·教学改革·

医学院校非信息类专业医学信息学选修课的教学实践研究

赵相坤　景斌　刘冬冬　陈卉　刘红蕾
首都医科大学生物医学信息学系计算机教研室，北京　100069
通信作者：刘冬冬，Email：pqu2@163.com

【摘要】 以移动互联网、物联网、云计算、大数据等为代表的新一代信息技术与健康医疗行业紧密融合，对医学院校面向非信息类专业的医学信息学选修课提出了更高的教学目标和内容要求。本文结合实际教学需求和临床医学生培养目标，对医学信息学选修课的教学内容进行了科学地优化和配置。选择医学信息学教育中的“小数据集，电子病历/电子健康档案的基本应用”为主要内容，模块化医学信息处理中的数值型数据、文本型数据和图像数据，以案例驱动和翻转课堂变革教学方式，将机器学习中常见的方法（如回归、分类和聚类方法）根植于案例的解决方案中，以综合的算法实例报告作为课程考核评价方式。实践表明，以上探索既激发了学生对医学信息学选修课的兴趣，又有效贯彻了医学生培养早预测、早调整、早发现、早诊断和早治疗的“五早”模式。

【关键词】 医学信息学；　实践和探究；　模块化；　预测
【中图分类号】 R-05
基金项目：北京市教委科技计划（KM202010025025）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220411-01536

Teaching practice and exploration of the optional course of medical informatics for non-informatics students in medical colleges and universities

Zhao Xiangkun, Jing Bin, Liu Dongdong, Chen Hui, Liu Honglei
Department of Computer Teaching, School of Biomedical Informatics, Capital Medical University, Beijing 100069, China
Corresponding author: Liu Dongdong, Email: pqu2@163.com

【**Abstract**】 Nowadays, the new healthcare industry is closely integrated with the new-generation information techniques such as mobile Internet, Internet of things, cloud computing, and big data, which proposes higher requirements for the teaching objectives and contents of the optional course of medical informatics for non-informatics students in medical colleges and universities. Based on the actual teaching demands and the training objectives of clinical medical students, the teaching contents of the optional course of medical informatics were scientifically optimized and allocated. With "small datasets and basic application of electronic medical records/electronic health records" in medical informatics education as the main contents, numeric data, text data, and image data were modularized in medical information processing, and the methods of flipped classroom and case-driven teaching were adopted. The commonly used methods in machine learning (such as regression, classification, and clustering methods) were introduced and applied in task-based case studies, and the comprehensive algorithm case report was used for course assessment and evaluation. The teaching practice has shown that the above exploration not only stimulated the interest in the optional course of medical informatics among students, but also effectively implemented the "five early" mode of early prediction, early adjustment, early identification, early diagnosis, and early treatment among medical students.

【**Key words**】 Medical Informatics;　Practice and exploration;　Modularization;　Prediction
Fund program: Science and Technology Plan of Beijing Municipal Education Commission (KM202010025025)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220411-01536

医学信息学是研究医学领域中的信息现象和信息规律，用于医学决策和管理的交叉学科。根据国际医学信息学协会（International Medical Informatics Association，IMIA）文献统计分析表明[1]，医学信息学

的研究热点由原来的生物信息学（包括基因组学、药物信息学、转化医学等）逐步转向健康信息学（包括公共卫生信息学、护理信息学、远程医疗等）。特别是进入21世纪以来，随着以移动互联网、物联网、云计算、大数据等为代表的新一代信息技术与健康医疗行业紧密融合，医学信息学作为医学院校非信息类专业的选修课之一，进一步地研究和探索其教学内容和实践方法，以适应创新型医学人才培养以预防为主和早预测、早调整、早发现、早诊断、早治疗的“五早”模式培养目标，从而为临床决策提供更好的支持已成迫切需求[1]。

目前，各国都在积极探索适合本国的医学信息学教育模式[2]，如以信息学为主导的医学专业必修课的德国模式、以核心模块加选修模块的英国模式及美国的一些大学（如哥伦比亚大学、斯坦福大学等）的医学信息学学位教育模式。国内学者也对医学信息学教育的学科建设、学科发展、教学改革、人才培养等进行了研究[3-4]。在大数据国家战略背景下，医学信息学教育面临前所未有新机遇与新挑战[5]。特别是医学院校非信息类专业的短学时（一般是2个学分36学时或者32学时）医学信息学选修课，承载着为临床医学学生开启智慧医疗大门及方法应用的培养重任。为实现这一目标，本文主要针对医学信息学选修课的教学内容、教学实践方法和教学评价进行了深入的研究和教学探索实践。

