

# 基于模糊理论网络学习评价系统的设计与实现

陈 瑛<sup>1</sup>, 余小华<sup>2</sup>

(1 华南师范大学增城学院计算机系, 广州 511363; 2 华南理工大学广州汽车学院计算机工程系, 广州 510800)

**摘 要:** 文章主要研究基于模糊数学理论和电子学档的网络学习评价系统。此系统首先是根据电子学档本身的优势, 研究借助于现有的技术来通过记录学生学习过程生成电子学档作为一种评价方式和管理手段的可能; 然后建立网络学习评价模型(即网络学习评价指标体系), 根据指标体系中确定的权值和网络学习中所采集的信息, 采用多级模糊理论对采集到的各个指标数据进行统计分析, 以对学习者达到网络教育活动提出的目标程度作出综合评价和指导; 最后根据多级模糊理论设计出基于模糊数学理论和电子学档的网络学习评价系统并给予评价。

**关键词:** 网络学习评价; 网络学习行为; 评价指标体系; 电子学档; 模糊数学; 多级模糊评判

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

## 引 言

进入 21 世纪, 计算机网络迅速发展, 计算机网络教育得到全面推进。从 1999 年我国高校开展现代远程教育以来, 目前教育部共批准全国 68 所普通高校开展现代远程教育试点工作, 设立校外学习中心 2000 多个, 覆盖全国, 在读学生 200 多万人<sup>[1]</sup>。网络教学已成为一种重要的教学手段和教学平台, 其质量保证体系却显得不够完善和健全<sup>[2]</sup>, 所以, 在学习评价方案的选择上, 如果继续沿用传统的评价手段与评价方法, 难以适应远程教育的快速发展<sup>[3]</sup>。由于网络教学中教师和管理者不能够及时地监控到学习者的学习并及时提出改进学习的建议, 所以学习者经常是在进入网络学习之初信心满满, 在经历一段“自由松散”的学习之后, 学习过程中却渐渐陷入迷惘。针对这种情况, 充分利用计算机和网络技术, 设计出行之有效的学习者学习过程监控系统就非常必要<sup>[4]</sup>。

在第 17 届、20 届等多届国际远程开放教育大会上, 也多次提出要重视远程开放学习的质量, 提出建立以学习者为中心的教学观, 确立终身教育的理论, 对学习者的学习进行有效评价<sup>[5]</sup>。为了探索适应现代远程开放教育教学模式、教学管理模式需要的课程学习评价模式

和管理运行机制, 2005 年春开始, 中央电大组织开展了“基于网络的远程开放教育课程学习评价”试点<sup>[6]</sup>。在试点实践中, 我们可以看到, 网络的远程开放教育课程学习评价除了需要良好的网络环境, 包括软、硬件环境, 还需要精心设计适合的学习评价方案。有效的学习评价方案, 能引导学生正确学习, 激发学生学习动机, 达到接受知识, 提高能力的目的。

## 1 研究现状

所谓网络学习评价是指根据教学目标, 收集在网络环境中的学生在在线学习过程的客观资料、信息和数据, 对学生的学习态度、学习行为和学习结果进行科学的量化分析, 并做出学习质量判断的过程。学习评价是网络学习过程中的关键问题, 它决定着网络学习的质量。

目前网络教育的学习评价包括终结性考试和形成性考核两部分, 终结性考试绝大部分实行闭卷考试, 形成性考核在具体的实施过程中随意性很大, 没有规范性的实施步骤, 很多时候演化成了一种“送分”的工具, 未能切实地反映学生平时的学习状况<sup>[7]</sup>。从网络教育的理念出发, 我们不但要评价学习最终的考试, 而且要评价学生在学习过程和学习结果中产生的变化, 评价学生在单独学习和小组学习时表现出的行为技能, 对学生的

收稿日期: 2010-08-24

基金项目: 广东省科技计划项目(20071010400068)

