# 依托北斗数据中心探索数据驱动的案例教学

谷德峰<sup>1</sup>, 申 镇<sup>1</sup>, 张继东<sup>2</sup> (国防科学技术大学 1. 理学院; 2. 科研部, 湖南 长沙 410073)

摘 要:依托北斗数据中心的软硬件平台和数据资源优势,开展数据驱动的数据分析课程案例教学研究,激发学生在数据驱动教学模式下,自主分析数据,挖掘出数据中蕴含的新规律,培养学生创新思维和实践动手能力。首先,结合数据分析课程内容,构建北斗数据驱动下的教学案例库;其次,改造科研平台 NUDTTK,为开展数据驱动的案例教学提供必要的数据下载、计算、分析服务;再者,设计必要的选题,推动学生开展创新实践研究。

关键词: 北斗数据中心; 数据驱动; 案例教学

中图分类号: G642 文献标志码: A 文章编号: 1672-8874 (2015) 03-0099-05

### An Exploration of Data-driven Case Teaching Based on BeiDou Data Center

 $\mathrm{GU}\ \mathrm{De} - \mathrm{feng}^1$ ,  $\mathrm{SHEN}\ \mathrm{Zhen}^1$ ,  $\mathrm{ZHANG}\ \mathrm{Ji} - \mathrm{dong}^2$ 

(1. College of Science;

 Department of Scientific Research, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** Based on the hardware and software platform and data resource advantage from BeiDou Data Center, developed is the data-driven case teaching research for data analysis course. In data-driven teaching mode, students are encouraged to analyze data and find the new rules independently, and their innovating thinking and practice ability can be improved. Firstly, combining with the content of data analysis course, cases are selected to construct teaching case base driven by the BeiDou data. Secondly, the original scientific research platform, NUDITK, developed for the data center is modified in order to provide the necessary data download, calculation, analysis support for the data-driven case teaching. Furthermore, necessary topics are provided for supporting students to do research on the innovative practice.

**Key words:** BeiDou data center; data-driven; case teaching

计算机、网络、测量手段、数据处理技术的飞速发展对应用数学专业传统的数据分析教学提出了挑战,传统的封闭式、仅侧重于理论和技术介绍的课堂教学已经越来越无法适应当今技术发展对数据分析教学的需要。数据驱动的学习模式(data-driven learning, DDL) 在 20 世纪 90 年代初首先被语言学习领域专家学者提出[1-2],该模式将

大量丰富的语料数据资源作为输入提供给学习者, 为他们创造真实的学习环境,鼓励他们积极主动 地使用平台工具分析数据,进行发现式和探索式 学习。该模式强调学习者的主动参与,让他们通 过对数据的观察分析来发现新规律。如何依托我 校北斗数据中心平台,将 DDL 引入到应用数学专 业数据分析课程教学中,培养学生在学习上的独

收稿日期: 2014-11-19

基金项目: 国防科学技术大学教育教学研究课题(U2014003)

作者简介: 谷德峰(1980-), 男, 辽宁东港人。国防科学技术大学理学院副教授, 博士。

立思考、深入探究的良好习惯,成为当前数据分析教学关心的问题。

一、探索 DDL 模式下的数据分析 课程实践教学的重要性

DDL 对传统的以教材为中心的数据分析课堂教学模式提出了挑战,DDL 需要给学生提供丰富的、真实的测量数据环境,良好的数据处理分析和测试的软件工具平台; DDL 促使教师身份由"主宰者"向"引导者"、"组织者"、"合作者"转变; DDL 实践性强,有利于激发学生对数据分析的学习兴趣,促进个性化学习方法的形成,锻炼学生从实际数据出发"提出问题、分析问题、解决问题"的自主学习能力[3-4]。近年来,全球卫星导航系统 GNSS 发展迅速,卫星种类、数目

越来越多、测量数据规模越来越大、处理精度越来越高、速度越来越快,该领域催生了大量经典、先进的数据分析方法,可以为 DDL 模式下的数据分析实践教学的开展提供有效的支撑(见图1)。北斗是我国自主研发的 GNSS 卫星导航系统,我校建有中国北斗导航全球连续监测评估系统数据中心,是目前我国三大北斗数据中心之一。数据中心汇集了来自世界多个地区的成百上千个测站的 GNSS 观测数据,可以为开展 DDL 模式下的数据分析课程实践教学提供最新、丰富的数据资源。数据中心搭建了良好的数据服务器、计算工作站和互联网运行环境,集成了国外优秀定轨软件和自主研发的 NUDTTK 软件平台,处理水平处于国内先进水平,可以为数据驱动的实践教学的开展提供必要的核心算法库和计算支撑服务。

