

在线学习

# 在线教学模式下的学生学习效果评价研究 ——以“信号与系统”在线课程为例

李普聪, 卢灵青, 蒋娜

(江西财经大学软件与物联网工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:** 在线教学模式下, 师生处于分离状态, 了解学生有效学习情况, 对学生的在线学习效果进行科学评价尤为重要。通过采集学生学习行为数据, 从学习态度、学习过程、学习成效和学生情感体验四个维度设计评价指标, 然后采用随机森林算法分析学生数据, 构建在线学习效果评价体系。结果表明, 实验得到的20个指标可以有效区分不同学习效果的学生群体, 可用于综合评价学生的学习效果, 且特征排序结果提供了有价值的信息, 有助于教师针对性地干预学生学习, 提升学生的在线学习效果。最后, 针对在线教育平台及在线教学改革提出了若干建议。

**关键词:** 学习效果评价; 在线学习; 指标体系; 随机森林

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** A

**文章编号:** 2095-5987(2021)05-0054-07 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



教育信息化2.0时代, 基于“互联网+”的在线教学模式, 注重跟踪监测教学评估过程, 准确评估学习效果, 将结果导向的单一评价变为综合性、多维度评价<sup>[1]</sup>。疫情期间在线学习迅猛发展, 学习者的学习效果备受关注。然而现阶段, 我国在线学习如MOOC课程学习评价一般是由教师根据平时成绩和期末成绩给出学生最终的成绩, 这种评价方式存在一定的片面性<sup>[2]</sup>。换句话说, 尽管在线学习平台可以全面记录学生学习的大数据, 但多数教师在最后给出最终成绩或评价学生学习效果时, 仍然依据主观教学经验去设计成绩比重和判断学生学习效果好坏, 没有很好地利用学生网络学习行为数据进行多维度评价, 容易造成“重结果轻过程”的后果, 使得评价结果不够准确, 不利于实现个性化教学。因此, 基于在线学习平台上记录的大量学生学习数据, 如何通过数据

分析挖掘出对学生学习效果有影响的数据, 构建更加全面的指标体系来评价学生在线学习效果具有重要的现实意义。

## 一、相关文献述评

在传统教学评价中, 评价学生学习效果的主要方式就是考试成绩, 但学生的知识构建、活动、自律、合作等学习行为会影响学习效果<sup>[3]</sup>。在线学习中, 相关研究如田阳等人<sup>[4]</sup>认为在线学习的形成性评价最为重要, 主要是考察课程学习、作业完成情况、学生参与活动、学习者满意度以及反馈等方面, 但该研究没有进行总结性评价。沈欣忆等人<sup>[2]</sup>将学习者在MOOCAP(中国慕课大学先修课程)平台的在线学习行为数据和学习效果建立起联系, 分为学习偏好和学习成绩两个层级建立在线学习效果评价模型。可见, 不论是传统学

收稿日期: 2021-05-07

基金项目: 江西省教育科学规划“十三五”规划课题“移动互联网环境下大学生移动学习用户采纳与效果评价研究”(19YD050)。

作者简介: 李普聪(1978—), 男, 江西宁都人, 江西财经大学软件与物联网工程学院副教授, 博士, 硕士研究生导师, 研究方向: 移动学习、教育统计与人工智能;

卢灵青(1996—), 女, 福建福州人, 江西财经大学硕士, 研究方向: 移动学习、教育数据与学习分析;

蒋娜(1977—), 女, 江西九江人, 江西财经大学软件与物联网工程学院讲师, 研究方向: SPOC教学、移动学习、无线通信研究。

习还是在线学习,学习行为都是评价一个学生学习效果好坏的关键因素,而不只有成绩。此外,胡小勇等人<sup>[5]</sup>基于比格斯3P学习分析框架指出,学习者的学习体验满意度、知识与技能发展方面的学习成就感能有效地反映在线学习效果,可见在线学习中学生的情感变化会影响学习效果,但现有的在线学习效果评价很少将学生的情感体验纳入到评价体系中。

为了探索学生在线学习效果并科学评价,本研究尝试通过挖掘高校在线课程中学生的学习行为数据,依据深度学习理论要求,从知识掌握、能力(或技能)、情感态度、思维习惯等方面对学生学习予以价值判断,探究影响学生在线学习效果的指标及其重要性排序,实证检验所构建的在线学习效果评价体系的合理性,从而为教师和学生提供更好的学习服务。

