

后疫情时期线上授课满意度分析——基于XGBoost方法

谭新宇 芮奇娴

东北大学 辽宁沈阳 110000

摘要: 针对后疫情时期线上教学存在的问题, 针对性设计问卷对学生学习状况进行研究。本文对调查问卷收集的有效数据进行统计分析, 将大学生在线学习特征进行相关性分析。利用XGBoost进行教学特征重要性排序和筛选, 结合热力图提出一种新的教学关联分析思路。通过分析发现在线教学资源存在结构性失衡, 理论教学与实践教学发展差异大的问题, 针对性的提出问题解决方

关键词: 线上教学; 相关性分析; 特征重要性; 关联分析; XGBoost

Analysis of Online Teaching Satisfaction Based on XGBoost Method

Xinyu Tan, Qixian Rui

Northeastern University, Shenyang, Liaoning 110000

Abstract: In view of the problems existing in online teaching during the post-epidemic period, a questionnaire was designed to study the learning status of students. This paper makes a statistical analysis of the valid data collected by the questionnaire, and makes a correlation analysis of the online learning characteristics of college students. This paper uses XGBoost to sort and screen the importance of teaching features, and puts forward a new idea of teaching association analysis combined with heat map. Through the analysis, it is found that there is structural imbalance in online teaching resources, and there is a big difference between theoretical teaching and practical teaching.

Keywords: Online teaching; Questionnaire; Comparative analysis; Correlation analysis; XGBoost

1 引言与文献综述

1.1 引言

2022年, 疫情再度袭来。在线教学保障不充分, 无法满足高质量教学需要等问题又一次出现在师生面前。此外, 在教学过程的管理保障上, 高质量的线上教学理论研究和实践探索仍存不足, 未能保证课堂教学结构的思路转变。大规模在线教学是应对疫情冲击保持教学秩序的过渡选择, 但绝非权宜之计。若仅停留于现状, 此次疫情下推广的网络教学新模式不能为学校真正带来有意义的变革和影响。所以无论从课堂授课方式改变还是教学内容变革等角度分析, 后疫情时期的高等教学都应以此为契机, 完成教育教学内容的线下线上高效衔接。

针对以上问题, 本文采取在机器学习分类预测方面有优秀的表现的XGBoost算法进行分析。该算法较少应用在教学中, 本文希望通过该算法实现对在线教学

存在问题的深层特征计算和筛选, 精确发现教学存在的不足。

1.2 文献依据

在2017年, 国务院印发的《国家教育事业发展规划“十三五”规划》中明确提出, 必须尽全力推动信息技术和教育教学的高度融合, 建立课程教学和服务应用有机结合的开放资源库和课程^[1]。惠驿晴(2018)在网络教学模式研究发现许多科目需加强网络教学的互动及参与性^[2]; 张玉萍(2019)提出学校应针对性开发网络教学资源^[3]。赵心华(2021)发现教学互动沟通存在不足^[4]。陈瑞(2021)总结实验教学实验出现的问题^[5]。刘嘉欣(2021)总结在线教学各平台的问题^[6]。刘怀金(2022)发现线上授课资源考核评价问题^[7]。宋健裴(2021)研究了线上教学设备存在的问题^[8]。黄亚婷(2022)发现疫情期间混合教学存在问题^[9]。江景(2020)提出教学激励等问题^[10]。

2 问卷数据

2.1 信效度检验

在调查问卷的设计中,根据文献研究中发现在线教学存在的问题,针对性的设置问卷并发放收集数据。首先对数据进行可靠性度量,采用了克隆巴赫阿尔法系数检验,共有2211个案例参与信度分析检验,不存在缺失值;可靠性统计的计算结果中Cronbach's Alpha值为0.950,基于标准化项的Cronbach's Alpha值为0.961,两者均大于0.8;根据KMO与Bartlett球形检验结果,KMO值为0.949大于0.7,相关性通过了显著性水平为1%的显著性检验,这表示变量间信息重叠水平较低,该数据适合用于分析。

3 统计分析

3.1 问卷描述

先进行个案摘要处理,排除问卷中数据不合理样本。本次共收集问卷2211份,有效问卷2154份,无效问卷57份,问卷有效率为97.4%。调查对象专业以理科、文科为主,包含少量艺术类专业。

3.2 变量设置

本文以问卷中学生在线学习总满意度Y为因变量,以学生对在线学习的资源满意程度、内容满意程度、学习适应程度、授课工具满意程度作为一级指标,记为 y_i ($i=1, 2, 3, 4$),其中每个一级指标 y_i 分别对应的变量作为二级指标,记为 x_{ij} ($j=1, 2, \dots, k$),变量设置为,教学资源满意程度 x_{11} ,其他配套资源满意程度 x_{12} ,理论知识满意程度 x_{21} ,实践操作满意程度 x_{22} ,教学灵活程度 x_{31} ,学习频率适应程度 x_{32} ,师生互动适应程度 x_{33} ,知识掌握程度 x_{34} ,视频授课满意程度 x_{41} ,直播授课满意程度 x_{42} ,混合授课满意程度 x_{43} ,手机端学习满意程度 x_{44} ,电脑端学习满意程度 x_{45} ,平板端学习满意程度 x_{46} 。