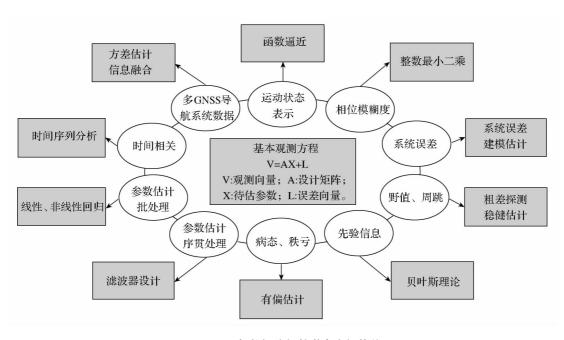


图 1 GNSS 与数据分析教学内容拓扑关系

依托我校北斗数据中心的软硬件平台优势和数据资源优势,适时地将 DDL 模式引入到应用数学专业数据分析课程教学中,探索数据驱动的专业案例实践教学,对于我校数据分析课程教学的发展和创新意义重大。DDL 模式下的数据分析课程实践教学可以提高学生开展数据驱动学习的兴趣,激发学生在数据驱动模式下,通过不断分析数据,自主发现问题解决问题,挖掘出数据中蕴含的有价值的新规律,发挥学生自主创新思维和实践动手能力(见图2)。

二、北斗数据驱动下的专业实践 教学案例库设计

DDL 自身也存在弱点。比如 DDL 费时耗力, 部分数据收集、处理、工具软件的掌握可能存在一定难度, 老师如果不能加以正确的授课和引导, 反而容易挫伤学生的学习积极性等。因此为了降低难度, 提高学生开展数据驱动学习的积极性, 在教学环节中需要将数据驱动与相应的案例教学

### 相结合,精选案例,开展难度适中的专业实践案

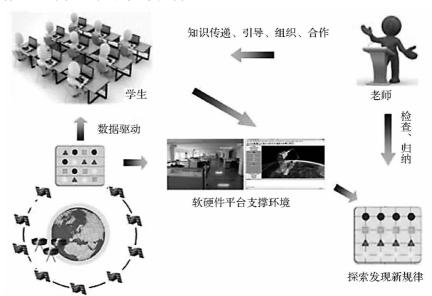


图 2 DDL 模式下的数据分析课程实践教学关系图

例教学。通过难度适中的典型课堂案例教学,引导学生加深对数据的理解和熟练掌握平台工具软件的运用。遴选应用实例,构建北斗数据驱动下的专业实践教学案例库,案例库的设计兼顾我校数据分析课程的知识点分布和北斗数据的特点,拟初步构建下列案例(见表1)。每个案例的设计,需要配备完整的理论算法说明文档、计算程序代码和测试数据集合,以便于学生开展学习。

表 1 北斗数据驱动下的专业实践教学案例库

序号	案例名称	相关课程知识点
1	北斗观测数据质量分 析	误差理论、粗差探测
2	北斗卫星星历插值	插值
3	北斗卫星钟差参数预 报	时间序列建模预测
4	地球旋转参数分析与 预报	谱分析,时间序列建模 预测
5	测站单点定位/相对定位	回归分析
6	相位模糊度固定	整数最小二乘
7	多导航融合定位	信息融合
8	卫星事后轨道确定	多步积分、非线性回归
9	卫星实时轨道确定	龙格库塔单步积分、卡 尔曼滤波器
10	天线相位中心变化估计	误差理论、系统误差建 模估计

由于以上案例均来自于实际的应用算例,为了避免案例教学中一下子将学生带入繁琐的实测数据处理细节而偏离中心主题内容的学习,分散注意力,要求案例的设计要既注重结合实践,更要突出教学的重点,要有层次感。以测站单点定位案例设计为例,其设计的重点应突出回归分析中"如何进行参数估计"、"如何添加参数先验信息约束"以及"如何利用验后残差实现参数稳健估计"等知识点,而对于测站单点定位中涉及的测量数据解析、星历拟合以及各种误差的精确模型修正等处理细节应当作为 GNSS 背景辅助知识,由工具软件提供计算支撑,不要求掌握,感兴趣同学可以课后进一步了解。

