

基于改进的遗传算法的智能组卷算法研究

唐启涛

(长沙医学院 计算机科学与技术系, 湖南 长沙 410219)

摘要:随着人工智能技术在高校信息化过程的不断推广,智能在线考试模式已成为高校教学改革的一种新手段。目前现有的在线考试系统由于一些现实约束,还存在很多不足。文中针对现有的考试系统存在智能组卷后的试卷难度不均衡、题库试题难度系数确定不合理的现象,提出一种基于改进的遗传算法自动组卷策略。利用伯努利大数定律和机器自适应学习方式,确定题库中试题合理的难度系数。在试题的难度系数确定后,试卷的难度系数就是参入组卷的试题的平均难度系数,组卷中,只需指定试卷的平均难度系数和各类题型的数量即可。

关键词:人工智能;考试系统;遗传算法;自适应

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)12-0241-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.12.057

Research on Intelligent Test Paper Generating Algorithm Based on Improved Genetic Algorithm

TANG Qi-tao

(Department of Computer Science and Technology, Changsha Medical University,
Changsha 410219, China)

Abstract: With the continuous promotion of university informatization process of artificial intelligence technology, intelligent online examination mode has become a new way of teaching reform in colleges and universities. At present, the online examination system, because of some realistic constraints, has many deficiencies. In this paper, in view of the phenomenon that the intelligent examination system after the examination is not balanced, and exam difficulty coefficient is unreasonable, put forward a strategy of automatic generating test paper based on improved genetic algorithm. Use the Bernoulli law of large numbers and machine learning methods to determine the reasonable difficulty coefficient of test question database, after determining the difficulty coefficient, the test paper difficulty coefficient is average difficulty coefficient of incorporation test paper, only the designated test average difficulty coefficient and various types of quantity can be.

Key words: artificial intelligence; examination system; genetic algorithm; self-adaption

0 引言

当前,随着人工智能的不断发展,在线考试系统智能组卷技术的研究已成为高校信息化改革的研究热点之一^[1]。在线考试系统将网络平台和计算机技术相结合,基于高质量的试题库、先进的智能组卷策略,利用计算机快速运算的特点,改进传统的考试方式,促进了教育信息化的推广。通过无纸化考试模式,减轻了高校考试管理的难度和工作量,也能有效激发学生自主学习的热情,达到培养学生学习兴趣、提高学习质量的目的^[2]。

目前的在线考试系统基本都实现了随机自动组

卷、考生在线考试、客观题自动阅卷等功能,由于一些现实约束,各类在线考试系统在智能组卷、多种类通用题库、自动阅卷、试卷分析等方面还不够成熟;大批量的生成试卷速度慢、试卷质量不高是传统组卷算法的主要缺点^[3]。

针对现有考试系统存在的智能组卷后的试卷难度不均衡、题库试题难度系数确定不合理的现象,在大量文献研究的基础上,提出了基于改进遗传算法的自动组卷策略,并将该组卷算法应用于在线考试系统组卷过程中。

1 常见的智能组卷算法

目前智能组卷的算法归结起来有以下四类^[4]:

(1) 回溯试探法。

回溯试探法属于深度优先算法,在利用随机函数抽取试题的基础上增加了验证过程,如果所选择的试题满足系统给定的目标条件,则抽取该试题;否则,不抽取该试题。如果目前没有任何试题满足设定的要求而组卷过程又没有完成时,则采用回溯方法来进行重新组卷。

(2) 演化式计算方法。

遗传算法、粒子群优化算法是主要的演化式算法。遗传算法是从群体中选择满足条件的个体,能避免随机法选题时的盲目随机性,具有较强的智能性,不会出现像回溯试探法一样计算量大的问题。

(3) 随机选题法。

现代的组卷算法结合了传统随机组卷与人工组卷的优势,在组卷时,利用二项分布函数 $B(n, p)$ 建立选题的数学模型,建模中可依次确定题型、难度系数、知识点及章节等信息,再结合随机函数进行选题^[5]。每道试题都只有被抽出或不被抽出两种可能性,随机抽出的试题出现的概率是独立的,跟其他试题的出现概率没有任何依赖性。

