引文格式：肖艳.《误差理论与测量平差基础》课程成绩分析[J].地理空间信息，2023，21(7)：134-137. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.07.034

《误差理论与测量平差基础》课程成绩分析

肖　艳[1]
（1. 长春工程学院 勘查与测绘工程学院，吉林 长春 130012）

摘　要：学生成绩的分析工作对于提升课程教学质量具有重要的指导作用，但传统统计分析方法未能对学生成绩进行深入挖掘和分析。从课程目标达成度评价和数据挖掘两个方向出发，对长春工程学院测绘工程专业2018级学生的《误差理论与测量平差基础》课程成绩进行了分析。结果表明，课程目标达成度评价能发现课程教学内容短板，数据挖掘技术能找出影响学生成绩的主要因素，将二者结合分析学生成绩对于提升课程教学质量和学生学习质量具有重要意义。

关键词：成绩分析；达成度评价；数据挖掘；平差
中图分类号：P207　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）07-0134-04

Achievement Analysis of *Error Theory and Foundation of Surveying Adjustment* Course

XIAO Yan[1]
(1. College of Exploration and Surveying Engineering, Changchun Institute of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract: Achievement analysis plays an important guiding role in improving the quality of curriculum teaching, but the traditional statistical analysis methods can't deeply excavate and analyze students' achievements. Starting from the two directions of curriculum objective achievement evaluation and data mining, we analyzed the achievements of *Error Theory and Foundation of Surveying Adjustment* course of students of grade 2018, majoring in surveying and mapping engineering of the Changchun Institute of Technology. The results show that the curriculum objective achievement evaluation can find some weak spots for curriculum teaching contents, data mining technology can find out the main factors affecting students' achievements, so combining them to analyze students' achievements has important guiding significance for improving the quality of curriculum teaching and students' learning.

Key words: achievement analysis, achievement evaluation, data mining, adjustment

《误差理论与测量平差基础》是测绘工程专业的一门重要的专业基础课[1]，为学生学习《大地测量学基础》《GPS原理与应用》《摄影测量学》《工程测量学》等课程提供理论基础。课程主要讲述测量误差及其传播、经典平差理论与方法、近代平差理论与方法和误差椭圆等。长春工程学院测绘工程专业开设的该课程共56学时，涉及的理论和公式较多，是该专业学生公认的最难学的专业基础课。学生成绩是衡量教学质量的重要依据，也是判断学生是否掌握所学知识的重要标志，因此学生成绩的分析工作至关重要[2]。目前大部分教师对成绩的分析仅限于分析卷面知识点难易程度和统计各分数段学生成绩的分布；而通过工程教育认证的专业，则主要通过课程教学目标达成度评价进行成绩分析。工程教育认证标准下的课程教学目标达成度评价是课程体系建设中的重要环节，通过评价结果可以发现课程教学短板，定位需改进的教学环节[3-4]。

近年来数据挖掘技术在教育行业得到了广泛应用，但主要是从管理者角度出发挖掘学生信息，针对学生课程成绩的分析较少[5]。利用数据挖掘技术对学生成绩数据进行分析可以发现潜在的、有价值的信息，对学生学习有很大的指导和方向性作用[6]。本文拟从课程教学目标达成度评价和数据挖掘两个方向着手，分析长春工程学院测绘工程专业2018级74名学生的《误差理论与测量平差基础》课程成绩，以期发现课程教学内容短板、挖掘影响学生成绩的主要因素，从而指导教师提升教学质量。

1　课程教学目标达成度评价

1.1　课程教学大纲基本要求

该课程教学目标包括两个：①理解观测误差和误差椭圆的相关理论，并能用于分析解决实际测量问题（20学时）；②理解经典和近代平差方法，并能根据具

收稿日期：2022-03-14；修回日期：2022-06-25。
项目来源：吉林省高等教育学会高教科研课题资助项目（JGJX2021D407）；吉林省高等教育教学改革研究课题资助项目（20213F28LZ800CK）。
作者简介：肖艳（1988—），博士，讲师，主要从事误差理论与测量平差基础、遥感影像分类的教学和研究工作，E-mail：459389436@qq.com。

体平差问题建立相应的函数模型和随机模型以及进行参数求解和精度评定等工作（36学时）。课程教学目标对毕业要求的支撑关系如表1所示。教学内容包括各部分教学内容的介绍、知识点与能力点要求、教学重点与难点以及其与教学目标的对应关系。教学进程包括各部分教学内容的学时、教学方式等。课程教学目标达成途径与措施中包括教学方法、教学手段、作业的基本要求、答辩的基本要求、课外教学的基本要求等。