案例教学需要在老师的精心策划和指导下,根据教学目的和教学内容的需要,运用典型案例,将学生带人特定事件的现场进行案例分析,加深学生对数据的理解,并熟练掌握平台工具软件的运用。老师要积极引导学生参与分析、讨论、表达等活动,通过教学的互动性促使学生对问题进行自由探索形成独特见解,培养他们举一反三,独立分析数据、发现问题和解决问题的能力。同时,组织学生开展上机实验,消化案例教学所学内容,以学生为主体,数据为驱动,问题为载体,平台计算工具为支撑,通过解决来自实测数据处理中的实际问题,提高学生数据驱动学习的兴趣与能力。

# 三、教学软件平台环境建设

一流的科研软件平台不等同于优秀的教学软件平台,科研软件平台追求的是高水平,但涉及内容过于庞大,关系过于复杂,对于学生学习的门槛太高、难度偏大,不宜直接学习,需要进行必要的适应性改造。为了配合 DDL 模式数据分析课程实践教学的顺利开展,拟在 NUDTTK 软件基础上,进行教学软件平台环境建设。

NUDTTK 软件包由国防科技大学理学院北斗数据处理团队自主研制,一方面主要服务于 GNSS 卫星导航系统的精密定轨应用,提供科学产品;另一方面服务于科研工作者,提供基本宇航文件解析、时间坐标变换、测量数据预处理、轨道力学积分、轨道确定、地球和大气参数解算等算法库,缩短科研周期,提高研究成果的质量和可信度。目前软件对国内外典型低轨卫星绝对定轨精度达到厘米级,编队相对定轨精度达到 1mm, GPS 导航星座定轨精度达到 2cm, 北斗区域导航 GEO/IGSO/MEO 混合星座定轨精度达到 150cm/40cm/15cm,全球测站精密单点定位东/北/天方向精度达到 5mm/4mm/17mm,与国际上同类优秀软件的定轨精度相当,而且已经成功应用于我国多个工程型号任务。

NUDTTK 主体程序采用 C++ 编程语言实现, 经过适当改造后,面向对象编程的原则将贯穿于 整个代码库,确保代码是模块化的、易于封装的、 可复用的、可扩展的和可维护的。NUDTTK 包含一 个核心库、系列辅助库,不同模块库之间的调用 主要通过静态链接库的编译方式来实现(见图3)。 案例程序的实现可以在 NUDTTK 软件包的基础上, 借助 Microsoft Visual Studio 编译器, 采用 Windows Console 控制台应用程序方式编写完成,案例程序 如果需要调用 NUDTTK 软件包其它算法库中的函 数,可以在案例代码中添加必要的头文件和名字 空间引用,比如调用 J2000 惯性系到地固系坐标变 换函数 TimeCoordConvert:: J2000\_ ECEF, 需要添 加"TimeCoordConvert. hpp"头文件和"using namespace NUDTTK"名字空间的引用,并最终通 过静态链接库的编译方式来获得可案例可执行程 序。DDL模式数据分析课程实践教学所需的数据 资源主要包括导航星座星历、观测数据、时间坐 标变换、辅助数据等系列数据文件, 可通过自我 校数据中心和其它国际数据中心 FTP 服务器进行 链接下载。NUDTTK 利用 C++代码,采用"命令 行"方式, 封装了wget. exe、aria2. exe 等下载程 序,支持断点续传、批处理和多线程等数据下载 服务功能。

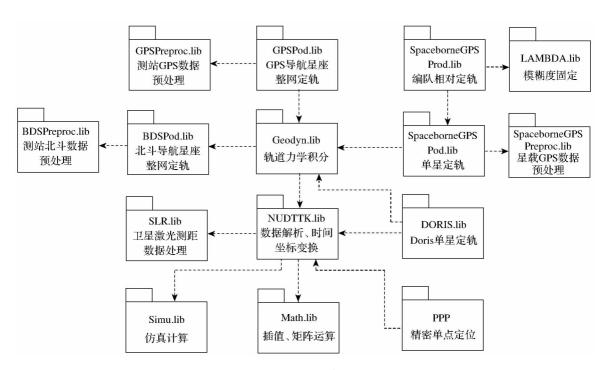


图 3 NUDTTK 软件包计算层链接库关系

### 四、支撑学生开展创新实践研究

在北斗数据中心的软硬件平台和数据资源基础上,将科研中的优秀创新方法融入教学活动中,科研反哺教学,支撑学生开展创新实践研究活动。我校数据中心目前占地面积近400平方米,拥有独立的学生互联网机房,未来发展可建成大学生创新实践平台。