(4) 遗传算法。

遗传算法(GA)^[6]是由密歇根大学的约翰·霍兰德率先提出的,它是一种仿效生物的遗传方式,主要采用复制、交换、突变三种操作。在遗传算法里,首先随机生成一定数量的个体,再产生下一代个体并组成种群,该过程是通过选择、交叉、变异来完成的。经过一系列的选择、交叉、变异操作后,能产生不同于初始一代的新一代个体。并且一代一代地向增加整体适应度的方向发展,最终把适应度低的个体逐渐淘汰掉。

2 改进后的基于遗传算法的智能组卷算法

2.1 算法基本思想

改进的遗传算法是根据自然进化理论和生物遗传学的思想提出的,它是一种基于空间搜索的算法。它经过染色体的编码、初始化种群、计算当前种群每个个体的适应度、选择、交叉、变异、终止等一系列过程^[7]。

改进后遗传算法将试题的属性分为题型、分值、知识点、章节、难度、区分度、答题时间等七个维度。

选择试题组成试卷也就是选择满足试题属性要求的所有变量组成试卷,选题就是从一个七维的向量 $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7)$ 中选择某些属性,生成一份试题数为 n 的试卷,形成一个 $7 * n$ 维的目标状态矩阵 D 如下^[8]:

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

定义: $RAM = [a_{ij}]$, 其中 a_{ij} 表示试卷第 j 题中第 i 个属性值, 其中 $1 \leq i \leq 7, 1 \leq j \leq n$ 。

如果生成的试卷符合要求, 则在该试卷中的 RAM 中, 智能组卷应该满足的约束如下:

约束 1: $\sum_{i=1}^n a_{2i} = P$, P 为试卷的总分, a_{2i} 表示第 i 题的试题分数。

约束 2: $\sum_{i=1}^n (a_{2i} * type_i) = N_t$, N_t 表示题型为 t 的试题分数, 当题型 $a_{1i} = t$ 时, $type_i$ 为 1, 否则为 0。

约束 3: $\sum_{i=1}^n (a_{2i} * dif_{m_1}) = d_{m_1} * P$, d_{m_1} 表示 m_1 难度级的分数比例, 当难度 $a_{5i} = m_1$ 时, dif_{m_1} 为 1, 否则为 0。

约束 4: $\sum_{i=1}^n (a_{2i} * level_{m_2}) = l_{m_2} * P$, l_{m_2} 表示教学要求层次为 m_2 的比例, 当教学要求层次 $a_{3i} = m_2$ 时, $level_{m_2}$ 为 1, 否则为 0。

约束 5: $\sum_{i=1}^n (a_{2i} * sn_{m_3}) = sn_{m_3} * P$, sn_{m_3} 表示第 m_3 章节的比例, 当章节 $a_{4i} = m_3$ 时, sn_{m_3} 为 1, 否则为 0。

约束 6: $\sum_{i=1}^n (a_{2i} * a_{6i}) = DIV * P$, DIV 表示试卷的区分度, a_{6i} 为第 i 题的区分度。

约束 7: $\sum_{i=1}^n a_{7i} = TIME$, $TIME$ 为试卷要求的答题时间, a_{7i} 为第 i 题的答题时间。

2.2 算法设计与实现

遗传算法是基于生物界中进化与遗传的机理提出的, 可用于解决复杂的工程技术问题。模拟自然进化过程设计的自动组卷算法步骤如下^[9]:

步骤 1: 染色体的编码。

本智能组卷算法采用标准的二进制编码方式, 形式为: $x_1 x_2 \cdots x_n$ 。其中若 x_i 为 0 则表示该题未被选中, 若 x_i 为 1 则表示该题被选中。假设试题库中有 m 道题, 可用一个 m 位的二进制串来表示, 若一份试卷中有 n 道试题, 则 $x_1 x_2 \cdots x_n$ 串中应有 n 个 1。结合生物进化论, 采用染色体的表示方式, 染色体上的每一个基因代表对应的试题是否被挑选: 1 表示该试题被挑选, 0 表示该试题没有被挑选。每一个染色体代表一组选题结果^[10]。

步骤 2: 初始化种群。

随机产生 N 个个体构成初始群体。 N 是遗传算法

中最重要的一个参数,它表示群体规模,它的取值直接决定着算法的运算效率^[11]。群体规模 N 越大,搜索的范围越广,每代的遗传的操作时间越长,运算效率不高。反之, N 越小,每代的运算时间越短,然而搜索空间也越小,搜索效率低。

步骤 3:计算种群中个体的适应度。

群体中每个个体相应的适应度值通过适应度函数 $f(x)=\sum_{i=1}^n f_i w_i$ 来计算,它是评判个体优劣的指标。公式中 w_i 表示组卷中第 i 个指标在组卷中的权值, f_i 表示用户要求的误差与第 i 个属性指标之间的绝对值, n 表示指标参数的个数, f 是所有指标与用户要求的误差绝对值之和^[12]。 $f(x)$ 的值与个体适应度的值成正比,其值越大,对环境的适应性就越强,被选择繁殖后代的机率越大。

步骤 4:终止。

如果进化出现以下四种情况之一,则终止^[13]:

- (1) 种群满足 $f=0$;
- (2) 个体适应度值达到指定的进化代数;
- (3) 新一代的种群最大适应度与以前各代的最大适应度值基本一致;
- (4) 进化效果不显著。

步骤 5:选择。

文中使用的选择方法为轮盘赌的方法,该方法进行选择操作的过程如下^[14]:先将种群中的个体按照适应度的值由大到小进行排序,按照指定的概率对种群个体进行选择复制,选择较好的个体繁殖下一代,淘汰较差的个体。选择过程是由个体的适应度函数值决定的,个体的适应度函数值越小,被选择概率越大。选择过程会产生一个介于 0 到 1 之间的随机数,如果产生的随机数落在适应值所在的概率区域,那么该个体被留下来进化后代。

步骤 6:交叉。

文中采用单点交叉方式,交叉过程如下:从种群中随机选择 2 个染色体,根据交叉概率 P_c 逐位互换。如果产生的随机数小于交叉概率 P_c ,则该个体被选择下来进行交叉^[15],否则该个体就会被淘汰。

步骤 7:变异。

变异的作用是按照一定概率随机地改变染色体的基因值^[16]。变异概率一般根据经验取得,变异概率值一般取 0.01 到 0.25,本系统取值为 0.15。系统随机生成一个 $[0,1]$ 范围内的实数,如果该实数的值小于变异概率,则变异,否则不变异。系统进行变异操作时对某段上的某个基因进行变异跟题型没有关系。

步骤 8:跳转至步骤 3。

遗传算法组卷过程就是不断的选择、交叉、变异的

过程,如此循环往复直到满足终止条件为止^[17]。

2.3 难度系数自适应学习

根据伯努利大数定律和机器学习思想^[18],利用互连的计算机网络平台,通过自适应学习方式计算出每次考试后的试题难度系数值,并用其替代以前设定的难度系数。在应用中,考试规模越大,该难度系数越接近现实。

学生考试中,假设每道试题只有一个考核点,采用答对得分答错不得分的评卷模式;假设每道题答对得 1 分,设一次考试中,某试题被选中的次数为 N ,该题累计得分数为 N_s ,则该题的得分率为 $q_s=N_s/N$ 。难度系数的约束如下:难度系数 k_s 共分 i 档,其值分别为 1, 2, ..., i ,其对应的得分率最佳值 w_s 为 $0.8-i*0.1$ 。当难度系数 k_s 值为 1 时,最佳情况下,该题的得分率 q_s 应为 0.7。在每次考试结束后,系统会自动计算每道试题的得分率,当得分率大于或者小于其难度系数对应的最佳值时,将该试题的难度系数 k_s 修改为 $k_s+f(s)*i$,其中 $f(s)$ 为 $(w_s-q_s)*i$ 的取整值; i 为难度系统的档数,当考试次数 N 趋于无穷大时, q_s 将以概率 1 接近最佳得分概率 w_s 。

