

基于FAHP的网络课程评价系统的开发与应用

张秀琦¹, 唐吉洪², 程琳¹

(1. 渤海大学 课程与教学研究中心, 辽宁 锦州 121013;

2. 渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121013)

摘 要:网络课程评价是网络课程建设中的重要一环, 为了对网络课程进行科学有效地评价, 提高网络课程建设的效益, 建立了基于模糊综合评价法和改进的层次分析法的网络课程评价模型。基于该模型在VC平台上设计并开发了网络课程的计算机评价支持决策系统, 对系统的体系结构和关键技术进行了详细的说明。实例分析结果表明, 该评价系统能够对网络课程进行科学的评价, 并给出改进的合理、科学有效的建议, 该系统具有较高的可行性、实用性, 极大地提高了网络课程评价工作的效率。

关键词:网络课程; 模糊层次分析法; 评价

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)11-0193-04

Development and Application of Online Course Evaluation System Based on FAHP

ZHANG Xiu-qi¹, TANG Ji-hong², CHENG Lin¹

(1. Curriculum and Instruction Research Center, Bohai University, Jinzhou 121013, China;

2. College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Online course evaluation is an important link in online course construction. An evaluation model of online course is established based on fuzzy comprehensive evaluation and improved analytic hierarchy process in order to evaluate the online course scientifically and effectively and improve the construction benefit of the online course. A computer evaluation supports decision-making system for online course is designed and developed based on the model on VC platform. The system architecture and key technology are explained in detail. The instance result shows that the evaluation system can evaluate the online course scientifically and give the improved advice for the online course reasonably and scientifically, and this system has the high feasibility and practicality, it can improve the working efficiency of the online course evaluation greatly.

Key words: online course; fuzzy analytic hierarchy process (FAHP); evaluation

0 引言

网络课程是一种重要的数字化学习资源, 进行网络课程的评价, 既可以提高网络教学水平、促进有效学习, 又对网络教学软件的研发、选用和质量管理具有指导作用, 避免了网络课程的低水平建设和无效益建设。为此建立一套科学实用的、可操作性好的网络课程评价系统是一个十分迫切的任务。

评价系统开发的主要工作即是构建评价模型和建立评价指标体系。对于网络课程系统来说, 其评价指标大多具有“模糊”或“不确定性”, 模糊数学正是研究不确定性问题的有效处理方法; 指标还具有多层次、相关性, 多是定性指标、难以量化, 而层次分析法是用于将定量和定性因素相结合的有效决策方法, 故将模糊评判法和层次分析法相结合, 对网络课程评估系统进行设计与开发。

收稿日期: 2012-03-20; 修回日期: 2012-06-23

基金项目: 2010年度教育部人文社科研究青年基金项目(10YJCZH120); 2011年度渤海大学教改项目B类“信息管理与信息系统专业统计学立体化教学改革探讨与实践”; 2011年度渤海大学教改项目B类“基于‘JITT-工作单’的大学生实验探究能力评价体系的构建与实施”

作者简介: 张秀琦(1977-), 女, 吉林梅河口人, 硕士, 副教授, 研究方向为计算机应用技术。

1 网络课程评价模型的建立

1.1 确定评价指标体系及评价因素集

目前国内外还没有完全统一的网络课程评价标准, 2001年美国教学设计与适用专业委员会制定了《E-Learning Certification Standards (在线学习的认证标准)》, 2002年教育部信息化技术标准委员会制定了

《网络课程评价规范 (Chinese E-learning Technology Standards-22)》简称为 CELTS-22, 2007 年教育部制定了《网络教育精品课程评价指标体系》^[1]。以上各个评价标准在实际应用中研究者根据各自不同的需要都在使用。