3.3 相关性研究

计算各一、二级指标间的关联并构建热力图。

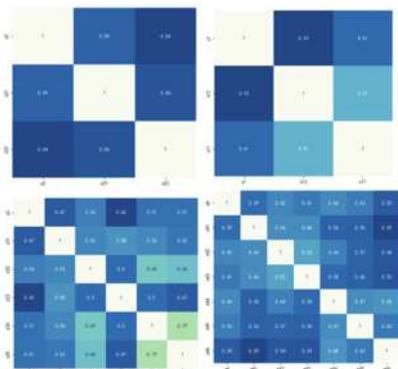


图1 个人在线学习便利度相关性分析热力图

图中构建的是各一级指标和二级指标的相关图。 x_{11} 和 x_{12} 存在弱相关关系, x_{21} 和 x_{22} 存在中等相关关系,热力图能直观体现特征间相关程度,而相关性给了教学研究新的思路。以 x_{34} 为例,检验 x_{34} 与 x_{35} 和 x_{34} 与 x_{32} 的相关性,构建Pearson相关系数显著性检验,拒绝原假设(不存在相关性),可以在概率水平上判断相关关系存在。想要提高学生知识掌握水平,可以从学生投入程度或学习频率适应能力入手,利用特征相关性间接促进学生的知识掌握水平提高。

3.4 方法简述

XGBoost目标函数由训练损失和正则化项(即树的复杂度)两部分组成:

$$Obj = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{k=1}^K \Omega(f_k)$$

y_i 是学习效果标签, \hat{y}_i 是第*i*个学习效果样本 x_i 的预测值, f_k 为第*k*个学习效果分类树模型函数, $\hat{y} = \sum_{k=1}^K f_k(x_i)$,其中 $l(y_i, \hat{y}_i)$ 为构建树的训练损失, $\Omega(f_k)$ 为每次迭代中生成的预测模型的复杂程度。树模型一共有*K*个, γ 是树个数的惩罚正则项, λ 、 ω 是叶子节点权重惩罚的正则项和权重向量:

$$\Omega(f_t) = \gamma T + 0.5 \lambda \sum_{j=1}^T \omega_j^2$$

若第1~*k*-1棵树已经生成,第*t*次迭代要生成的树为 f_t ,有:

$$\hat{y}_i^{(t)} = \sum_{k=1}^t f_k(x_i) = \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)$$

当前树的目标函数为

$$Obj^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)) + \Omega(f_t) + \alpha$$

其中,由于前*t*-1棵树的结构已经确认,因此前*t*-1棵树的复杂度之和用常量 α 表示,所以可以将树的整体复杂度拆分为当前树的复杂度和常量,泰勒公式二阶展开形式对应到XGBoost中为:

$$l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t) \approx l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)}) + l'(\hat{y}_i^{(t-1)})f_t + 0.5l''(\hat{y}_i^{(t-1)})f_t^2$$

令 $g_i = l'(\hat{y}_i^{(t-1)})$, ($h_i = l''(\hat{y}_i^{(t-1)})$), 去掉 α 并代入目标函数:

$$Obj^{(t)} \approx \sum_{i=1}^n [g_i f_i + 0.5 h_i f_i^2] + \Omega(f_t)$$

将属于第 j 个叶子节点的所有样本 x_i 划入到一个叶子节点样本集合中, q 是实例到叶子节点的映射函数:

$$I_j = \{i | q(x_i) = j\}$$

$$\text{令 } G_j = \sum_{i \in I_j} g_i, H_j = \sum_{i \in I_j} h_i, \text{ 整理可得:}$$

$$Obj^{(t)} = \sum_{i=1}^n [G_j \omega_j + 0.5(H_i + \lambda) \omega_j^2] + \gamma T.$$

对于 $G_j \omega_j + 0.5(H_i + \lambda) \omega_j^2$ 这一部分, 当 $\omega_j^* = -\frac{G_j}{H_j + \lambda}$ 时候, 有最值

$$Obj = -0.5 \sum_{j=1}^T \frac{G_j^2}{H_j + \lambda} + \gamma T.$$

此时的 Obj 是各个学习效果分类树带来的最小预测损失的值^[11]。

3.5 特征筛选

XGBoost 生成数据时具有极强的拟合能力, 很多无关的特征或噪声也会被加入到模型中, 这往往会导致拟合情况, 为避免因过拟合而造成模型预测效果变差, 就需要去除无关特征。特征筛选将选取的特征和对应数据构建成集合, 用于 XGBoost 模型训练, 训练结束后可以得到每个特征对应的重要性相对得分; 计算去除某些变量后模型拟合准确率, 根据准确率选择最佳预测模型。