## 二、研究设计

### (一)评价对象的确定

本研究选择江西财经大学2018级物联网工程专业的“信号与系统”在线课程为例,以参与该课程的111名学生作为研究对象,评价他们在线学习效果。该课程先前主要以SPOC形式教学,但受2020年疫情影响而采用在线教学方式,学生主要通过超星平台和学习通进行半自由式的在线学习。

“信号与系统”课程基于深度学习理论进行教学设计,深度学习要求学生满足在知识掌握、能力培养及情感体验三方面的需求<sup>[6]</sup>,学生参与课程的学习活动分为“探究”“体验/表达”“交流”三个阶段:(1)探究:学生围绕教学问题及学习任务,自主观看视频、课件等资料,线上自主学习后完成预习自测题;(2)体验与表达:线上上课时间内,学习活动主要为学习通上主题讨论、随堂练习以及重要知识点解析和探究,使学生深入理解知识点,提高解题技能,启发创新性思维,线上观察学生之间的合作互助与解决问题能力;(3)交流:参与平台的话题讨论,讨论区答疑,拓展学生思维,将所学知识解决实际问题,达到知识的运用能力与迁移能力,同时要在截止时间内提交课后作业和完成单元测验。此外,根据学校要求,学生需参加线下期末考试,完成该课程的全部学习。因此,在进行

学习效果评价过程中需要充分关注学生参与上述学习活动产生的学习行为数据。

### (二)评价体系的设计

现有的学习效果评价体系主要依赖于经典的教育学相关理论,厄威尔<sup>[7]</sup>在布鲁姆提出的认知、情感和动作技能三大领域的基础上,将学生的学习效果分为知识、技能、态度与价值观、行为四个层次。韦文荣<sup>[8]</sup>等人以经典的柯式四层次(反应层、学习层、行为层和结果层)评价模型为基础,针对移动学习的特点对评价模型进行修正和延伸,构建出移动学习效果评价体系,但未对体系权重划分进行具体分析。郑勤华<sup>[9]</sup>等人在加涅的目标分类基础上,结合在线学习者的特点构建了投入度、完成度、主动性、调控度和联通度五个维度的学生综合评价模型,且每个维度下的最终指标都是具体的,可以观察、描述和测量的。基于已有的学习效果评价模型,本研究结合课程学习目标,依据布鲁姆的教学目标分类理论,将学生的在线学习效果评价采用过程性、多元化评价,从学习态度、学习过程、学习成效以及学生情感体验四个维度进行评价,并将其作为评价体系的一级指标。由于本研究是选取超星平台上参与“信号与系统”在线课程的学生作为研究对象来评价学习效果,因此还需要深入分析该课程的学习目标及平台发布的学生学习活动。

学习态度主要观测学生的学习积极性,可将其进一步划分为学习时间投入度、话题参与度和课堂互动合作度三个二级指标。在学习过程这一级指标中,主要是关注学生的显性过程性行为,可划分的三级指标包含学生的出勤情况、任务点完成情况、章节学习情况、预习自测情况。学习成效层面是关注学生的知识掌握情况,可以划分为阶段性成效和终期性成效两个二级指标。学生情感体验则重视学生学习的整体情感方面的体验,属于学生的隐性数据,可以从学生参与认可度、课程资源认可度和能力培养认可度三方面进行观察。由此得来,初步形成了评价体系的二级指标。

学生加入课程后,学生的学习行为数据分布在网络教学平台各个功能区上,如超星平台中,任务区的查看进行中的任务和已结束的任务(包含签到、主题讨论、随堂练习等各种任务);资料区的查看课件与下载课件、解题指导等;讨论区的查

看、参与和发起话题等;另外还包含作业和考试等功能区。在了解学生主要的学习行为后,可将这些行为数据作为各二级指标的观测指标,但由于平台未直接采集到学生情感体验层面的数据,故根据学生的学习体验,结合课程目标和学习活动来细化二级指标的观测点,其中学生参与认可度细化为学生的学习专注力、学生的参与意愿;课程