本研究以《网络课程评价规范 CELTS-22》中的基本要素为标准, 运用层次分析法, 依据科学性、全面性、实用性、可操作性的原则建立了网络课程的评价指标体系^[2]。根据指标体系的递阶层次结构, 将因素集 U 分成 4 个子集, 进一步划分因素集 $U_{ik} \in U_i (k=1, 2, 3, \dots, n_i)$, n_i 为 U_i 中的元素个数, 即 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\} = \{\text{课程内容 } U_1, \text{教学设计 } U_2, \text{界面设计 } U_3, \text{技术 } U_4\} = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, \dots, U_{44}\}$ 。 $U_1 = \{\text{课程说明 } U_{11}, \text{内容目标的一致性 } U_{12}, \text{科学性 } U_{13}, \text{内容分块 } U_{14}, \text{内容编排 } U_{15}, \text{内容链接 } U_{16}, \text{资源扩展 } U_{17}\}$, $U_2 = \{\text{学习目标 } U_{21}, \text{目标层次 } U_{22}, \text{学习者控制 } U_{23}, \text{内容交互性 } U_{24}, \text{交流与协作 } U_{25}, \text{动机兴趣 } U_{26}, \text{知识引入 } U_{27}, \text{媒体选用 } U_{28}, \text{实例与演示 } U_{29}, \text{学习帮助 } U_{210}, \text{练习 } U_{211}, \text{练习反馈 } U_{212}, \text{追踪评价 } U_{213}, \text{结果评价 } U_{214}\}$, $U_3 = \{\text{风格统一 } U_{31}, \text{屏幕布局 } U_{32}, \text{易识别性 } U_{33}, \text{导航与定向 } U_{34}, \text{链接标识 } U_{35}, \text{电子标签 } U_{36}, \text{内容检索 } U_{37}, \text{操作响应 } U_{38}, \text{操作帮助 } U_{39}\}$, $U_4 = \{\text{运行环境说明 } U_{41}, \text{安装 } U_{42}, \text{可靠运行 } U_{43}, \text{卸载 } U_{44}, \text{多媒体技术 } U_{45}, \text{兼容性 } U_{46}\}$ 。

1.2 基于改进的层次分析法确定指标中各因素权重

比较常用的确定权重的方法有特尔菲法、专家会议法和层次分析法等。目前应用较多、认同度较高的是沙蒂 (Saaty) 提出的层次分析法 (AHP)^[3], 它计算方法简洁, 可有效改善定性评价主观因素所导致的误差, 得出合理的权重值。通过对权重值的分析亦可找到对被评价网络课程整体质量影响较大的指标。因此, 本研究采用层次分析法并加以改进确定评价指标权重^[4-7], 具体步骤如下:

(1) 构造因素集 U_i 的判断矩阵。判断矩阵中的每个元素 d_{ij} 用 1—9 标度法给出, 可综合多位专家对因素集 U_i 所确定的判断矩阵的值, 进行加权平均得到一个最终的判断矩阵 D 。

(2) 由判断矩阵 D 计算权重。即由等式 $DW = \lambda_{\max} W$ 计算其特征向量 W 和最大特征根 λ_{\max} , 这里 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 即是因素集 U_i 中的各个指标的权重。

(3) 检验判断矩阵的一致性。将一致性指标 CI 定义为:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

式中: n 为判断矩阵阶数, λ_{\max} 为最大特征根。CI = 0 时表示判断矩阵完全一致, CI 的值越大, 表示判断矩阵的一致性越差。通过一致性比率 $CR = CI/RI$ 来确

定判断矩阵的一致性, 其中 RI 的值可通过查 1—9 阶矩阵的平均随机一致性指标量表得到。如果 $CR < 0.1$, 则判断矩阵的一致性检验通过; 否则要对判断矩阵进行修改, 引入公式 (2) 和公式 (3) 对判断矩阵进行修改, 若判断矩阵不满足一致性则在原判断矩阵的基础上做以下变换以使判断矩阵具有满意的一致性:

$$d^{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\lg d_{ij} - \lg d_{jk}) \quad (2)$$

$$d^{ij} = 10^{d^{ij}} \quad (3)$$

再由矩阵 $D^* = (d^{ij})_{n \times n}$ 按步骤 (2) 求权重。

1.3 进行模糊综合评判

模糊综合评判法是由美国控制论专家扎德 (L. A. Zadeh) 提出的一种科学评价方法, 该方法利用模糊隶属度理论把定性指标合理的定量化, 很好地解决了现有的评估方法中存在的评估指标单一、评估过程不合理的问题, 是用来对具有多个相互干扰的因素构成的复杂系统进行评估的有效方法。

具体步骤如下^[8-11]:

(1) 第一级模糊综合评判。

设 w_{ij} 为 U_{ik} 中各因素即指标的权重, 则 U_i 中各因素的权重表示为 $w_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in_i})$, 其中 n_i 为 U_i 因素集所含元素个数, 且满足 $w_{i1} + w_{i2} + \dots + w_{in_i} = 1$, 权重的确定由层次分析法得到。

设评判集 $V = \{\text{优, 良, 中, 差}\}$, 根据评判集 V 的等级划分, 对每个因素 U_{ik} 确定其隶属度 $r_{ik,j}$, 这里采用评价者打分法确定各因素的隶属度。假设 p 名专家中有 q 名对因素 U_{ik} 的评价为评判集中的某一相同的评语例如“优”, 则 U_{ik} 的隶属度记为: $r_{ik,j} = q/p$ 。综合各个因素的隶属度 $r_{ik,j}$ 得到一级模糊综合评判矩阵, 记为 R_i , 如下所示:

$$R_i = \begin{pmatrix} r_{i1} & r_{i2} & r_{i3} & r_{i4} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & r_{n4} \end{pmatrix}$$

则第一级模糊综合评判向量记为: $B_i = w_i \circ R_i$, “ \circ ”为合成算子。

(2) 第二级模糊综合评判。

第二级模糊综合评判向量记为: $B = W \circ R = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, 则 b_i 表示参与评价的网络课程被评为 V_i 这一级别的隶属度, W 为因素集 U 中各因素的权重; $R = (B_1, B_2, \dots, B_n)^T = (b_{ij})_{n \times m}$ 为二级模糊综合评判矩阵。

(3) 确定合成算子。

常用的合成算子有取大取小型、相乘取大型、取小相加型、加权平均型。考虑到网络课程质量是所有评价因素指标的综合体现, 故采用加权平均型算子 (\oplus) 作为模型中的合成算子, 计算公式为:

$$b_j = \sum_{i=1}^n (w_i r_{ij}), (j = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

1.4 评价结论

依据最大隶属度原则,假设例如 $B = (0.77, 0.11, 0.08, 0.04)$ 为根据专家的打分得到的评判向量,则其中最大值 0.77 对应的评判集 V 中的评语“优”即为定性化的评价结论。

该定性化的评价结论亦可进行量化,可采用百分制等差打分规定评语 V_i 的分数值为 v_i ,例如量化评判集 $V = \{\text{优, 良, 中, 差}\} = \{95, 80, 65, 50\}$,则得到评价分值:

$$E = \sum_{i=1}^n b_i v_i / \sum_{i=1}^n b_i \quad (5)$$

通过对网络课程的评价问题进行多层次考虑,选定参与模糊综合评价的有专家、教师和学生,由专家、教师和学生分别对网络课程打分并由上述模糊综合评判法得到评价分值分别为: E_1, E_2, E_3 ,对专家、教师和学生的评价根据实际情况确定权重分别为 0.5、0.3 和 0.2。最后得到综合评价分值:

$$S = 0.5 \times E_1 + 0.3 \times E_2 + 0.2 \times E_3 \quad (6)$$

2 系统体系结构的设计

根据以上的网络课程评价模型,设计了系统的体系结构,将系统划分为三层:用户界面层、功能模块层、数据层^[12]。

2.1 用户界面层

用户界面层是用户和系统交互的界面,本评价系统的用户分为专家、教师、学生和系统管理员,分别具有不同的权限。其中系统管理员可对所有模块进行操作,专家和教师除用户管理模块外都能进行操作,学生可对模糊评价模块、评价结果查询模块和系统帮助模块进行操作。

2.2 功能模块层

功能模块层包括用户管理模块、指标管理模块、指标权重计算模块、模糊评价模块、评价结果查询模块、系统帮助模块。

各模块具体功能如下:用户管理模块对专家、教师、学生和系统管理员四类用户的信息进行管理,包括用户注册、登陆和权限分配等。指标管理模块对网络课程的评价指标进行管理,包括指标的增加、删除、修改、查询等操作。指标权重计算模块应用层次分析法计算出各级指标的权重。模糊评价模块是本系统的核心模块,应用模糊综合评判法进行两级综合评判,得出某门网络课程的评价等级。评价结果查询模块可以查询网络课程的评价结果,并根据模糊综合评判的数据给出对被评价的网络课程有哪些指标需要进行改进的