在一个学习效果决策树中, 通过计算每个属性分裂改进性能的度量来得出属性的重要性。最后将某一属性在所有提升树中的计算结果进行加权求和然后平均, 得到重要性得分。

在全部 15 个变量中重要性得分从高到低的依次是 $x_{45}, x_{22}, x_{44}, x_{41}, x_{46}, x_{12}, x_{43}, x_{42}, x_{33}, x_{11}, x_{34}, x_{31}, x_{32}, x_{35}, x_{21}$ 。

特征筛选是基于剔除某些变量后计算 XGBoost 模型预测准确性。在模型的复杂度 (变量特征数量) 和准确率做一个权衡, 这些被剔除部分是影响学习总满意度的噪声特征。根据计算剔除 x_{32} 学习频率适应程度、 x_{33} 和 x_{21} 这三个特征后模型拟合效果最好, 剔除后模型预测准确率相较于剔除前 83% 提升至 85%。结合相关性分析可判断, x_{32} 、 x_{33} 的特征信息可由 x_{34} 代替; 在线教学过度注重提供理论教学资源而忽略学生动手实践能力培养, 相较于实践教学, 现有理论教学资源已经能够满足授课要求^[12], 故 x_{21} 这一特征被剔除。

基于 XGBoost 算法进行特征排序提取, 结合概率水平下相关性检验, 可以得到与重要特征相关的变量。如

上检验了 x_{34} 与 x_{35} 和具有概率水平上相关性, 在实际教学中 x_{34} 通过测验计算有着很高的时间成本和机会成本, 缺乏简单高效的度量方法。而 x_{35} 可以通过授课软件后台直接得到学生如课堂互动次数、课程观看时长等来直观度量。通过 x_{34} 与 x_{35} 之间存在高度相关性, 可以在概率水平上使用 x_{35} 间接度量 x_{34} , 相较于经验估计方法精度更高。

4 研究与结论

本文针对在线教学中存在的难点, 提出了基于 XGBoost 特征提取结合相关性分析的授课效果新思路。内容为采用 XGBoost 方法计算筛选影响在线教学效果的重要特征集合, 针对集合中难以直接量化的特征, 采用相关性方法将相关的特征间接度量估计该特征的值, 用概率方法代替经验更精确估计学生学习状况。

同时根据计算中发现问题, 得出如下结论与建议: 第一, 在线教学资源存在结构性失衡问题。网络学习配套资源相较于教学资源存在较大不足, 教学资源一直是线上教学备受重视部分, 但对学生需要的相应配套资源如电子图书馆资源建设往往被忽略。校方应继续加大加快现有资源开放力度, 引进优质资源库和精品课程, 结合专业优势培养本校特色资源库。第二, 现有教学难以满足学生课程实践需要。在线教学要达到长久成效, 需要推动理论教学和实践教学协同发展。相较于理论教学, 实践教学更能对在线教学总效果产生影响。促进原有教学范式转变是解决发展不协同的重要方式。实践课程教师需要提高信息技术和网络资源协调能力, 采用如“翻转课堂+实时互动”等形式, 将实践自主权交还给学生, 协助学生解决教学问题。

参考文献:

- [1] 国务院印发《国家教育事业发展规划“十三五”规划》[J]. 教育现代化, 2017, 4(38): 8.
- [2] 惠驿晴. 网络教学模式在教学中的评价研究[J]. 中国校外教育, 2018(36): 75+85.
- [3] 张玉萍. 提高学生网络学习有效性的实践研究——以汉语言文学专业为例[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2019, 000(001): 128-129.
- [4] 赵心华, 戎芬, 邹纯朴, 李海峰, 王丽慧, 陈正, 薛辉. 疫情防控背景下“停课不停学”在线教学互动问题设计策略[J]. 中医药管理杂志, 2021, 29(13): 16-19.
- [5] 陈瑞, 毕肖林. 疫情期间药剂学实验课程线上教学的实践与建设[J]. 中国中医药现代远程教育, 2021, 19(21): 176-178.

[6]刘嘉欣,陈戏墨,柯家海,程湛.新型冠状病毒肺炎疫情期间广州医科大学在线教学平台应用调查[J].中华医学教育杂志,2021,41(11):999-1003.

[7]刘怀金.疫情防控常态化背景下高校体育线上教学资源的建设瓶颈与突破路径[J].体育师友,2022,45(01):71-73.

[8]宋健斐,张冀翔,严超宇,孙国刚,陈建义.疫情背景下过程设备设计线上教学探讨[J].化工高等教育,2021,38(06):136-139.

[9]黄亚婷,王雅.疫情背景下混合教学中本科生学

习投入的影响机制研究——基于探究社区理论的视角[J].中国高教研究,2022(03):52-59.

[10]江景.基于新冠肺炎疫情防控的高职在线教学实践与思考[J].南京广播电视大学学报,2020(01):9-12.

[11]陶世银,贺敬安.基于XGBoost与特征重要性筛选的闪电预报模型构建研究[J].国外电子测量技术,2022,41(01):99-105.

[12]李永涛,王雪杰,王增旭,张红光,陈伟,刘利清.后疫情时代大学物理实验教学模式改革与实践[J].大学物理实验,2021,34(04):140-142.