5 | 59 |
| SRI | 85 | 73.5 | 51 | 35 | 30 |
| RRD | 27 | 20.25 | 10.1 | 5.35 | 4 |

可得k= 1时：



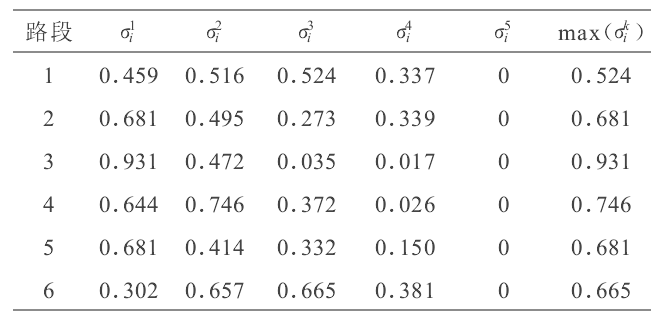
由式，故有j= 1时：，依次可得，，，。同理可得其他各灰色聚类权值，见表3-17。

表3-17　灰色聚类权值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 优 | 良 | 中 | 次 | 差 |
| PCI | 0.231 | 0.237 | 0.246 | 0.241 | 0.231 |
| RQI | 0.231 | 0.237 | 0.246 | 0.241 | 0.231 |
| PSSI | 0.249 | 0.264 | 0.297 | 0.328 | 0.341 |
| SRI | 0.219 | 0.205 | 0.176 | 0.165 | 0.173 |
| RRD | 0.069 | 0.057 | 0.035 | 0.025 | 0.023 |

　　将原始检测数据结合函数表达式，和代入灰色变权聚类系数计算表达式，有灰色聚类法计算的详细结果见表3-18。

表3-18 路段灰色聚类结果



由表3-18可知，路段1中聚类系数行向量最大值为0.524,表明该路段属于该值所对应的灰类，该值所对应的灰类为中，即路段1的路面使用性能综合评价为中。

参考文献：高速公路沥青路面路面管理系统分析与开发

## 3.2 验证结果说明

第1个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.5243 评价的等级为：2.0

第2个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.6812 评价的等级为：0.0

第3个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.9306 评价的等级为：0.0

第4个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.7463 评价的等级为：1.0

第5个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.6812 评价的等级为：0.0

第6个路况的灰色聚类法评价最大值为：0.6652 评价的等级为：2.0

组成关系图参考



流程图参考

