

文章编号:1004-1478(2011)05-0117-04

# 基于遗传算法的毕业设计评优层次分析模型

黄守佳<sup>1</sup>, 黄海洋<sup>1,2</sup>, 李刚<sup>1</sup>

(1. 郑州轻工业学院 数学与信息科学系 河南 郑州 450002;  
2. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院 河南 郑州 450002)

**摘要:**采用层次分析法的定性判断与定量计算有效结合的方法,同时利用遗传算法的组合优化和函数优化的特点对层次分析判断矩阵进行校正修改和一致性的有效判断,为高等学校学生毕业设计(论文)成绩评价和优秀评定提供了一种更加科学、合理的方法。

**关键词:**层次分析法;遗传算法;毕业设计评优

**中图分类号:** O29;G424      **文献标志码:** A

## Analytical hierarchy process model based on genetic algorithm about evaluation to graduation design

HUANG Shou-jia<sup>1</sup>, HUANG Hai-yang<sup>1,2</sup>, LI Gang<sup>1</sup>

(1. Dept. of Infor. and Comp. Sci., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;  
2. College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The analytic evaluation method is used based on the combination of qualitative judgment and quantitative calculation, the genetic algorithm is also employed by using combinatorial optimization and function optimization. Analytical hierarchy process is adjusted and the consistency is judged effectively. The paper provides scientific and rational approach for better evaluation of graduation designs.

**Key words:** analytical hierarchy process; genetic algorithm; evaluation to graduation design

## 0 引言

毕业设计(论文)是高等学校本科教学计划的重要组成部分,也是实践教学中的一个重要环节,可以培养学生综合运用所学基础理论、基础知识和基本技能,训练学生进行科学研究和科学探索,有助于培养和提高学生分析问题、解决问题的能力<sup>[1]</sup>。因此,对毕业设计质量(成绩)客观、公正、公

平的评价非常重要。

目前,各高等学校评价毕业设计(论文)成绩时通常采用下面的流程:材料评审、公开答辩、汇总分数、排出优秀名单<sup>[2]</sup>。有关毕业设计给定分数和评选优秀的方法方面的研究的报道不多,且主要是从毕业设计的过程管理角度进行研究的<sup>[3-4]</sup>。文献[5]采用基于PDCA循环的研究方法,但是由于毕业设计涉及诸多因素,评分者看问题的角度不

收稿日期:2011-05-17

基金项目:河南省基础与前沿技术研究计划项目(102300410112);河南省教育科学“十一五”规划课题(2007JKGHAG477);河南省教育厅自然科学研究资助项目(2009A630012)

作者简介:黄守佳(1963—),男,河南省潢川县人,郑州轻工业学院副教授,主要研究方向为数学建模。

尽相同,过程管理的先进性未能克服其自身存在的主观臆断性,主观因素的影响使评选结果存在一定的偏差.鉴于此,本文拟运用层次分析法来处理这个典型的多层次多准则决策问题,并将遗传算法引入其中,用于判断矩阵的一致性快速检验和构造,以达到快速、客观地评价选优的目的.

### 1 层次分析法模型

层次分析法 AHP(analytical hierarchy process)是由美国运筹学家 T. L. Satty 提出的.该方法能把复杂系统的决策思维层次化,将决策者的定性判断与定量计算有效结合,对多目标方案的决策具有一定的作用<sup>[6]</sup>.

AHP 模型的一般步骤为<sup>[7]</sup>: 1) 确定评价指标体系及其层次结构. 2) 根据两两比较成对的方法构造第  $k$  层对  $k-1$  层的判断矩阵,一般由专家或者依据经验确定 1—9 中的某个数表示某因素相对另一因素对上层影响的重要程度. 3) 利用和法、根法或者特征值法求解各判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{max}$  和对应的特征向量  $\omega^T = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ . 4) 由随机一致性指标  $RI$  计算一致性指标  $CI$  和一致性比率  $CR$ .  $RI$  根据经验得出,其中  $CI = \lambda_{max} - n / (n - 1)$ ,  $CR = CI / RI$ . 据此判断一致性,如果不满足一致性,则需要反复修正.当  $n = 1, 2, \dots, 15$  时,  $RI$  分别为 0, 0.58, 0.90, 1.12, 1.24, 1.32, 1.41, 1.45, 1.49, 1.51, 1.54, 1.56, 1.58, 1.59. 5) 在满足一致性的前提下,确定各要素的排序权值,并据此对实际应用问题进行排序评价.