资源认可度主要从课程满意度和教师能力满意度来观测;能力培养认可度的观测点主要是问题解决能力和沟通协作能力。

本研究结合初步形成的一级指标和二级指标,设计了 24 个三级指标,构成的初步学习效果评价指标模型(见图 1)。其中,提交率 = 提交次数/总数量。

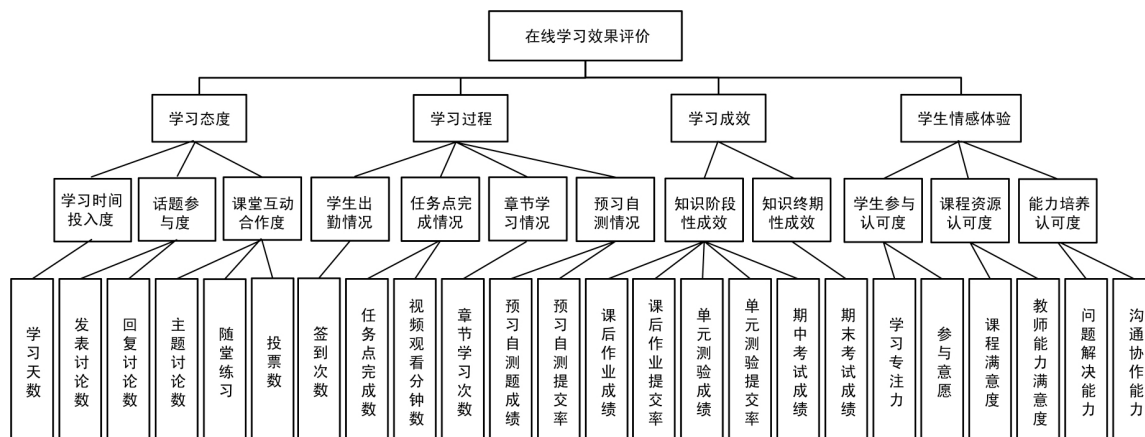


图 1 在线学习效果评价指标模型图

### 三、实证分析

#### (一)数据来源

本研究共收集了三类数据:第一类为在线学习行为数据,学生登录超星平台后,由平台自动记录学生的在线学习行为数据。依据评价指标模型,对超星平台上大量学习数据筛选得到初始数据集,再做数据处理后,最终得到学习天数、章节学习次数、单元测验成绩等 17 个线上学习活动数据集,其中,由教师打分评定成绩的学习活动均要求学生在规定时间内提交,未提交者成绩为 0 分。第二类数据是学生参与线下期末考试的成绩数据。课程结束前的最后一个环节是学生返校参加线下期末考试,111 名学生中共有 107 名学生参加,另有 4 位学生因疫情影响未返校,参加后期补考且成绩有效。第三类数据来自学生情感体验方面的问卷调查数据。课程结束后针对 111 名学生的情感体验情况开展问卷调查,分别从学生参与认可度、课程资源认可度和能力培养认可度三个方面进行编制十个项目的问卷来收集三级指标的数据。本研究对参与在线学习的 111 名学生发放问卷,有效回收 111 份,回收有效率 100%,问卷各题项均采用 Likert 5 级量表计分,再通过 SPSS 25.0 验证了

问卷的信度和效度分析,信度系数值为 0.963, KMO 值为 0.918,说明该问卷数据有效。

#### (二)研究过程

1. 方法选择。在学习效果评价体系中,目前指标权重确定的常用方法有层次分析法、熵值法、数据包络分析法、模糊综合评价法和主成分分析法等,每种方法都具有各自优势。当因变量为分类变量而自变量含有多个变量或变量较多的情况下,传统评价方法容易受到权重设置过于主观或数据内部线性关系复杂等方面的干扰。随机森林(Random Forest, RF)算法作为新型智能算法,它在教育数据挖掘领域中有广泛的运用,如用来预测学生学业表现<sup>[10]</sup>、对学生分类基准的重要性进行排序<sup>[7]</sup>。RF 算法适用于分类任务,在特征因子筛选方面优势显著,处理高维数据集能力强,且 RF 自带 OOB(Out-Of-Bag)袋外分数交叉验证,不需要另外划分验证集或者做交叉验证。此外,通过 RF 模型数据分析后的结果具有较强的可解释性,分类时可观察各个特征的重要度,因此本研究尝试选择该方法对学生在线学习效果进行评价。