创新源于实践,DDL 模式教学的一个突出特点就是实践性强,有利于激发学生对数据分析的学习兴趣,培养学生独立思考的习惯。在开展DDL 模式数据分析课程实践教学基础上,开展第二讲堂,举办学术讲座,进一步吸引部分学有余力、有特长和兴趣的学生,参加大学生创新实践项目或开展毕业设计研究。结合北斗数据处理技术发展趋势,提供相关的选题、平台和数据支撑,支撑学生开展创新实践研究。

以学生为本,强化教师的指导作用。首先创新实践项目和毕业选题的设计要以学生为主体,兼顾学生的专业和兴趣,其次在实践过程中要不遗余力地提供平台和数据资源保障,努力营造学生为主的氛围。同时也应当注意到,学生在实践过程中必须得到教师的指导才能取得良好的效果,在学生选题、数据分析实验设计、程序编写、报告撰写过程中必然会碰到各种问题,都需要教师进行及时的点拨和正确的指引。

# 五、结束语

依托我校北斗数据中心的软硬件平台优势和 数据资源优势,将 DDL 模式引入到应用数学专业 数据分析课程教学中,探索数据驱动的专业案例 实践教学,对于我校数据分析课程教学的发展和创新具有重要的意义。精选案例,构建北斗数据驱动模式下的专业实践教学典型实践教学案例库;将数据中心的科学研究平台进行适应性改造,提供必要的平台工具支撑;支撑学生开展创新实践研究,培养学生从实际数据出发,独立思考、深入探究、发现问题并解决问题的习惯。

DDL 数据驱动的专业实践案例教学的开展仍然需要注意以下问题:一方面,DDL 强调实践,要求学生从实际数据出发,独立思考、深入探究、发现问题并解决问题,因此要求学生具有较好数据分析、归纳、总结的能力,对软件编程方面具有一定的基础,对学习者要求较高,并非适合任何阶段的学生,一般仅适合高年级的本科生或研究生;另一方面,测量数据种类繁多且质量不可控制,让学生接触过多复杂的原始数据,会让他们纠缠于细节,学习效率降低,而且也大大增加了老师对教学过程控制的难度。

### 参考文献:

- Johns T. Should you be persuaded-Two examples of datadriven leaning materials [J]. English Language Research Journal, 1991(4): 1-16.
- [2] Touraj Talai, Zahra Fotovatnia. Data Driven Learning: A Student-centered Technique for Language Learning [J]. Theory and Practice in Language Studies, 2012, 2 (7): 1526-1531.
- [3] 蔺志渊. 数据驱动模式:一种能有效提高学生学习能力的教育模式[J]. 西华大学学报,2013,32(4):60-64.
- [4] 黄万武,孙炳文. 数据驱动语言学习—教学模式的转变[J]. 武汉科技学院学报,2006,19(11);170-173.

(责任编辑:陈勇)

#### (上接第89页)

- [5] 陈全成,陈东清. 经管类研究生综合素质评价研究——基于层次分析法[J]. 长春理工大学学报:社会科学版,2011(7):132-134.
- [6] 苏东华,张有林. 硕士研究生综合素质定量考核方法 初探[J]. 学位与研究生教育,2004(2): 42-44.
- [7] 张彬斌. 基于层次分析法的人才测评[J]. 重庆工学院 学报:社会科学版,2009(11): 53-57.
- [8] 车诚,李雷鸣,王军会. 研究生综合能力评价体系及模糊综合分析[J]. 陕西科技大学学报,2011(1):165-168.

- [9] Cardinal J L, Mousseau V, Zheng J. Multiple criteria sorting: An application to student selection [ C ]. Portfolio Decision Analysis. { Springer-Verlag } New York Inc. 2011.
- [10] Zheng J, Cailloux O, Mousseau V. Constrained multicriteria sorting method applied to portfolio selection [M]. Algorithmic Decision Theory, volume 6992 of Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg. 2011;331 343.

(责任编辑:胡志刚)