建议。系统帮助模块提供本系统使用的帮助信息。

2.3 数据层

数据层即系统的数据库,包括用户数据库、指标数据库、网络课程数据库。

用户数据库包含各类注册用户和管理员的基本信息和用户权限等级。指标数据库存储网络课程评价指标及其权重等信息,由于指标是通过层次分析法建立的递阶层次结构,因此设计指标库时要体现出其层次性。网络课程数据库用来存储待评价的网络课程的基本信息,如课程名称、编号、课程网址等。评价数据库用来存放模糊评价中的因素集、权重集和评语集。评价记录库存放各类用户的评价表、管理员抽取数据后实时的评价结果表及评价系统对某门网络课程提出的改进性建议。

3 系统实现的关键技术

本系统基于 Visual C++6.0 平台设计,后台采用 SQL Server 2000 数据库,下面以四种评价算子中应用较广、综合性较好的加权平均算子为例来介绍系统的核心模块—模糊评价模块中的关键技术。模糊综合评价算法流程图如图 1 所示:

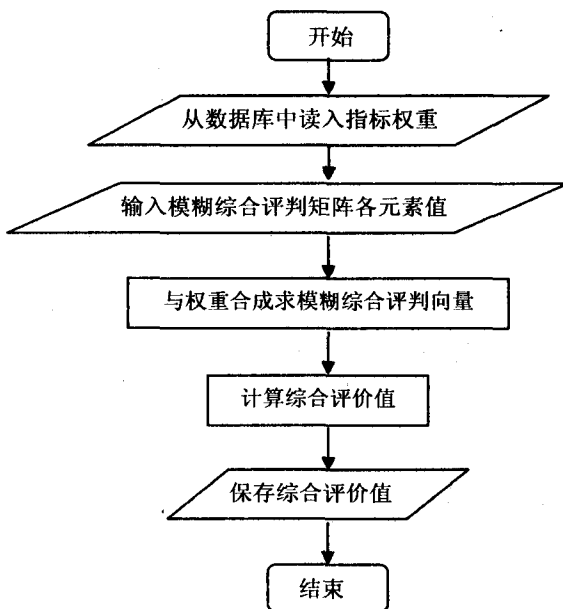


图 1 模糊综合评价算法流程图

模糊综合评判模块程序代码如下:

```

void CFuzzyDlg::OnCalculate()
{
    //模糊综合评价模块
    UINT i,j;
    //评价等级为 4 级
    double s[4] = {95,80,65,50};
    CString strInput, str;
    if (m_uDimension == 0) return;
  
```

```

//得到模糊综合评价矩阵值
for(i=0;i<m_uDimension;i++){
    for(j=0;j<4;j++){
        m_EditCtrl[4*i+j]->GetWindowText(strInput);
        m_fInput[4*i+j]=(float)atof((LPCTSTR)strInput);
        m_pEditRatio[i]->GetWindowText(str);
        m_fRatio[i]=(float)atof(str);
    }
}
//计算矩阵
for(i=0;i<4;i++){
    m_fVector[i]=0;
    for(j=0;j<m_uDimension;j++){
        m_fVector[i]=m_fVector[i]+m_fRatio[j]*m_fInput[4*j+
i];
    }
}
//显示结果
for(i=0;i<4;i++){
    m_fResult=(float)(m_fResult+m_fVector[i]*s[i]);
    CEdit * p = ( CEdit * ) GetDlgItem ( IDC_EDIT_FUZZYRE-
SULT);
    str.Format("% .4f",m_fResult);
    p->SetWindowText(str);
}

```

4 应用实例分析

应用本网络课程评价系统,对渤海大学信息管理与信息系统专业《统计学》网络课程进行试评价,评价过程如下:

由上述指标体系经专家咨询确定综合判断矩阵,由判断矩阵计算特征向量 W ,得出各指标因素的权重如下所示:

$$\begin{aligned}
 w_1 &= (0.11, 0.14, 0.25, 0.21, 0.22, 0.04, 0.03) \\
 w_2 &= (0.08, 0.07, 0.05, 0.04, 0.08, 0.09, 0.06, 0.03, 0.12, 0.11, 0.07, 0.07, 0.07, 0.06) \\
 w_3 &= (0.11, 0.15, 0.05, 0.33, 0.14, 0.05, 0.05, 0.03, 0.09) \\
 w_4 &= (0.05, 0.08, 0.18, 0.08, 0.45, 0.16) \\
 w &= (0.26, 0.48, 0.15, 0.11)
 \end{aligned}$$

以教师打分为例对《统计学》网络课程的课程内容、教学设计、界面设计、技术四个指标进行评价,得到模糊评判矩阵分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 ,其中 R_1 给出如下,其他省略。

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.9 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.8 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.9 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.9 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \end{pmatrix}$$

进行一级综合评判:

$$B_1 = w_1 \circ R_1 = (0.858, 0.132, 0.010, 0.000)$$

$$B_2 = w_2 \circ R_2 = (0.823, 0.126, 0.035, 0.016)$$

$$B_3 = w_3 \circ R_3 = (0.848, 0.121, 0.031, 0.000)$$

$$B_4 = w_4 \circ R_4 = (0.849, 0.104, 0.047, 0.000)$$

进行二级综合评判:

$$B = w \circ R = w \circ (B_1, B_2, B_3, B_4)^T = (0.83871, 0.12439, 0.02922, 0.00768)$$

计算得到量化分值为 91.9。专家和学生对其评价过程省略,得到的量化分值为 91.6 和 93.8。计算得到综合评分值为 92.13。同时,计算机评估系统根据评判矩阵和指标权重给出对网络课程的改进建议。例如,在指标因素集合 U_1 中有三个指标需要改进:科学性、内容链接和资源扩展。

5 结束语

文中将改进的层次分析法与模糊综合评判法相结合,建立了网络课程的评价模型,在评判过程中综合考虑了各个评价指标因素,将定性与定量评价相结合,评价指标的权重确定更加合理,使评价方法在综合性、合理性、科学性等方面得到了改进;通过对各评价指标权重大小及模糊评判矩阵各元素值的分析,可对被评价网络课程存在的缺点和不足给出改进的建议,评估模型实用性强、可靠性高。将该评价模型用计算机程序实现,使网络课程评价工作更加规范和科学。

参考文献:

- [1] 董 艳,黄荣怀,李晓明,等.《网络课程课件质量认证标准》的研制与修订[J].电化教育研究,2003,6(6):65-70.
- [2] 王 燕.基于模糊综合评判的网络课程评价系统的研究[D].长春:东北师范大学,2007.
- [3] 赵焕臣,许树柏,和金生.层次分析法——一种简易的新决策方法[M].北京:科学出版社,1986.
- [4] Tian L Q, Lin C, Ji T G. Kind of quantitative evaluation of user behavior trust using AHP[J]. Journal of Computational Information Systems, 2007, 3(4): 1329-1334.
- [5] 刘 晓,张 宇.基于熵权和层次分析法的宿舍综合评价[J].科学技术与工程,2011,11(2):304-307.
- [6] 曹黎侠,冯孝周.新的改进 AHP 算法研究及应用[J].计算机技术与发展,2010,20(12):115-117.
- [7] 李玲娟,豆 坤.层次分析法中判断矩阵的一致性研究[J].计算机技术与发展,2009,19(10):24-26.
- [8] 李鸿吉.模糊数学基础及实用算法[M].北京:科学出版社,2005.
- [9] 徐绪堪,邓建高,杜 栋.基于模糊理论的实践教学软件质量评估模型的设计[J].实验技术与管理,2006,23(5):103-106.