2. 数据预处理。确定评价方法后,以 111 名学生的学习数据作为样本数据集,根据授课老师的领域知识和专家经验评价考核,将学生分为学

习效果“好”与学习效果“一般”两类群体,即 RF 模型使用的标签设置为学习效果“好”与“一般”两种分类。鉴于收集的三类数据指标之间都具有不同的量纲,即存在数据单位之间的不统一,因此在使用随机森林方法评价前,需要对数据做标准化处理,消除量纲差异造成的影响。

3. 权重确定及排序。数据预处理后,将 75% 的样本数据作为训练集,其余为测试集,实验主要流程为:通过自助法重采样技术,从训练集中有放回地重复随机抽取  $n$  个样本生成子训练集建立  $n$  棵决策树形成随机森林,它使用训练出来的分类器集合来对新样本进行分类,然后通过投票统计所有分类器的分类结果,将投票次数最多的类别指定为最终标签。构建随机森林的关键问题就是如何选择最优特征,要解决这个问题主要依据计算袋外错误率。实验得到袋外错误率  $oob\_score$  值为 0.81,说明特征选择有效,模型的泛化能力较好。最后研究根据输出所有的特征重要度,将其确定为评价体系的指标权重(见图 2)。

为了验证 RF 模型的适用性,可以通过测试集验证计算准确率  $accuracy$ 、精确率  $precision$ 、召回率  $recall$ 、 $F1$  - score 这些评估指标值来观察,其公式分别如下所示:  $accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$ ,  $precision = \frac{TP}{TP + FP}$ ,  $recall = \frac{TP}{TP + FN}$ 。其中,  $TP$ (True Positive) 表示将学习效果好的样本正确识别的数量,  $TN$ (True Negative) 表示将学习效果一般的样本正确识别的数量,  $FP$ (False Positive) 表示将学习效果一般样本误判为学习效果好的数量,  $FN$ (False Negative) 表示将学习效果好的样本误判为学习效果一般的数量。  $F1$  值为综合评价指标,是召回率和精确率的调和平均值,且一般认为  $F1$  值越大越好,其表达式为:  $F1 - score = \frac{2 \times recall \times precision}{recall + precision}$ 。计算得到的结果  $accuracy$  为 89.3%,其它值见表 1。

表 1 随机森林分类评估指标

分类	precision	recall	F1 - score
学习效果“好”	0.85	0.92	0.88
学习效果“一般”	0.93	0.88	0.90
平均值	0.89	0.90	0.89