在 AHP 模型的实际应用中,主要问题在于如何建立和修正判断矩阵一致性和计算 AHP 中各个要素的排序权值<sup>[8]</sup>.针对这一问题,目前常用的处理方法多存在一定局限性:主观性强,修正标准对原判断矩阵而言不一定最优;只对判断矩阵的个别元素进行修正,而且用多轮征询修改法调整判断矩阵耗时、费力,工作量很大,还可能由于确定的评价因子的权重存在偏差,导致决策方案的不准确.

### 2 遗传算法模型

遗传算法 GA(genetic algorithm)从一组可行解出发,在不需除目标函数值外的其他信息的条件下实现对可行域的全局高效搜索,并以概率收敛到

全局最优解,这种良好的特性使得 GA 可作为组合优化和函数优化的有力工具<sup>[9]</sup>.利用 GA 可以有效地解决上述 AHP 的修正问题.

GA 模型的步骤为<sup>[10]</sup>: 1) 将判断矩阵的元素按取值范围用二进制串表示,形成染色体.取值范围由决策者(毕业设计领导小组)根据所比较元素的重要性确定,这是一个 1—9 的 9 个等级及其倒数的值,具体取值由遗传算法在该范围内得出的满足目标函数的个体确定. 2) 初始群体由随机产生的若干个二进制字符串组成,其中每个字符串表示一组参数值.适应度函数设定为  $f(s) = A - CR^2$ ,其中  $A$  表示保证目标函数的优化方向为适应度增加方向. 3) 对群体进行复制操作,根据优胜劣汰的原则,从现有群体中依适应度比例法产生新个体,加入下一代操作,适应度越大,说明越能满足一致性要求. 4) 随机配对,按照一定的交叉概率交换部分基因产生新的基因组合,随机提取若干个体,按照一定的变异概率产生新的基因组合,扩大寻优范围,从而使各解有机会交流优秀基因,以使算法全局最优. GA 流程如图 1 所示.

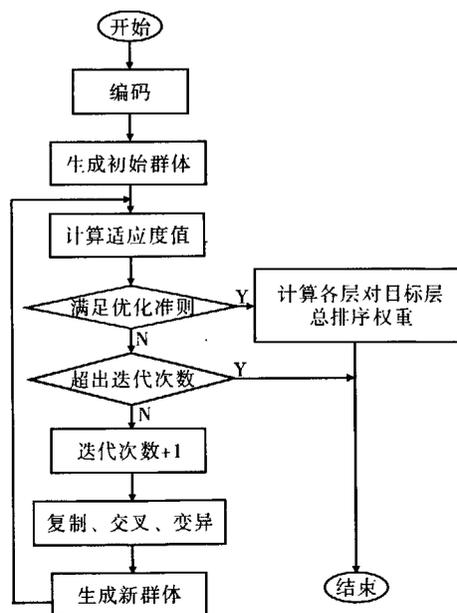


图 1 GA 流程图

### 3 应用实例分析

以某专业毕业设计小组中 30 名学生的毕业设计情况为例,采用本算法来研究毕业设计成绩评定和优秀毕业设计(论文)评选.

3.1 构造评价因子和层次结构

根据经验和有关毕业设计成绩评定的规定,构造该评价问题的评价因子和层次结构如图2所示。

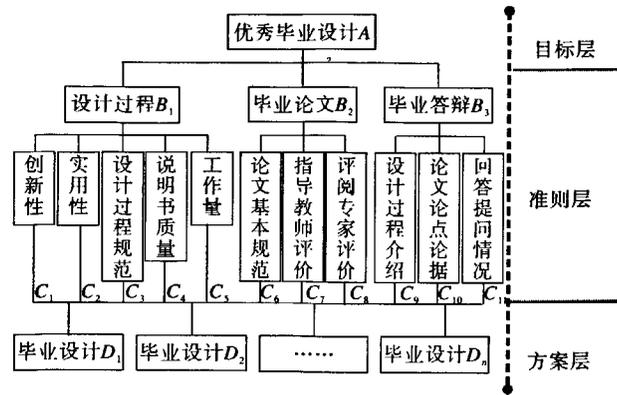


图2 评价因子与层次结构

3.2 建立目标函数和判断矩阵

根据问题的需求,建立毕业设计(论文)成绩评定的目标函数为

$$A = b_1 B_1 + b_2 B_2 + b_3 B_3 = b_1 \sum_{i=1}^5 c_i C_i + b_2 \sum_{i=6}^8 c_i C_i + b_3 \sum_{i=9}^{11} c_i C_i$$