表1　课程教学目标对毕业要求的支撑

课程目标	支撑的毕业要求与指标点	主要内容
目标①、②	工程知识：具有测绘学基础、误差理论与测量平差基础等测绘工程专业基础知识，用于复杂测量问题分析、研究等	误差理论与测量平差
目标①	问题分析：能够识别测绘数据中的误差来源、误差性质，并给出削弱措施	误差分布与精度指标、协方差传播律及权、误差椭圆
目标②	问题分析：能够选取合适的数学模型表达测绘工程问题，并能用恰当的数据处理方法求解	条件平差、间接平差、附有参数的条件平差、附有限制条件的间接平差、近代平差

1.2　课程考核与教学目标达成度评价方法

课程考核以考查学生能力培养目标的达成情况为目的，以检查学生对各知识点的掌握情况和应用能力为重点，包括平时考核和期末考核两部分。平时成绩占总成绩的30%，由作业、平时答辩、平时测验3部分构成（作业、答辩和测验各两次，对应课程目标①、②），各部分成绩占比均为10%；期末成绩占总成绩的70%，期末考核采取闭卷笔试的形式。

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，课程目标达成度评价值计算见表2。

表2　课程目标达成度评价值计算表

课程目标	考核环节	目标分值	学生平均得分	各课程目标达成度计算示例
目标①	期中考试1	50	A_1	$\dfrac{0.1A_1+0.1B_1+0.1C_1+0.7D_1}{50\times0.1+50\times0.1+50\times0.1+35\times0.7}$
	作业1	50	B_1	
	答辩1	50	C_1	
	期末试卷1	35	D_1	
目标②	期中考试2	50	A_2	$\dfrac{0.1A_2+0.1B_2+0.1C_2+0.7D_2}{50\times0.1+50\times0.1+50\times0.1+65\times0.7}$
	作业2	50	B_2	
	答辩2	50	C_2	
	期末试卷2	65	D_2	
课程总体目标	总评成绩	100	$(A_1+B_1+C_1+A_2+B_2+C_2)\times0.1+(D_1+D_2)\times0.7$	$\dfrac{(A_1+B_1+C_1+A_2+B_2+C_2)\times0.1+(D_1+D_2)\times0.7}{100}$

注：期末试卷1和期末试卷2的35分和65分不是固定值，可根据实际情况略微调整。

1.3　数据采集与评价

以长春工程学院测绘工程专业2018级74名学生的成绩为样本，将作业、答辩、测验和期末考试成绩分别录入Excel表格，前3项只录入总分值（满分50分），期末考试成绩详细录入每个小题的得分（表3）。对各环节得分进行样本分类统计，根据教学大纲中制定的考核环节权重、课程教学目标以及与教学内容对应关系计算得到各教学目标考核环节的满分分值和学生实际平均得分，进而计算各教学目标的达成度和课程总目标达成度（表4）。

表3　期末考试成绩统计分析表

题型	考点	对应课程目标	满分分值	实际平均分值	得分率
简答题	偶然误差特性	①	5	4.3	0.86
	精度指标	①	5	4.1	0.82
	必要观测数据计算	②	4	1.8	0.45
	误差方程列立	②	4	1.2	0.30
	条件方程列立	②	6	4.7	0.78
	协方差传播率	①	8	6.1	0.76
计算题	条件平差	②	20	18.4	0.92
	间接平差	②	20	15.2	0.76
	附有参数的条件平差	②	5	3.0	0.60
	附有限制条件的间接平差	②	5	4.1	0.82
	误差椭圆	①	18	11.5	0.64

1.4　评价结果分析

将课程教学目标达成度评价结果与对应教学内容进行整理分析，可以发现课程教学短板，定位需调整改进的教学环节，为课程质量的持续改进提供准确可

表4 成绩总评表

考核项	分值	课程目标①	课程目标②
期中考试	满分	50	50
	得分	41.3	40.7
作业	满分	50	50
	得分	46.9	46.7
答辩	满分	50	50
	得分	48.8	47.0
期末试卷	满分	36	64
	得分	26.0	48.4
成绩总评	满分	40.2	59.8
	得分	31.9	47.3