1 医学信息学选修课的现状

医学信息学课程必须做到让学生在掌握必要知识与技能的同时，保持对课程的兴趣与学习动力。但是，医学信息学作为交叉学科，大部分医学生对其认知度相对较低，对其研究内容、任务及重要性不甚了解；一部分学生通过网络搜索方式，对课程的了解仅仅停留在其涵盖内容丰富，感觉学时短掌握不了真正有价值的东西的层面；少数学生知道该门课程需要一定的高等数学和计算机算法的综合知识，有畏惧的心理，加上医学院校的整体氛围偏向医学，因此学生选修热情普遍不高。

2 医学信息学选修课课程的问题

2.1 涉及知识面广而学时有限

国内高校的医学信息学多数基于信息检索，因此医学信息学教育教学内容多数以计算机和数学统计类课程为基础，以情报学、管理学类课程为基本理论与方法开展教学居多[6]。这种传统的课程设置，一方面前期铺垫较多，内容包罗万象；另一方面与动手实践能力结合度低，而多数医学生希望短时间内能掌握其中的一个或多个技术，然后动手实践。医学信息学方法辅助决策可以为医学生以预防为主的培养目标打下坚实基础。因此，研究探讨“互联网+”时代医学信息学教育课程的教学内容设置和教学方式改革迫在眉睫。

国际医学信息学学会对非医学信息学专业教育的推荐内容包含12条之多[6]。基于短学时医学信息学选修课自身的特点，选择“小数据集，电子病历/电子健康档案的基本应用”为主要内容，一是契合当前的应用热点，更容易吸引学生的兴趣；另外，目前国家医疗资源相对集中于大城市，而多数学生毕业后都需要到中小城市或者大城市的社区服务，随着“互联网+健康医疗”理念的不断深入，采用信息技术手段辅助医学决策是他们将来走出校门，快速提升技能的一个重要手段。

2.2 数学背景和计算机基础要求高

医学信息学研究热点逐步转向健康信息学，医学界正从过去以症状治疗为主转向以预防为主，形成早预测、早调整、早发现、早诊断和早治疗的“五早”模式[1]。因此，将基于电子病历的基本应用特别是预测方法作为今后医学信息学教育的重点，是达成预防为主和五早模式的重要途径之一。

实现医学生预防为主的培养目标困难重重。预防为主的建模和模型预测需要一定的数学和计算机基础。目前多数医学院校的临床医学、预防、精神医学、临床药学等专业多数在开设了高等数学课程以后，几乎不再开设线性代数、概率论等与建模和预测紧密相关的数学或者算法类的后续课程。在程序设计语言方面，部分医学院校开设R编程语言或者SPSS统计分析，但是教学内容多数局限于统计分析，对于建模和机器学习相关的知识讲授偏少或者几乎不涉及。

3 教学改革实践

3.1 多种方式做好课程宣传和介绍

目前医学院校计算机类选修课多种多样[7]，学生选修的兴趣更多来自于对课程名称的直觉，对课程的认知仅停滞在浅层次意义上维基百科、百度百科关于课程的概况介绍。为增强学生对医学信息学课程的了解，一方面通过制作海报进行校内宣传、发布相应的微信APP链接，先吸引学生关注度；另一方面，在前期讲授计算机基础的课堂上简要介绍医学信息学知识，说明医学信息学课程与临床医学之间的相关度及在未来实践中的应用前景，以激发学生的学习兴趣。另外，学生的从众心理和上下年级学生间的经验传授，可以努力保证足够多人数选修该课程。

3.2 以模块重组教学内容

医学信息学在科学研究中的作用越来越重要，而目前教学中实践教学与医学研究的结合明显不

足[8]，学生不能灵活运用所学的医学信息学知识快速解决医学研究中的科学问题。为此，选择医学信息学中的“小数据集，电子病历/电子健康档案的基本应用”为主要讲授内容。基于医学信息学选修课短学时的特点，选择小数据集，降低了算法对硬件的依赖；将基于电子病历的应用，特别是机器学习中的回归、分类和聚类作为方法应用讲述的重点，降低理论难度，重在强调算法思想和手算实例，而不强调编程实现（多数学生没有程序设计语言基础），降低了入门学习的门槛。而且多数算法在不同的语言如MATLAB、R语言、Python语言都有很好的实现，学生在学有余力的情况下完全可以自学熟悉已有的语言接口或调用方法。相信熟悉语言接口或调用方法的难度远远低于对算法思想的理解掌握，以算法思想和手算实例为教学突破口是完全可行的。

以讲授算法应用为主线，以医学实例应用重组教学内容，力求讲清楚每一个方法（表1）。教学内容及方法模块多数以轻量数据集为主，不是随波逐流放在医学大数据上，主要是由于后者算法多数以迭代为基础，需要编程实践，对学生编程能力和机器硬件环境要求较高。另外，基于大数据的深度学习方法，完全可以从单层感知器算法加以延伸，深度学习的多层神经网络，其算法思想与感知器算法一致，内容在学时允许的情况下进行延伸扩展。目前已在生物医学工程专业进行了短学时36学时两个学期的实践，教学内容紧凑，方法间衔接好，取得了良好教学效果。