其中,  $b_i (i=1,2,3)$  为准则1层对目标层的权重向量,  $c_i (i=1,2,\dots,11)$  为准则2层对准则1层的权重向量,  $C_i (i=1,2,\dots,11)$  为相应项的评价得分。

通过初步征询专家意见和以往经验,得到准则1层对目标层的判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

准则2层对准则1层的判断矩阵  $B_i (i=1,2,3)$  为

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 5 & 7 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 6 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 3 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/7 & 1/6 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/3 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

3.3 模型求解

综合各评价因子,该专业30名学生的各项原始成绩见表1。

表1 30名学生的原始成绩

学生	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>
S <sub>1</sub>	60	65	75	85	80	75	60	80	50	80	75
S <sub>2</sub>	75	75	85	90	85	75	65	75	60	85	80
S <sub>3</sub>	80	80	85	75	80	90	85	75	65	60	80
S <sub>4</sub>	75	85	65	90	85	90	50	75	85	80	65
S <sub>5</sub>	65	85	95	75	65	85	95	75	80	70	80
S <sub>6</sub>	85	85	85	90	95	80	75	80	90	85	90
S <sub>7</sub>	75	65	85	90	85	65	75	85	85	80	80
S <sub>8</sub>	90	95	90	85	95	90	95	85	75	90	90
S <sub>9</sub>	65	75	80	85	95	75	80	85	75	85	65
S <sub>10</sub>	75	65	65	75	95	80	85	75	65	75	75
S <sub>11</sub>	85	80	85	90	85	85	80	65	85	85	95
S <sub>12</sub>	75	80	85	80	80	95	90	85	95	75	85
S <sub>13</sub>	75	85	75	85	85	95	75	80	85	75	75
S <sub>14</sub>	65	80	75	80	80	90	75	95	85	75	65
S <sub>15</sub>	60	70	75	75	80	85	80	85	85	65	75
S <sub>16</sub>	80	75	80	85	75	75	80	70	80	75	85
S <sub>17</sub>	70	85	85	90	75	70	65	75	85	90	95
S <sub>18</sub>	75	80	85	90	90	90	90	85	90	85	85
S <sub>19</sub>	80	90	95	85	90	85	90	95	95	95	95
S <sub>20</sub>	75	90	95	90	85	90	95	90	95	90	95
S <sub>21</sub>	85	60	60	85	80	80	85	85	90	95	95
S <sub>22</sub>	90	90	85	90	95	90	95	95	95	90	95
S <sub>23</sub>	95	85	90	95	90	95	90	95	90	95	90
S <sub>24</sub>	95	75	80	85	85	90	95	90	95	80	80
S <sub>25</sub>	60	75	80	75	80	85	80	85	75	85	70
S <sub>26</sub>	85	85	85	80	75	80	75	75	85	80	70
S <sub>27</sub>	60	95	80	80	65	65	80	65	80	85	65
S <sub>28</sub>	65	65	75	80	85	75	65	65	75	75	75
S <sub>29</sub>	65	90	85	85	85	80	75	85	75	80	70
S <sub>30</sub>	90	85	80	90	90	85	90	95	90	95	90

运用 AHP 与 GA 相结合的方法进行分析求解。依据目标层与准则层各环节之间(准则1层与2层,准则层与方案层分析类似)重要程度的关系,取种群大小为200,染色体长度为60,最大进化代数数为200,交叉概率为0.9,变异概率为0.025,则得到以下结果。

交叉操作次数为4 823,变异操作次数为9 302,最小适应度值为9.908 230,最大适应度值为9.998 323,平均适应度值为9.970 321,发现最佳个体所在代数为89。

适应度值为9.990 323。染色体:1000,0100,0000,1101,1011,1100,0000,0001,1010,1101,1001,0001,0101,0000,0011。

对应取值:1.176 382,3.860 000,2.967 760,2.300 000,3.200 000,0.909 091,3.100 000,

3.380 000, 1.101 200, 2.100 000, 2.796 380, 1.072 010, 3.524 000 0, 1.100 000, 0.992 351.