作者简介: 陈瑛(1979-), 女, 广东揭阳人, 讲师, 主要从事软件理论及教育信息化技术方面的研究。

学习做出全面综合的评价。目前,网络学习评价实施起来的往往是前者,对后者的关注大多还停留在理论层面上,只有少数学者从事电子学档学习评价的实际开发和实际应用研究<sup>[8-9]</sup>。

网络学习评价的形成性考核流程大多是先取得学生的学习行为得到数据,保存数据,分析数据得到评价结果,下面从这三个步骤分析现有网络学习评价系统使用的理论和指导方法。

### 1) 获取学习者学习行为数据

目前的研究大多是利用网络通信技术对学习者的学习活动进行实时追踪,记录所有与学习相关的信息<sup>[5, 10-11]</sup>,特别是网络学习行为中可量化的参数,如访问时间、浏览次数等动态信息。也有的研究认为把 blog 作为获取学习行为数据的一个手段,包括个人 blog 小组 blog 等,取得学生学习过程中的过程性信息<sup>[12]</sup>。还有的研究是在问卷的基础上取得学习者的学习行为数据进行分析,然后对其整体表现进行了综合评价<sup>[5]</sup>。但也存在一些问题,如如何取得非量化的参数?个人 blog 是否能全面正确评价学习者学习行为?问卷的结果和学习者实际学习行为相符合?这些问题还有待研究。

### 2) 保存学习者学习行为数据

几乎所有研究都采用了学习档案袋的理论。学习档案袋的研究在国外已有几十年的发展。多元智能理论的美国心理学家加德纳(H. Gardner)认为,档案袋评价是一种持续的,自然的评价形式,可以鼓励学生成为一个能意识到自己的学习与个人发展的主动学习者。据了解,档案袋评价在国外得到了广泛应用,如哈佛教育学院“零点项目”,美国伯克利大学 K-12 作文项目等许多国外教学模式中都采用了这种方法,并且取得了满意的效果<sup>[14]</sup>。

电子学档以其创新的构思,数字化的表达以及开放性的传播等特性在目前的网络学习评价中倍受推崇<sup>[15]</sup>。笔者认为,采用电子档案袋记录学生学习行为和结果是合适的,加之目前成熟的数据库技术,也使之成为一种可行的方法。主要问题是如何组织数据,文献中提到的甚少;而组织哪些数据,则是前面所述第一个步骤要解决的问题。

### 3) 分析数据取得评价结果

在对电子学档的处理技术上,有基于数据挖掘、基于学习行为分析、基于模糊技术、线性加权平均等,方法不一。在网络学习中,学习者的成绩评价指标不确定因素很多,学生的学习成绩好坏也是一个模糊概念,对于网络学习中学生的学习成绩采用模糊技术来处理似乎更合理些。

在学习评价的结果方面,有的强调了评价系统中教师能对学生及时做出反馈功能<sup>[6, 10, 16]</sup>,有的强调学生的及时调整学习策略。这些在现实中是否可行,也很值得思考。

综观现在的网络学习评价系统,主要有两大问题:首先,学习者网络学习行为数据的采集存在很大的片面性。例如仅记录学习者的学习路径,而欠考虑学习者在学习过程中提交的作业,测试结果等;又例如仅通过对学习者学习之初的问卷调查就得出学习者学习行为的依据;再如仅通过学习者的反思日记就得出学习过程。以上这些都使得网络学习行为数据的采集存在片面性。其次,对电子学档的分析,得出学习评价结果的技术有待改进。例如有的研究采用对各个学习指标线性加权平均,没有考虑到学习指标的模糊性,也没考虑到各个学习指标可能还含有下级指标;又例如数据挖掘中如何进行去噪声处理,处理结果是否达到了预期的要求等。