表1　教学内容与模块

医学信息处理方法概述	数值预测（回归），疾病分类（分类），图像分割（聚类），文本数据降维（SVD降维）
数值数据处理模块	零基础引入回归方法进行某种生理指标或者疾病生存期的数值预测
	对比回归方法引入Logistics回归进行疾病类型分类预测
	感知器算法分类方法[关联SVM（Support Vector Machine）和多层感知器方法]
文本数据处理模块	基于计数方法的文本数据数值化处理（共现矩阵、SVD降维）
	朴素贝叶斯方法分类预测
图像数据处理模块	基于聚类方法的图像分割
	基于多层感知机（multilayer perceptron，MLP）的图像分类

注：SVD降维，即奇异值分解（singular value decomposition）降维。

国内也有学者基于医学大数据，在医学信息学中讲授基于医学大数据的医学信息学[5,9-10]。诚然，医学大数据是潮流，开展大数据环境下的医学信息学教育是趋势。但是多数实践都是针对信息类本科专业，而且医学大数据的应用对硬件的要求更高。短学时的医学信息学选修课，多数学生缺乏前期课程铺垫，学生学习相对困难，授课教师也通常劳而少功、精疲力竭。以医学信息学课程为基础，结合学生反馈信息，另开一门深度学习导论选修课，对方法的应用加以提升可以是后续的选择。

3.3　以案例推动教学方式变革

围绕提高教学质量的变革始终是教学工作的主题。国内高校的教师在医学信息学教学中进行了很多有益的尝试，如杨帆等[11]提出的注重线上线下学习相结合，自主学习与合作学习相结合，结构性学习与非结构性学习相结合的混合式教学；颜红梅、秦龙[12]提出医院挂号信息子系统的挑战性综合实验方案；陆维嘉、唐颖[13]进行了项目化实践教学模式探索的探讨。围绕已取得的同行的经验和模块化的教学内容，我们采用常规教学+翻转课堂的教学方法，充分调动学生的积极性；选择一个综合数据集的不同维度，以案例驱动的方式，采用不同的医学信息处理方法进行处理。讲授案例主要包括：①基于电子病历纵向时间线数据，将回归方法融于其中，预测疾病患者的生存期或者某个指标（如2型糖尿病患者数据）；②以电子病历横断面数据为基础，将分类方法用于疾病分类或者分型；③以电子病历中的医嘱文本为基础，进行文本的数值化处理；④以电子病历中的胸部CT数据为基础，讲授图像分割和肺结节分类。

医学信息学从处理的数据类型出发，可以分为数值型数据、文本型数据和图像数据。而其中主要使用的机器学习方法不外乎是有监督的回归、分类方法和无监督的聚类方法。实际上不同的机器学习方法既可应用于数值型数据或者文本数据，也可以应用于图像数据，因此案例之间的算法是相通的，不会因为算法多而占用太多学时。不同模块之间的关系及算法之间的串接关系，学生可以自由选择案例，完成最后的期末研究报告（表2）。

表2　教学案例与方法对应关系

电子病历数据	纵向时间线数据	以某种疾病的回归方法进行数值预测
		对比回归方法引入Logistics回归分类疾病类型分类预测
		感知器算法分类方法（关联SVM和多层感知器方法作为拓展）
	横断面数据	疾病分类或者分型
		临床医嘱文本、图像报告处理
		肺结节图像分割
		肺结节图像良性、恶性分类

3.4　以综合作业作为评估教学效果

围绕课程案例和翻转课堂中的学生兴趣，鼓励

学生自主结合(2~3人一组),以小组形式提升了学生科研协作能力;自主选择研究题目(预留若干题目,但不限于此),延迟研究报告提交周期,增加辅导时间。所有的研究报告中必须包含问题提出、使用数据描述、算法理论描述、实现方法、结果分析、存在的问题6个基本项。针对不同问题,可以选择多个方法进行对比分析。

采用研究报告的形式,将评分点放在对学生分析问题和解决问题能力的考核上,从而培养学生基本的科学素养和科学创新能力。采用研究报告的形式对学生进行考核,更看重报告的完整性和科研训练流程的规范性,注重研究题目结果的分析和归纳总结,而不是局限于结果的正确与否。虽然颠覆一卷决定所有的传统课程评价方式,但是无形之中提升了学生针对问题的判断力和综合处理能力,即使将来走出校门,对于科研工作也不会有畏惧心理。针对生物医学工程专业的两个学期的实践表明,效果良好,对学生的毕业设计也有很好的启发带入效果。