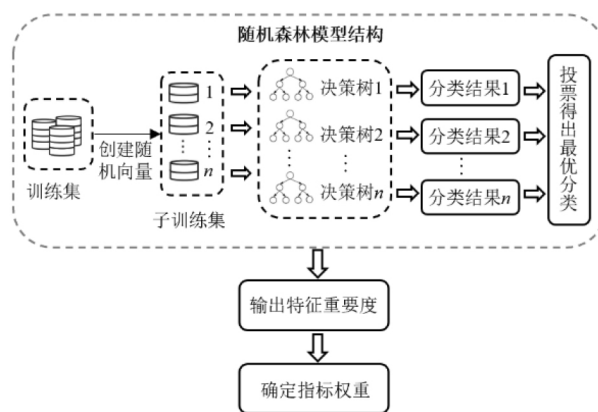


图 2 RF 模型评价流程图

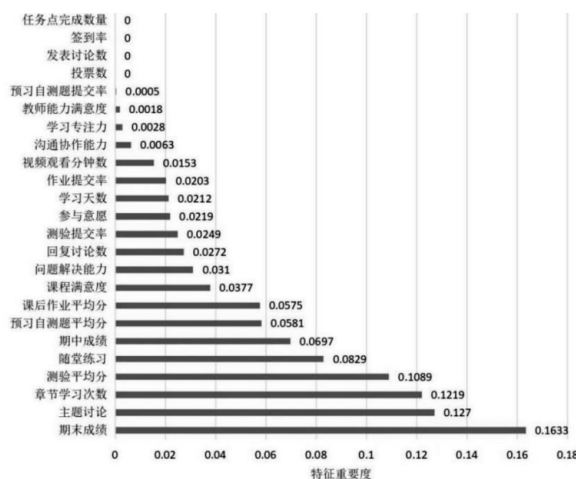


图 3 指标权重(特征重要度)及排序结果

各项评估指标值都较高,说明模型的学习分类效果良好,可以有效地区分学习效果好与学习效果一般的学生群体,因此本研究将 RF 得到的特征重要度作为指标权重,排序结果见图 3。由图 3 可知,特征重要度得分大于 0 的特征个数有 20 个,还有 4 个特征重要度得分为 0,分别为投票数、发表讨论数、签到率和任务点完成数量。可解释的原因有:分析原始数据发现,教师在超星平台上较少组织投票和发表讨论的活动环节,学生仅参与 1~2 次,因此特征不显著;签到率是由于教师要求每个学生必须签到,无明显差异,也可理解为本研究中有无签到并不是关键,可通过其他线上学习活动体现出,如师生和生生之间进行交互、收获知识等更有意义的活动;任务点完成数量可能是由于教师规定学生必须完成所有任务,因此存在学生通过各种方式都刷完了任务点,造成无

差异。

(三) 研究结果

根据上述实验,先剔除 4 个特征重要度为 0

的指标,对三级指标进行加权分别求得一级指标、二级指标的权重,最终确定以“信号与系统”在线课程为例的学习效果评价指标体系(见表 2)。

表 2 学习效果评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	排序
学习态度(0.2583)	学习时间投入度(0.0212)	学习天数(0.0212)	14
	话题参与度(0.0272)	讨论区回复数(0.0272)	11
	课堂互动合作度(0.2099)	主题讨论(0.1270)	2
		随堂练习(0.0829)	5
学习过程(0.1958)	任务点完成情况(0.0153)	视频观看分钟数(0.0153)	16
	章节学习情况(0.1219)	章节学习次数(0.1219)	3
	预习自测情况(0.0586)	预习自测题成绩(0.0581)	7
		预习自测提交率(0.0005)	20
学习成效(0.4446)	知识阶段性成效(0.2813)	课后作业成绩(0.0575)	8
		课后作业提交率(0.0203)	15
		单元测验成绩(0.1089)	4
		单元测验提交率(0.0249)	12
	知识终期性成效(0.1633)	期中成绩(0.0697)	6
学生情感体验(0.1015)	学生参与认可度(0.0247)	期末成绩(0.1633)	1
		学习专注力(0.0028)	18
	课程资源认可度(0.0395)	参与意愿(0.0219)	13
		课程满意度(0.0377)	9
	能力培养认可度(0.0373)	教师能力满意度(0.0018)	19
		问题解决能力(0.0310)	10
		沟通协作能力(0.0063)	17

本研究结合学习效果评价体系,对学生知识掌握、能力、情感态度、思维习惯等方面的观测评价进行以下分析。由表 2 可知,学习效果评价的一级指标根据权重排序依次为学习成效、学习态度、学习过程和学生情感体验。学习成效在体系中占比最大,包含了阶段性成效中的课后作业成绩及提交率、单元测验成绩及提交率、期中成绩和终期性成效中的期末成绩,体现了学生的学习成绩是检验他们知识掌握情况的重要方式。值得注意的是,期末成绩权重为 0.1633,虽在三级指标中排序第一,但不再像传统评价那样占绝对比重,综合考虑其它指标在评价体系中的权重。

学习态度位列第二,包含了学习时间投入度、话题参与度和课堂互动合作度。已有研究指出,师生交互能影响网络学习的绩效,尤其对最终的学习成绩产生积极的影响<sup>[11]</sup>。本研究也发现在线学习中,三级指标中主题讨论和随堂练习排序

分别是第二和第五,说明这两个学习活动对学生学习效果有着重要的影响作用。学生积极参与某次课程内容的主题讨论和随堂练习,在师生互动中发表自己的想法和答案,这是非常有针对性且有意义的学习活动,有利于帮助启发学生思考与掌握知识点,因此它们在学习效果评价体系中排序都较靠前。