## 2 研究内容

本课题主要从以下几个方面来研究基于模糊数学理论和电子学档的网络学习评价系统。此处的“网络学习评价”,指的是学习者通过网络在线学习,系统采集学习者的在线活动(包括在线学习课件,在线或非在线进行练习或测试并提交结果,在线讨论等,不包括下载课件离线学习行为),得出其学习的形成性评价。此系统首先是根据电子学档本身的优势,研究借助于现有的技术来通过记录学生学习过程生成电子学档作为一种评价方式和管理手段的可能;然后建立网络学习评价模型(即网络学习评价指标体系),根据指标体系中确定的权值和网络学习中所采集的信息,采用模糊理论中的多层次分析法对采集到的各个指标数据进行统计分析,以对学习者的网络教育活动提出的目标程度作出判断,特别是学习者学业的成就和自身能力的发展作出综合评价和指导,让学生在“学习——评价——学习”的循环过程中取得进步和发展。

## 3 网络学习评价指标的建立和采集手段

目前,世界上有很多标准化(学术)组织都正在致力于基于网络的教育资源标准化的研究,并起草了一些相应规范。我国根据国外经验以及我国实际情况,教育部现代远程教育建设委员会制订了远程教育的相关标准。本课题从管理的角度阐述远程教学评价系统中的学生评价系统的评价指标和评价系统,并开发设计了相关系统。在《国家现代远程教育建设技术规范》中,建议远程教学评价系统中的学生评价系统应包括:

① 学生选择学习内容的深浅程度评价; ② 学生的作业情况评价; ③ 学生的答疑情况评价; ④ 学生的讨论情况评价; ⑤ 学生的考试情况评价: 试题难度、考试信度、考试成绩; ⑥ 学生参与的态度评价;

本系统的采集手段主要通过系统的自动登记、计算、统计。学生在学习过程中的活动是通过点击来触发事件的, 例如登录系统、浏览内容、发表讨论专题、进入小组即时讨论、上载学习资料等等。那么我们就可以通过在点击的位置安排事件, 事件接收点击时传送过来的数据, 登记入数据库, 如需要计算, 则查找数据库内容然后进行计算后再填入数据库。

在这个网络学习评价指标体系中, 我们把学习参与度、学习效果、交流与协作和资源利用四大方面作为一级指标, 每个一级指标包含 2 到 5 个二级指标, 必要时设置三级指标, 详情如表 1:

表 1 网络学习评价指标体系及反馈

一级指标	二级指标	三级指标	系统相应反馈
学习态度	系统总浏览时间		所有学生平均值
	课件总浏览时间		所有学生平均值
	作业提交次数		平均值, 少作业提醒
	做笔记节数		所有学生平均值
	学习进度		进度提醒
学习效果	日常测验	参加测试次数 平均分	所有学生平均值
	阶段考试	参加测试次数 平均分	所有学生平均值
		综合期末考试 发表文章总数	平均值, 比例图
		回复别人文章总数 浏览文章总数	论区级别
交流与协作	讨论区活跃程度 (人际交流)	别人浏览其文章总数	
	小组交流参与程度 (合作完成技能)	参加即时交流次数 查看或提交报告次数	
	个人协作技能	答疑次数 答疑分数	

#### 4 模糊数学评判模型及建立步骤

模糊综合评判的具体过程是: 将评价目标看成是由多种因素组成的模糊集合 (称为因素集  $T$ ), 再设定这些因素所能选取的评审等级, 组成评语的模糊集合 (称为评判集  $P$ ), 分别求出各单一因素对各个评审等级的归属程度 (称为模糊矩阵), 然后根据各个因素在评价目标中的权重分配, 通过计算 (称为模糊矩阵合成), 求出评价的定量解值。上述过程即为模糊综合评判, 其主要步骤的具体过程如图 1 所示:

从评价指标我们可以看出, 这个网络学习评价模糊数学多层评价模型是个三级模型, 在“表 5-1 网络学习评价指标体系”中,

$$U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\} = \{\text{学习态度, 学习效果, 交流}$$