注：课程目标①、②的课程分目标达成度均为0.79，课程总达成度为0.79。

靠的依据[3]。通过计算可知，课程目标①、②的达成度评价值（0.79）超过了该专业毕业要求达成度评价小组要求的阈值（0.65）。

2 基于数据挖掘技术的成绩分析

课程目标达成度评价虽然可以发现教学内容短板，但无法找出影响学生成绩的因素。为挖掘更多有价值的信息，采用数据挖掘技术对学生成绩数据进行进一步处理和分析。决策树分类和关联规则挖掘均为数据挖掘的重要研究方向，本文采用决策树J48算法和关联规则Apriori算法进行数据挖掘。

2.1 决策树分类

J48算法是近年流行的一种决策树算法，已在数据挖掘中得到广泛应用[7-8]；具有效率高、数据类型灵活、结构清晰、便于客户理解等优点[9]。J48算法是ID3算法的改进算法，采用信息增益率选取分类属性，递归构造决策树的各个分支，完成对连续属性的离散化处理[10]。通过查阅资料，本文选定学生对该课程的热爱程度、课前预习情况、课后复习情况、作业完成情况、数学基础5个影响学生成绩的因素进行问卷调查。根据问卷调查数据和学生成绩进行决策树分类，构造的决策树见图1，可以看出，课后复习情况、作业完成情况和学生对该课程的热爱程度是影响学生成绩的主要因素。

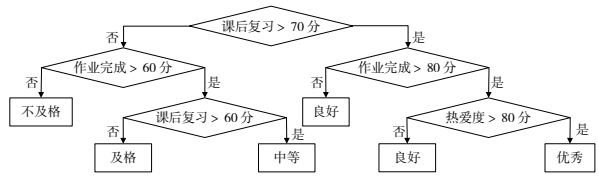


图1 决策树分类结果图

2.2 关联规则挖掘

Apriori算法是经典的关联规则数据挖掘算法，核心是基于两阶段频集递推思想，对数据集进行逐层搜索以迭代识别所有的频繁项目集，并据此构造关联规则[11]。利用Apriori算法分析后，每条关联规则都呈现$A \Rightarrow B$形式。支持度和置信度是两个重要的约束参数，支持度表示A和B同时发生的概率，描述关联规则的频度，是对关联规则重要性的度量，表达式为Support $(A \rightarrow B)$ =P $(A \cup B)$；置信度表示关联规则的强度，是对关联规则可靠性的度量，表达式为Confidence $(A \rightarrow B)$ =P $(A|B)$。利用Apriori算法对成绩为优秀的18名学生的成绩数据和相应问卷调查数据进行分析，其中支持度下界设为0.5，置信度下界设为0.9，共得到15条关联规则；再将得到的关联规则按照支持度大小排序，前10条关联规则结果见表5，可以发现，学生若在热爱度、作业完成情况、课后复习情况3个方面表现优秀，则最后成绩是优秀的可能性较大。

3 教学启示

针对课程教学目标达成度评价和数据挖掘分析结果，给出以下课程教学改进建议：

1）由期末考试成绩统计分析表可知，学生对于

表5 关联规则表

关联规则	支持度/%	置信度/%
100分>热爱度>90分、100分>作业完成>90分 ⇒ 成绩优秀	100	100
100分>热爱度>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	83	100
100分>作业完成>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	83	100
100分>热爱度>90分、100分>作业完成>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	83	100
100分>课后复习>90分 ⇒ 成绩优秀	72	100
100分>热爱度>90分、100分>课后复习>90分 ⇒ 成绩优秀	72	100
100分>热爱度>90分、100分>课后复习>90分、100分>作业完成>90分 ⇒ 成绩优秀	72	100
100分>课后复习>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	61	100
100分>热爱度>90分、100分>课后复习>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	61	100
100分>课后复习>90分、100分>作业完成>90分、90分>数学基础>80分 ⇒ 成绩优秀	61	100

必要观测数据计算、误差方程列立普遍掌握不好，得分率仅为0.45、0.30，此外附有参数的条件平差、误差椭圆的得分率也较低，今后应加强这些内容的讲解和考核。

2）该课程公式多、计算多，每章都配有一定数量的作业，作业完成情况是影响学生成绩的主要因素之一，但目前布置的作业都是在课下完成，导致作业抄袭现象严重。为避免该现象，今后课上讲解作业时，可根据批改作业发现的问题，增加提问环节，并作为作业成绩的重要组成部分。