试题难度系数的初值由担任该门课程的教学团队确定,每次学生在线考试结束后,如果显示交卷正常,则系统自动保存学生的作答数据并评卷,同时,根据学生考试情况进行自适应学习,重新计算试题难度系数,并替换以前的难度系数值,以适应当前学生的实际答题水平。随着考试次数和考生人数的递增,难度系数最终接近实际情况。

3 组卷效果测试

智能组卷系统通过对 10 级临床专业全体学生《病理学》课程进行在线测试,该年级本专业共有 6 班的学生,每个班抽 100 名学生进行测试,本次测试用的全部为选择题,共 10 道,且题库中试题数也仅为 10 道。下面以表 1 来说明每次考试后试题难度系数的变化。

表 1 试题难度系数变化

	题 1	题 2	题 3	题 4	题 5	题 6	题 7	题 8	题 9	题 10
0 次	2	4	1	3	5	1	2	4	3	2
1 次	3	4	2	2	4	1	2	5	4	3
2 次	2	5	2	3	4	1	2	5	4	2
3 次	2	5	1	3	3	1	3	5	4	2
4 次	2	5	1	3	4	1	2	5	4	3
5 次	2	5	1	3	4	1	2	5	4	2
6 次	2	5	1	3	4	1	2	5	4	2

在以上测试过程中,初步确定了试题的难度系数,下面再进行试卷差异度测试。为便于测试,在 10 道题中随机抽取 5 道,指定试卷总的难度数为 15,试卷的

难度数为各试题的难度系数之和。在 6 个班里,每个班随机抽取得 50 个人进行测试,测试完成后对组卷结果评价如表 2 所示。

表 2 参试者成绩分布表

	0~59 分	60~69 分	70~79 分	80~89 分	90~100 分
1 次	3 人	13 人	19 人	12 人	3 人
2 次	2 人	14 人	18 人	14 人	2 人
3 次	3 人	15 人	17 人	13 人	2 人
4 次	3 人	15 人	20 人	10 人	2 人
5 次	3 人	14 人	18 人	12 人	3 人
6 次	3 人	16 人	18 人	11 人	2 人

由表 2 可以得出结论,参试者成绩符合正态分布。从整体上看,本次智能组卷的试卷难度适中。从学生考出的成绩来看,试题的难度区分度控制较好,能客观地反映参试者的水平。对学生而言,他们可通过测试明确哪些是核心知识,也进一步地反映出了学生学习的薄弱环节在哪里。本次测试达到了预期效果。

4 结束语

利用智能组卷系统,通过对 10 级临床专业全体学生《病理学》课程进行在线测试,测试效果较好。结果显示通过多次对题库使用后,题库试题的难度系数比较合理,自动组卷生成的试卷难度差异度小,能真正实现学生考试的公正、公平、公开。

参考文献:

[1] 杨素锦,刘 辛. 在线考试系统中填空题测试模块的设计与实现[J]. 现代电子技术,2010,33(24):68-70.

[2] 吴运明. 基于 B/S 架构网络考试测评系统的设计与开发[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2005.

[3] 段正杰. 基于三层 C/S 结构的网上考试系统的设计与实现[D]. 上海:华东师范大学,2006.

(上接第 240 页)

计算机工程与应用,2008,44(25):225-228.

[4] Wang Pei, Jiang Chaohui, Kang Zhiqian. Research on ESB based enterprise application integration[C]//Proc of second Asia-Pacific conference on information processing. Nanchang: [s. n.],2010:491-494.