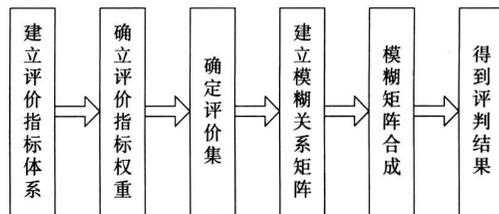


图 1 模糊综合评判过程示意图

与协作, 资源利用};

$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15}\} = \{\text{系统登录次数, 课件总浏览时间, 作业提交次数, 做笔记节数, 学习进度};$$

$$U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\} = \{\text{日常测验, 阶段考试, 综合期末考试};$$

$$U_{21} = \{U_{211}, U_{212}\} = \{\text{参加测试次数, 平均分};$$

$$U_{22} = \{U_{221}, U_{222}\} = \{\text{参加测试次数, 平均分};$$

$$U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\} = \{\text{讨论区活跃程度, 小组交流参与程度, 个人协作技能};$$

$$U_{31} = \{U_{311}, U_{312}, U_{313}, U_{314}\} = \{\text{发表文章总数, 回复别人文章总数, 浏览文章总数, 别人浏览其文章总数};$$

$$U_{32} = \{U_{321}, U_{322}\} = \{\text{参加即时交流次数, 查看或提交报告次数};$$

$$U_{33} = \{U_{331}, U_{332}\} = \{\text{答疑次数, 答疑分数};$$

$$U_4 = \{U_{41}, U_{42}\} = \{\text{教辅资料下载次数, 互联网资料下载次数};$$

各个指标的评价值由好到差的级别程度等级过少会夸大或缩小隶属度程度, 过多则不清晰, 人们难以区分。所以, 为了保证隶属度的客观性以及减少评价人员区分语义的难度, 指标评价集均分为 4 级, 分别为“好, 较好, 一般, 差”。另外, 由于评价级别要由网上自动获取, 所以必须数值化, 所以每个指标都要有一个相应的数值化的评价集, 例如区间  $(-\infty, 100]$ ,  $(100, 80]$ ,  $(80, 60]$ ,  $(60, 0]$  分别代表评价好、较好、一般和差, 则统一采用区间下限  $(100, 80, 60, 0)$  作为代表其评价的对应数值。

设以上指标  $U_i$  对应的评价集为  $V_{ip}$

各因素对评价对象的影响是不一致的, 因此必须确定各因素的权重。因素的权重分配集是  $U$  上的模糊集合, 一般可记为:  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ , 其中  $a_i$  表示第  $i$  个因素  $u_i$  的权重, 它们必须满足归一化条件:  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 。

这个三级模糊综合评价的步骤如下:

##### 1) 一级模糊综合评价

先对指标体系中的三级指标  $U_{21}$ 、 $U_{22}$  和  $U_{31}$ 、 $U_{32}$ 、 $U_{33}$  分别进行单级的模糊综合评价, 得出各因素的评判矩阵  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{31}$ 、 $R_{32}$ 、 $R_{33}$ , 根据其权重分配集  $A_{21}$ 、 $A_{22}$  和

$A_{31}, A_{32}, A_{33}$ , 计算  $B_{21} = A_{21} \circ R_{21}$ ,  $B_{22} = A_{22} \circ R_{22}$  和  $B_{31} = A_{31} \circ R_{31}$ ,  $B_{32} = A_{32} \circ R_{32}$ ,  $B_{33} = A_{33} \circ R_{33}$ , 即可得到第三次因素“日常测验、阶段考试、讨论区活跃程度、小组交流参与程度和个人写作技能”的综合评判结果集。

2) 二级模糊综合评价

然后将一级模糊综合评价中得到的单因素评判结果集分类组合成两个评判矩阵  $R_2$  和  $R_3$ , 即  $R_2 = (B_{21}, B_{22}, V_{23})^T$ ,  $R_3 = (B_{31}, B_{32}, B_{33})^T$ , 计算  $B_2 = A_2 \circ R_2$ ,  $B_3 = A_3 \circ R_3$ , 即可分别得到对应项目的综合评判结果集。