(下转第 200 页)

数据传给 PC 机。

系统的软件流程图如图 3 所示。

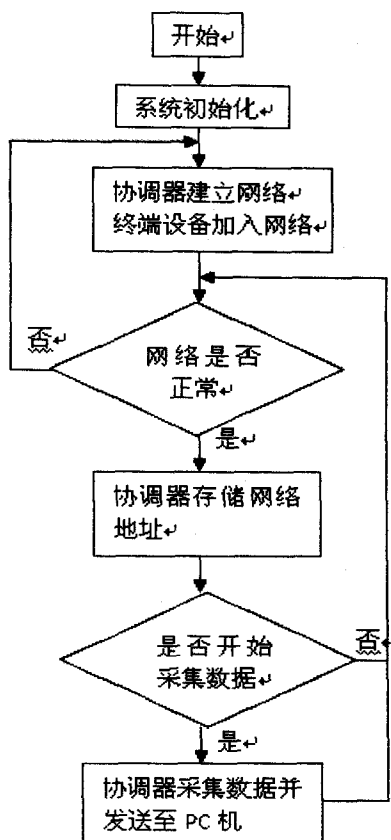


图 3 系统软件流程图

5 LED 灯电压数据采集实验

采用上述系统的软硬件设计方案,在实验中建立了一个电压采集网络,该网络由一个 ZigBee 协调器节点和两个终端设备节点组成,核心器件均采用 CC2530 芯片。实验结果显示的数据 4 个为一组,第一个是固定的为 0xFF,第二个是 LED 灯的编号,如编号为 2 的灯表示为 02,第三个是 LED 灯的亮度(实际为采集的电压值),第四个是第二个和第三个按位异或的校验位,由实验结果可知该系统能实时采集到 LED 灯的电压数据信息。

6 结束语

文中提出了一种基于 CC2530 的 ZigBee 数据采集系统设计方案,由 LED 灯电压数据采集实验结果可知该设计方案可行,但系统总体设计结构的实现功能还比较单一,以后可在该系统上添加其他的传感器以实现更多的功能,还可采用网状拓扑结构来扩大系统的应用和覆盖范围。随着 ZigBee 技术的不断发展和成熟,它的优良特性将会得到越来越广泛的应用。

参考文献:

- [1] 袁 琼. 一种新型网络技术-无线传感网络技术[J]. 福建电脑, 2006(8): 27-28.
- [2] 张 捷. 无线传感器网络[J]. 中国数据通信, 2005(6): 115-117.
- [3] Wheeler A. Commercial applications of wireless sensor networks using ZigBee[J]. IEEE Communications Magazine, 2007, 45(4): 70-77.
- [4] Chen Bo, Wu Mingguang, Yao Shuai, et al. ZigBee Technology and Its Application on Wireless Meter-reading System[C]// 2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics. [s. l.]: [s. n.], 2006: 1257-1260.
- [5] 陈 文, 朱 勇. 基于 ZigBee 的无线监控系统研究[J]. 科技致富向导, 2011, 9(14): 14-15.
- [6] 李文仲, 段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实战[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [7] ZigBee Alliance. ZigBee Specification[S]. 053474r13, 2006.
- [8] 齐 楠, 韩 波, 李 平. 基于 ZigBee 的智能家庭无线传感器网络[J]. 机电工程, 2007, 24(3): 20-22.
- [9] 虞志飞, 邹家伟. ZigBee 技术及其安全性研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(8): 144-145.
- [10] 潘 伟, 黄 东. 基于 ZigBee 技术的无线传感网络研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9): 244-245.
- [11] 万志平, 金永敏, 杨亦红. 基于 ZigBee 的无线数据采集系统的设计[J]. 信息技术, 2009, 33(9): 22-23.
- [12] 张瑛瑛, 朱双东. 基于 ZigBee 的数据采集系统[J]. 宁波大学学报(理工版), 2009, 22(3): 314-315.
- [13] 成 锐, 李 静, 雷 鸣, 等. 基于 ZigBee 的无线传感器网络设计方案[J]. 电子元器件应用, 2007, 9(12): 55-56.

(上接第 196 页)

- [10] Lalla M, Facchinetti G, Astroleo G. Ordinal scales and fuzzy set systems to measure agreement: an application to the evaluation of teaching activity[J]. Quality & Quantity, 2004, 38(5): 577-601.
- [11] Kwong C K, Bai H. A fuzzy AHP approach to the determina-

tion of importance weights of customer requirements in quality function deployment[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2002, 13(5): 367-377.

- [12] 胡水星. 基于模糊理论的网络课程评价系统设计与实现[J]. 电化教育研究, 2006, 8(6): 52-58.