总结已完成的两个学期的学生期末研究报告,发现学生很好地掌握了医学信息处理的基本理论,尤其是对方法应用流程普遍掌握较好,但对于方法的总结和案例存在问题的分析稍显不足。期末调查反馈显示课程涉及信息处理方法较多,而前期的数学基础相对薄弱,学生普遍反映课下还需很多时间复习消化课堂内容,对于自学能力强的学生没有问题,自学能力差的学生则相对困难。翻转课堂逼迫学生课下自主学习,课上教师指导研学,一定程度上保证了教学目标的达成。

3.5 以多媒体技术推动教材建设

通常,教材建设的速度远远跟不上信息技术更新发展的速度。医学信息学选修课,涉及的数学和算法知识较多,教学实践中,为学生指定太多的教材,有可能让学生知难而退;另外,多数学生也可能不购买教材。为此,教学过程中,授课教师注重一些实用的网站如CSDN、GITHUB的线性代数、高等数学和算法的好文,收集整理成电子文档分享给学生;也可以将链接直接转发给学生。针对一些难以理解的知识点一定要录制一些讲解的视频,作为课堂的辅助材料,并且将二维码内置于电子文档中,方便学生扫码自学。制作一本高质量的集文字、视频于一体的电子版多媒体教材,不但可以在手机、平板等移动端作为自学入门读物,使得教学内容更加实用高效,而且还可以作为将来工作实践的参考手册。

4 结语

医学信息学作为交叉学科,是一门具有一定难度的课程,以与应用结合更紧密的医学实例特别是预测相关的实例作为教学主题,无疑会使得课程更具吸引力;内容模块化,复杂算法实例化,利用翻转课堂充分调动学生的积极主动性,保障了课程的活力;灵活的多媒体教材也使得课程更具魅力。作为短学时的选修课程,把实用性放在首位,通过灵活的教学方式和线上辅助教学,师生互动,研学结合,让这门课在医学院校更具创新性,从而为后续的专业教学和临床实践奠定坚实基础。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 赵相坤、刘冬冬:提出论文构思、撰写论文;景斌、陈卉:总体把关;刘红蕾:对课程的案例设计提供了很好的帮助

参考文献

[1] 徐璐璐, 杜建, 叶鹰. 21世纪以来医学信息学研究走向及其健康信息学转向[J]. 情报学报, 2020, 39(7): 777-786. DOI: 10.3772/j.issn.1000-0135.2020.07.009.

[2] 张雪, 张志强, 陈秀娟. 中美医学信息学本硕教育现状对比分析与启示[J]. 图书情报工作, 2019, 63(12): 12-21. DOI: 10.13266/j.issn.0252-3116.2019.12.002.

[3] 曹高芳, 于微微, 李继宏, 等. 国内外医学信息教育研究比较[J]. 预防医学情报杂志, 2013, 29(1): 62-65.

[4] 张远鹏, 盛健美, 蒋葵, 等. 中欧医学信息学教学对比研究[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2015, 39(5): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5707.2015.05.008.

[5] 李后卿, 郭紫. 大数据战略背景下我国医学信息教育的战略发展方向[J]. 中华医学图书情报杂志, 2017, 26(9): 1-6. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3982.2017.09.001.

[6] 孟健男, 司维. 非医学信息学专业学生医学信息学课程方案探讨[J]. 医学信息学杂志, 2019, 40(3): 87-89. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6036.2019.03.017.

[7] 赵相坤, 陈卉, 景斌, 等. 以Java语言为基础优化医学院校计算机类选修课的改革探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2015, 14(8): 776-779. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2015.08.006.

[8] 梁猛, 席珺, 王文锐, 等. 医学院校生物信息学本科教学探索及思考[J]. 基础医学教育, 2018, 20(4): 281-283. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2018.04.12.

[9] 宫立恒, 郭晓伟, 杨洁, 等. 医疗大数据环境下医学信息学课程体系的构建[J]. 教育现代化, 2019, 6(78): 58-60. DOI: 10.16541/j.cnki.2095-8420.2019.78.026.

[10] 赵玉晖. 医学信息学教育在大数据环境下的变革研究[J]. 中国当代医药, 2019, 26(3): 185-187. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4721.2019.03.058.

[11] 杨帆, 钟立明, 潘秋予. 混合教学模式在病案信息学教学中的应用探讨[J]. 中国医疗管理科学, 2020, 10(3): 67-69. DOI: 10.3969/j.issn.2095-7432.2020.03.017.

[12] 颜红梅, 秦龙. 医学信息学课程挑战性综合实验设计与探讨[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(6): 64-67. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4550.2018.06.015.

[13] 陆维嘉, 唐颖. 医学信息学专业项目化实践教学模式探索与实践[J]. 现代职业教育, 2018(31): 139. DOI: 10.3969/j.issn.2096-0603.2018.31.099.

(收稿日期:2022-04-11)
(本文编辑:唐宗顺)