同时还有其他的项目, 分别进行单级模糊综合评价, 得到各因素的评判矩阵  $R_1, R_4$ , 根据其权重集  $A_1, A_4$ , 计算  $B_1 = A_1 \circ R_1$  和  $B_4 = A_4 \circ R_4$ , 得到对应项目的综合评判结果集。

以上  $B_1, B_2, B_3, B_4$  统称为整个网络学习评价的二级综合评判结果集。

3) 三级模糊综合评价

最后将二级模糊综合评价中得到 4 个单因素评判结果集组合成一个评判矩阵  $R$ , 即  $R = (B_1, B_2, B_3, B_4)^T$ , 根据其权重分配集  $A$ , 计算  $B = A \circ R$ , 即可得最后的综合评判结果集  $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ 。

4) 确定模糊综合评判的最终结果

模糊综合评判的最终结果是根据评判结果集  $B$  来确定的, 采用加权平均法。

利用加权平均法将评判结果集  $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$  归一化为  $\bar{B} = (J_1, J_2, J_3, J_4)$ , 其中  $j_i = \frac{b_i}{\sum_{j=1}^4 b_j}$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ), 则评判结果为:  $V = \sum_{i=1}^4 J_i v_i$ , 其中  $v_i$  为  $U$  的评判集。

5 网络学习评价系统功能模型

本系统研究的目的是建立一个实用的网络学习评价系统, 建立在一个学习网站的基础之上, 主要功能有管理员模块, 教师模块, 学生模块和公共模块。

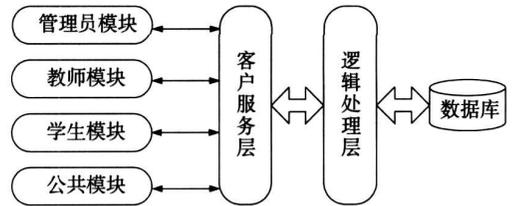


图 2 系统体系结构图

本系统采用三层体系结构: 客户服务层、逻辑处理层和数据库, 如图 2。本系统的功能结构图如图 3。

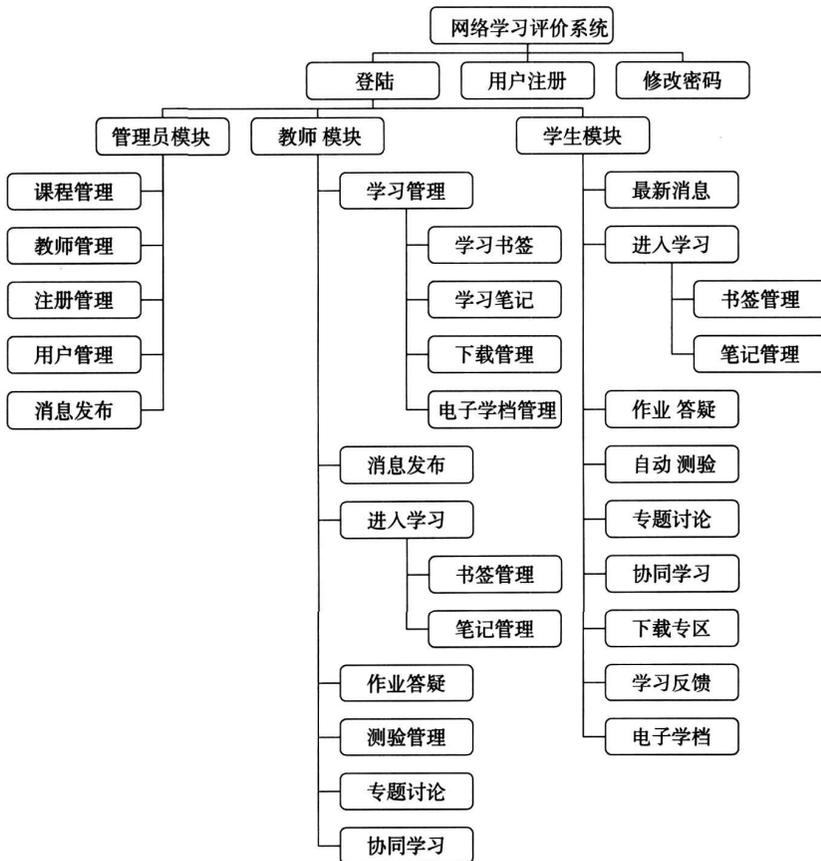


图 3. 系统功能结构图

## 6 测试实例与评价

本系统开发环境为 ASP.NET (C 语言), 数据库为 SQL Server 2005 机器基本配置为奔腾双核处理器 2.2GHz 内存为 2GB。

该测试主要测试学生在本学习系统中进行学习时, 其各种学习行为的反馈。