通过校正修改判断矩阵,得到最大特征值、特征向量及一致性检验(见表2).

表2 求解

矩阵	$w^T$	$\lambda$	CI	RI	CR
A	(0.163 8, 0.297 2, 0.539)	3.009	0.004 5	0.58	0.007 8
B <sub>1</sub>	(0.416, 0.315, 0.2, 0.083, 0.046)	5.051	0.013 0	1.12	0.012 0
B <sub>2</sub>	(0.163 8, 0.539, 0.297 2)	3.015	0.007 5	0.58	0.012 9
B <sub>3</sub>	(0.137 3, 0.239 5, 0.623 2)	3.034	0.017 0	0.58	0.029 0

与  $C_i (i=1, 2, \dots, 11)$  对应的层次总排序权值分别为 0.068 1, 0.051 6, 0.032 8, 0.013 6, 0.007 5, 0.048 7, 0.160 2, 0.088 3, 0.074 0, 0.129 1, 0.335 9. 由此, 不难得出总排序结果(见表3).

表3 总排序结果

学生	成绩	名次	学生	成绩	名次
S <sub>1</sub>	71.2	29	S <sub>16</sub>	80.5	15
S <sub>2</sub>	76.6	20	S <sub>17</sub>	84.0	13
S <sub>3</sub>	78.0	18	S <sub>18</sub>	86.4	09
S <sub>4</sub>	71.0	30	S <sub>19</sub>	93.2	02
S <sub>5</sub>	81.2	14	S <sub>20</sub>	92.8	03
S <sub>6</sub>	85.7	11	S <sub>21</sub>	88.5	07
S <sub>7</sub>	79.3	16	S <sub>22</sub>	94.0	01
S <sub>8</sub>	90.4	06	S <sub>23</sub>	92.4	04
S <sub>9</sub>	75.1	25	S <sub>24</sub>	86.5	08
S <sub>10</sub>	76.1	22	S <sub>25</sub>	76.7	19
S <sub>11</sub>	86.4	09	S <sub>26</sub>	72.3	27
S <sub>12</sub>	85.5	12	S <sub>27</sub>	73.6	26
S <sub>13</sub>	78.6	17	S <sub>28</sub>	72.2	28
S <sub>14</sub>	75.3	24	S <sub>29</sub>	76.5	21
S <sub>15</sub>	76.1	22	S <sub>30</sub>	91.1	05

## 4 结论

本文针对高等学校学生毕业设计(论文)的成绩评定和评优问题,给出了基于GA的AHP模型,并利用Matlab软件进行求解.较好地利用了AHP模型的定性判断和定量计算有效结合的优势,同时利用GA的组合优化和函数优化的优势对AHP判断矩阵进行校正和一致性的有效判断,使得成绩评价和优秀评定更加客观、全面、公正.

## 参考文献:

- [1] 孟梅, 范世东, 陈永志. 高校毕业设计论文质量管理的研究[J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2007, 29(1): 83.
- [2] 王秋云. 在本科毕业设计(论文)中培养学生的创新能力[J]. 扬州大学学报: 人文社会科学版, 2010(6): 149.
- [3] 韩林静. 应用型大学本科生毕业设计改革研究与实践探讨[J]. 会计之友, 2011(3): 110.
- [4] 谢海英, 杨韧. 信息与计算科学专业毕业设计的现状分析及应对措施[J]. 中国电力教育, 2011(5): 122.
- [5] 赵树果, 魏英立. 基于PDCA循环的毕业设计(论文)过程管理及实践研究[J]. 教育与职业, 2011(6): 45.
- [6] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw Hill, 1988.
- [7] 陈学中, 李文喜, 李光红. 投资项目选择的风险评价AHP模型及其应用[J]. 数学的实践与认识, 2004, 34(4): 23.
- [8] 李梅霞. AHP中判断矩阵一致性改进的一种新方法[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(2): 122.
- [9] 李敏强, 寇纪松, 林丹, 等. 遗传算法的基本理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [10] 黄松奇, 黄守佳. 用遗传算法求解病态线性方程组[J]. 数学的实践与认识, 2003, 33(8): 97.