位列第三的学习过程这一指标,包含了任务点完成情况、章节学习情况和预习自测情况,再细观其下的三级指标可发现,与 Alberto Rivas 等人<sup>[12]</sup>的发现结果相似,他们采用人工神经网络技术发现影响 MOOC 平台上学生学习成绩的关键因素是学生访问可用资源的次数,本研究中学生的章节学习次数指标排序排在第三,因此章节学习次数是评价学生学习效果的重要指标,它体现了学生学习过程的主动性和对知识的渴望程度。此外将学生的自主学习能力外显为预习自测题成

绩来观测时,得到的权重在三级指标中排序第七,说明每个学生预习自测的成绩是可以用来衡量相对学习效果的差距的。

研究还发现学生的情感体验权重为0.1015,说明学生通过在线学习,能够获得相对应的情感体验,对学习效果有影响。由于这一指标项是通过问卷调查数据分析后的结果,所以进一步对个别学生深入访谈得知,在线课程学习中,学生们通常会根据教师发布的每一章节学习任务来完成学习,对学习目标和期望有着较为清晰的认知,对教师提供的课程资源和在线答疑感到满意,同时培养了学生问题解决能力、沟通协作能力等。因此,学生情感体验应作为学生学习效果评价的指标之一,不可忽略。

#### 四、结论与建议

##### (一) 结论

在线学习中,学习效果评价要以学生发展为中心,观测学生的在线学习行为,进行综合性、多维度评价。由于目前大多数在线教育平台都可以采集学生大量的学习行为数据,如何运用科学的评价方法实现更加全面、准确地对学生学习效果进行评价,一直以来都是研究重点,本研究为其研究提供了重要的参考价值。

本研究将评价贯穿于整个学习过程和学习结果,以形成性评价和总结性评价结合的多元化评价形式和包括平时作业、单元测验、主题讨论、话题参与、期中考试、期末线下笔试等结合的多元化评价内容来评价,从学习态度、学习过程、学习成效和学生情感体验四个维度展开实证研究,采用随机森林模型对学习效果好与学习效果一般的学生群体有效分类,并且根据模型输出的特征重要度来确定指标权重,通过实验剔除了特征不显著的投票数、发表讨论数、签到率和任务点完成数量四个指标,留下有意义的指标,构建了以“信号与系统”在线课程为例的学习效果评价体系,该评价体系包含的20个指标能够综合评价学生学习效果,增强评价结果的全面性和科学性,同时帮助教师对学生在线学习时进行有效干预。

从部分具有丰富在线教学经验的高校教师的角度来看,评价体系不该加入视频学习时长、学习

天数、学生情感体验等,虽然从本研究的指标体系中可以看出视频学习分钟数和学习天数这两个特征影响较小,排序靠后,但是学生情感体验中的部分指标排序在前,不可忽视,并且本研究的评价理念在于通过探究学生日常学习的具体行为,增加多维度的观测点进行综合评价,使得学习效果评价模型更加全面。因此,本研究认为,除了平台收集的数据和期末成绩,还应该包括学生整个学习过程中的情感体验问卷数据。研究给出的指标重要性排序旨在让教师更好地关注各个学习活动及重视这些指标的评价,避免对学习评价过于单一化。当然在实际的应用过程中,教师应该参照学习效果评价指标,结合具体情况,对各项指标的评价标准进行全面设计和调整,从而实现有效的学习分析。

##### (二) 建议

研究虽只是对一门课程的数据进行深入分析,但通过数据挖掘所构建的学习效果评价体系对在线教育平台建设、在线教学改革具有重要的指导意义。

首先,应进一步完善在线教育平台功能,充分收集学生的学习行为数据,强化对学生的监督与评价。本研究发现,学生学习行为数据对在线学习效果的评价具有重要作用。虽然目前各在线教学平台均采集了不少学生学习过程的数据,但仍有所欠缺。例如,本研究评价体系中的学生情感体验方面的指标,在线平台未对这方面数据进行监督和采集,它们属于微观表现的隐性的数据,平台可以设定新的评价功能区,通过课程阶段性学习后对学生进行简单的问卷调查(对自我的认知评价、课程满意度等)或将隐性数据外显为可观测的指标等方式收集。当在线教学平台能为教师提供这些更加丰富的学情数据时,可以为实现精准教学提供重要价值:一方面使教师更加准确地了解学生的学习情况,从而更加科学地评价学生;另一方面有利于教师及时调整教学安排,完善网络教学资源 and 有效干预学生的学习过程。