3）课后复习情况也是影响学生成绩的主要因素，今后将在课前增设提问环节，以鞭策同学课后复习。此外，增加课后答疑环节，建立课程QQ群，方便教师学生在课下进行沟通交流。

4）大部分学生对该课程的热爱度不高，影响了学生学习的主动性。今后可借鉴翻转课堂模式，让学生充分展现所学知识；还可利用学习通等工具进行课上讨论、发送弹幕，调动学生学习兴趣。此外，可提前录制教学视频，上传至学习通等平台，方便学生预习和复习。

4　结　语

课程教学目标达成度评价结果是教学质量反馈环节的重要数据，可以发现课程教学短板，定位需改进的教学环节，为课程质量的持续改进提供可靠的依据，对教学设计、教学管理和持续改进具有重要指导意义。数据挖掘技术可从学生成绩数据中发现潜在的、有价值的信息，对学生的学习具有指导和方向性作用。本文从课程教学目标达成度评价和数据挖掘两个方向出发，对长春工程学院测绘工程专业《误差理论与测量平差基础》课程成绩进行了分析，并提出一些教学改进建议，为今后该课程的教学提供参考。

参考文献

[1] 高建,江畅,陈一祥,等. 测量平差课程实验教学的“TBL+CBE”模式探索[J]. 地理空间信息,2019,17(6):116-118

[2] 孙小雪,钟辉,陈海鹏. 基于决策树分类技术的学生考试成绩统计分析系统[J]. 吉林大学学报(工学版),2021,51(5):1 866-1 872

[3] 林楠,张文春,李伟东,等. 基于工程教育认证的测绘工程专业课程目标达成度评价方法研究与实践[J]. 测绘与空间地理信息,2020,43(4):7-10

[4] 周军其,刘亚文,张熠,等. 工程教育认证中的课程体系建设思考[J]. 地理空间信息,2020,18(4):127-129

[5] 阴爱英,沈炎斌. 基于决策树的课程教学改革实践及探索[J]. 福建教育学院学报,2019,20(1):75-78

[6] 吕品,于文兵,汪鑫,等. 基于机器学习的学生成绩预测及教学启示[J]. 计算机技术与发展,2019,29(4):200-203

[7] 高海宾. 基于Weka平台的决策树J48算法实验研究[J]. 湖南理工学院学报(自然科学版),2017,30(1):21-25

[8] Lee J A，Kim K H，Kong D S，et al. Algorithm to Predict the Outcome of Microvascular Decompression for Hemifacial Spasm: A Data-mining Analysis Using a Decision Tree[J]. World Neurosurgery,2019(125):797-806

[9] 徐承俊,朱国宾. 数据挖掘在全国计算机等级考试(NCRE)成绩分析中的研究及应用[J]. 计算机应用与软件,2020,37(8):64-67

[10] 李靖. 基于随机森林与J48决策树的面向对象方法的土地覆被分类[J]. 科技创新与应用,2021(10):136-139

[11] 张寅,谢雁鸣,陈岑,等. 基于关联规则Apriori算法的真实世界复方苦参注射液治疗恶性肿瘤联合用药药理作用特征的回顾分析[J]. 中国中药杂志,2017,42(2):378-384

（上接第104页）

[8] 单亚丽,郭明友. 论西部地区公路运输与物流业的协同发展[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版),2008,10(3):280-282

[9] 张晓昱,王俪静. “一带一路”背景下交通运输业与物流业联动协同发展研究:以河南省为例[J]. 现代经济信息,2018(18):476-478

[10] 申志成,谢传节,刘小茜,等. 基于Web的京津冀城市群协调发展协同决策支持系统[J]. 地理空间信息,2019,17(2):54-58

[11] 王树祺. 甘肃省交通运输与物流业协同发展研究[J]. 公路交通科技(应用技术版),2018,14(11):327-330

[12] 周永刚. 智慧物流与综合交通运输协同发展研究[J]. 民营科技,2017(6):50

[13] 文丽青,马丁. 我国智慧物流与综合交通运输协同发展研究[J]. 物流技术,2015,34(3):4-7

[14] 李婧. 智慧物流与综合交通协调发展研究[J]. 科技风,2020(15):95

[15] 王世庆. 交通运输与现代物流融合发展研究[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊),2018(7):30-32

[16] 土丹. 铁路运输与现代物流的协同发展研究[J]. 科技风,2017(4):165