以两个用户为例, 分别为 tong 和 cc, 身份均为学生。

本系统中数据结构课程在 2009 年 3 月 1 日正式开学, 18 教学周, 学期总天数 126, 截止 5 月 30 日, 开学至今 90 天。在算法中, 会将各个数据换算为相当于一个学期的数据, 换算方法是除以开学至今天数乘上学期总天数。

### 1) tong 的学习行为如表 2

表 2 tong 学习行为情况表

登录次数	67	测试结果	90	别人浏览总数	240
学习总时间	70	学习进度	65	参加交流次数	9
作业次数	12	文章发表总数	28	查看报告次数	21
笔记数	11	回复文章总数	35	资源上传次数	11
测试数	9	浏览文章总数	180	资源下载次数	10

以上的各个数据, 均在评判集中处于优秀或良好之间。在系统的反馈中, 对 tong 的评价如表 3

表 3 tong 学习评价情况表

姓名	学习态度	学习效果	交流与协作	资源利用	总评价
tong	优秀	优秀	良好	良好	优秀

### 2) cc 的学习行为如表 4

表 4 cc 学习行为情况表

登录次数	22	测试结果	40	别人浏览总数	50
学习总时间	12	学习进度	25	参加交流次数	2
作业次数	9	文章发表总数	6	查看报告次数	5
笔记数	8	回复文章总数	7	资源上传次数	2
测试数	2	浏览文章总数	20	资源下载次数	3

以上的各个数据, 均在评判集中处于不及格或及格之间。在系统的反馈中, 对 cc 的评价如表 5

表 5 cc 学习评价情况表

姓名	学习态度	学习效果	交流与协作	资源利用	总评价
cc	及格	不及格	不及格	不及格	不及格

以上两组数据中, 大致包括了学习行为在各种数据区间的情况, 从评判结果来看, 数据与评判结果是吻合的, 该评判结果强调了学生在学习过程中的各种行为, 而不仅是测试结果, 即重视形成性评价, 达到预期的目标。

实际上, 对以上两个实例的各种数据, 如采用人工的方式进行分析, 可以得出对学生的评价如下:

以 tong 为例, tong 开学 90 天以来, 登录 67 次, 共学

习了 70 小时, 测验 9 次, 平均达到了 90 分, 学习进度也合理, 所以其学习态度、学习效果都是优秀的; 其在论坛的活跃程度则不是太活跃, 发表文章 28 中上水平, 资源上传下载 10 次左右, 也不是太积极, 中上水平, 所以这两方面的评价应该是良好; 综合以上四方面, 给 tong 的打分可以是优秀。