其次,随着在线学习者的学习需求越来越多样化,在线教学需要强化学习课程建设。正如本研究发现,课程设计的学习活动单元均是学生学习路径上的重要节点,会产生多种学习行为,而对

这些学习行为数据的分析是评价学生学习效果的关键。根据本研究中剔除的四个无效指标,本研究认为在线教学改革可以考虑从深度学习理论角度出发,加强多元化、有意义的线上学习活动设计来满足学生的学习需求,如问题探究、知识迁移、情感交流及反思、同伴交流和同伴互评等学习活动的安排,并注意保持这些活动的有效周期,进行过程性评价。对学生而言,这些多样化活动可以提高学生探究问题的主动性和积极性,加强学生学习迁移能力,深化学生的情感体验,培养学生的核心素养。除此之外,还可以有效解决教师在实际教学中观测的学生行为数据不足而导致评价结果不够准确的问题,实现对学生进行多维度综合评价。

#### 参考文献:

- [1] 雷朝滋. 教育信息化:从1.0走向2.0——新时代我国教育信息化发展的走向与思路[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2018,36(1):98-103,164.
- [2] 沈欣忆,吴健伟,张艳霞,等. MOOCAP学习者在在线学习行为和学习效果评价模型研究[J]. 中国远程教育,2019(7):38-46,93.
- [3] 赵炬明,高筱卉. 关注学习效果:建设全校统一的教学质量保障体系——美国“以学生为中心”的本科教学改革研究之五[J]. 高等工程教育研究,2019(3):5-20.
- [4] 田阳,冯锐,韩庆年. 在线学习社交行为对学习效果影响的

- 实证研究[J]. 电化教育研究,2017,38(3):48-54.
- [5] 胡小勇,徐欢云,陈泽璇. 学习者信息素养、在线学习投入及学习绩效关系的实证研究[J]. 中国电化教育,2020(3):77-84.
  - [6] 黄志芳,周瑞婕,赵呈领,等. 面向深度学习的混合式学习模式设计及实证研究[J]. 中国电化教育,2019(11):120-128.
  - [7] 魏署光,杜鑫,陈敏. 研究型大学本科就读经验及学习效果差异的类型学分析——以H大学为例[J]. 中国高教研究,2020(1):49-56.
  - [8] 韦文荣,黄振宣. 基于移动学习的思政课学习效果评价体系[J]. 教育与职业,2016(24):101-103.
  - [9] 郑勤华,陈耀华,孙洪涛,等. 基于学习分析的在线学习测评建模与应用——学习者综合评价参考模型研究[J]. 电化教育研究,2016,37(9):33-40.
  - [10] Beaulac C, Rosenthal J S. Predicting university Students' academic success and major using random forests[J]. Research in Higher Education,2019,60(7):1048-1064.
  - [11] 刘智,杨重阳,彭颀,等. SPOC论坛互动中学习者情绪特征及其与学习效果的关系研究[J]. 中国电化教育,2018(4):102-110.
  - [12] Rivas A, González-Briones A, Hernández G, et al. Artificial neural network analysis of the academic performance of students in virtual learning environments[J]. Neurocomputing, Available online 8 May 2020, DOI: 10.1016/j.neucom.2020.02.125.

(责任编辑 黄孝山)

## Study on the Evaluation of Students' Learning Effect in Online Teaching Mode ——Take the Online Course “Signals and Systems” as an Example

Li Pucong, Lu Lingqing, Jiang Na

**Abstract:** In the online teaching mode, teachers and students are in a state of separation. It is especially important to understand the effective learning situation of students and scientifically evaluate students' online learning effects. By collecting student learning behavior data and design evaluation indicators from the four dimensions of learning attitude, learning process, learning effectiveness, and student emotional experience. Then use random forest algorithm to analyze student data to construct online learning effect evaluation system. The results show that the 20 indicators obtained in the experiment can effectively distinguish student groups with different learning effects, and can be used to comprehensively evaluate the learning effects of students, and the feature ranking results provide valuable information, which helps teachers to intervene in student learning in a targeted manner and improve students' online learning effects. Finally, relevant suggestions are put forward for online education platforms and online teaching reforms.

**Keywords:** learning effect evaluation; online learning; index system; Random Forest