[5] IBM. Patterns:Implementing an SOA using an enterprise service bus RedBooks[EB/OL]. 2010-12-10. [http://www. ibm. com](http://www.ibm.com).

[6] Popescu A, Bacalu Ana-Maria. NoSQL data modeling[EB/OL]. 2010-03-15. [http://nosql. mypopescu. com/post/451094148/nosql-data-modeling](http://nosql.mypopescu.com/post/451094148/nosql-data-modeling).

[7] 佐佐木达也. NoSQL 数据库入门[M]. 罗 勇,译. 北京:人民邮电出版社,2012.

[8] Workflow Management Coalition. The workflow reference mod-

[4] 李 京. 试卷生成与分析关键技术的研究及其应用[D]. 南京:东南大学,2007.

[5] 陈 宇,陈治平. 启发式遗传算法组卷模型研究[J]. 计算机技术与自动化,2006,25(1):50-52.

[6] 杨 青. 基于遗传算法的题库自动组卷问题的研究[J]. 济南大学学报(自然科学版),2004,18(3):228-231.

[7] 王祥金. 一个智能在线考试系统设计与实现[D]. 济南:山东大学,2009.

[8] 徐红英,李 杰. 在线考试系统随机抽题的改进[J]. 电脑知识与技术,2011,7(11):2605-2606.

[9] 周丽韞. 基于 ASP 的在线考试系统随机生成不重复试题算法的研究[J]. 黑龙江科技信息,2011(9):92-92.

[10] Jung I Y, Yeom H Y. Enhanced security for online exams using group cryptography[J]. IEEE Transactions on Education, 2009,52(3):340-349.

[11] 张 鑫. 基于 ASP. NET 的网上考试平台研究与实现[D]. 上海:华东师范大学,2008.

[12] Kharma N, Kowaliw T, Clement E. Project cellnet[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence,2004,18(8):130-160.

[13] 王海宝. 基于 Web 的在线考试系统的设计与实现[D]. 青岛:青岛大学,2007.

[14] Zou X B, Cai Z X, Sun G R. Non smooth environment modeling and global path planning for mobile robots[J]. Journal of Central South University of Technology, 2009,10(3):248-254.

[15] Yuan X H, Cao L, Xia L Z. Adaptive genetic algorithm with the criterion of premature convergence[J]. Journal of South-east University (English Edition), 2009,19(1):40-43.

[16] 丁知平. 基于改进遗传算法的自动组卷问题的研究[J]. 软件,2011,32(9):9-11.

[17] 王 鹰,赵跃龙,刘中宇. 基于 C/S 模式的计算机等级考试系统的设计[J]. 计算机与现代化,2006(2):70-72.

[18] 乔显亮. 基于 B/S 和 C/S 混合模式计算机基础考试系统的实现[D]. 青岛:中国海洋大学,2007.

el[EB/OL]. [2010-06-20]. [http://www. wfmc. org/Published-Research/View-category. html](http://www.wfmc.org/Published-Research/View-category.html).

[9] 伍金富,周井泉. 基于区分服务的队列调度算法研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(1):140-142.


[10] 隋 新,朱云龙,南 琳. 企业服务总线中消息路由器的设计与实现[J]. 计算机工程,2011,37(21):11-13.

[11] 谭永明,苏 斌. 面向服务架构体系的研究[J]. 计算机技术与发展,2007,17(3):132-134.

[12] Lee Youngkon. An implementation case study:business oriented SOA execution test framework[C]//Proc of fifth international joint conference on INC, IMS and IDC. Seoul: IEEE, 2009:425-430.

[13] 邓子云,王如龙,杨晓峰,等. 基于 SOA 集成平台的 EFSM 任务调度模型[J]. 计算机工程,2010,37(23):238-240.

基于改进的遗传算法的智能组卷算法研究

作者: 唐启涛, [TANG Qi-tao](#)
作者单位: [长沙医学院 计算机科学与技术系, 湖南 长沙, 410219](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2014(12)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201412057.aspx