以 cc 为例, cc 开学 90 天以来, 登录 22 次, 仅学习了 12 小时, 学习进度偏慢, 所以其学习态度只是中下水平, 属于及格; aa 测验 2 次, 平均为 40 分, 学习效果属于不及格; 其在论坛的活跃程度则很不活跃, 发表文章 7 篇, 属于下等水平, 资源上传下载 3 次以下, 下等水平, 所以这两方面的评价应该都是不及格; 综合以上四方面, 给 cc 的打分是不及格。

从人工方式进行的评价结果和系统得出的评价结果来看, 两者是相符的。说明该系统的评价结果是真实可靠的。

## 7 结论

本文作者通过对网络学习评价的内涵、原则、工具等作了深入的学习, 并在国家标准的指导下建立了网络学习评价指标体系, 采用电子学档和多极模糊数学理论的方法进行评价, 设计开发了该网络学习评价系统, 并通过测试肯定了评价的有效性和可行性。

## 参考文献

- [1] 吴琳. 教育专家研讨网络教育的评价标准 [S]. 2007.
- [2] 曹梅. 网络学习监控初探 [J]. 中国远程教育, 2002 (7): 47-49.
- [3] 刘革平. 基于数据挖掘的远程学习评价研究 [D]. 西南师范大学, 2005.
- [4] 梁国胜, 郭明宙. 现代远程教育中学习过程监控系统的设计探讨 [J]. 高等理科教育, 2007(3): 61-63.
- [5] 张海青. 网络自主学习监控策略设计研究 [D]. 南京师范大学, 2007.
- [6] 刘臣. 基于网络的课程学习评价方案设计与实践 [J]. 中国远程教育, 2006(10): 52-55.
- [7] 覃美珍. 网络环境下学生学习评价的研究 [D]. 广西大学, 2005.
- [8] 王佑镁. 网络学习环境中电子学档系统的设计与应用 [J]. 开放教育研究, 2004: 5.
- [9] 王佑镁. 反思、管理与评价: 网络学习环境中电子学档系统的设计与应用研究 [EB/OL]. <http://bbg.sina.com.cn/u/1223288120>
- [10] 李念. 基于网络学习行为分析的评价模型研究

- [D]. 华中师范大学, 2007.
- [11] 现代远程教育资源建设技术规范[S]. 教育部现代远程教育资源建设委员会, 4-5
- [12] 张阳. 基于模糊理论与层次分析法的网络教学学习评价研究[D]. 湖南大学, 2006
- [13] 孙来福, 王朋娇. 基于 Blog的 ePortfolio网络学习评价初探[J]. 现代远程教育, 2007(2): 58-60
- [14] 魏德生, 杨雪. 网络学习行为自动监控系统的设计与实现[J]. 教育信息化, 2006(1): 40-41.
- [15] 庄秀丽. 电子档案袋评价与网络互联学习[J]. 中国电化教育, 2005(7): 56-58
- [16] 席洁. 远程网络教育学习评价初探[J]. 宁波广播电视大学学报, 2006(2): 63-65

## Design and Realization of Online Learning Evaluation System Based on Fuzzy Theory

CHEN Ying<sup>1</sup>, YU Xiaohua<sup>2</sup>

(1. Zengcheng College of South China Normal University, Guangzhou 511363, China)

2. Department of Computer Engineering, Guangzhou Auto College South China University of Technology, Guangzhou 510800, China)

**Abstract** This thesis mainly on the internet study evaluation of fuzzy math theory and electronic file. Firstly, this system based on the advantages of electronic learning file, and make use of the possibility of recording the students' learning procedure by the technology which exists nowadays. Secondly, this system sets up the mode of internet learning evaluation, and make clear of the result and information got from the internet learning. This writer applies multi-level fuzzy theory to the analysis of the index digits so as to make comprehensive evaluation and guides to the learners' ideal level of internet education activities. Last but not least, this writer is going to design a study system basing on multi-level fuzzy theory and electronic learning file and give the evaluation.

**Keywords** internet study evaluation; internet learning activity; evaluation index system; electronic learning file; fuzzy theory; multi-level fuzzy judgment