

文章编号: 2617-6084 (2025) 01-0032-08

“新医科+新工科”背景下追求理解的医学图像处理课程设计与实践

崔 勇, 魏 末, 宣 杨*

(沈阳药科大学 医疗器械学院, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要: 为了适应“新医科+新工科”背景下创新型卓越生物医学工程人才培养需求, 提高医学图像处理课程教学质量。笔者团队对医学图像处理课程进行了课程设计改革并实践。基于 UbD (Understanding by Design) 理论, 突出医学应用, 将医学图像处理技术与人工智能、大数据、5G 通信等先进技术交叉融合, 对医学图像处理课程进行教学设计, 并在我校生物医学工程专业第 6 学期进行了教学实践。本课程设计以理解为教学目的, 课程目标明确, 课程内容满足“新工科+新医科”要求, 考核方式能够评估学生对教学内容的理解程度。实践证明学生对教学整体满意度较高。

关键词: 医学图像处理; UbD 课程设计方法; 生物医学工程

中图分类号: R318 **文献标志码:** A

新时代背景下, “新工科+新医科”建设目标是通过培养多样化、创新型卓越工程科技人才, 实现从“生物医学科学为主要支撑的医学模式”向以“医文、医工、医理等交叉学科为支撑的医学模式”的转变^[1-2]。生物医学工程专业作为医工结合的交叉学科, 在“新医科+新工科”背景下, 生物医学工程专业建设重点和人才培养目标都发生了一定的变化^[3]。“新医科+新工科”建设的内涵虽不止课程教学这一个维度, 但提高专业课教学质量是“新医科+新工科”建设的一个重要目标。“医学图像处理”是生物医学工程专业重要的专业课之一, 在“新医科+新工科”背景下, 课程内容应紧跟技术发展趋势, 注重知识更新, 注重交叉融合。

1 医学图像处理课程介绍及现阶段问题

1.1 课程介绍

沈阳药科大学于 2012 年开设生物医学工程专业, 招收四年制本科生。医学图像处理是生物医学工程专业高年级学生的一门专业课。

1.2 现阶段问题

第一, 医学图像处理所分配的课时为 24 学时, 学时的有限性与课程内容的丰富性之间存在一定矛盾。第二, 医学图像处理具有应用性强的特点, 为使学生更易理解知识点, 教师在授课时常采用案例教学法。由于医学图像处理课程知识点较多, 存在教学案例孤立散杂、课程案例衔接性差的问题。第三, 医学图像处理教学模式为教师授课、学生听课、课后作业、闭卷考试, 存在教学模式陈旧的问题。第四, 存在授课内容与产业前沿及医学应用结合不够紧密的问题。

投稿日期: 2023-12-11

作者简介: 崔勇 (1982-), 男 (汉族), 辽宁营口人, 博士, 副教授, 从事生物医学工程教学与科研的研究, **E-mail** fayongcui@163.com; ***通信作者:** 宣杨 (1985-), 女 (汉族), 辽宁辽阳人, 博士, 讲师, 从事生物医学工程教学与科研的研究, **E-mail** xuany_neu@163.com。

2 UbD 理论及教学设计方法

2.1 UbD 理论及理解的六个侧面

UbD 理论是由当代美国教学改革专家格兰特·威金斯(Grant Wiggins)和杰·麦克泰(Jay McTighe)于 1998 年提出的理解为先的逆向教学设计模式,是一种以学习目标为核心,为促进理解而教,重视理解的新型课程设计模式^[4]。在《牛津英语词典》中,动词“理解”的意思是“领悟含义或意义”。UbD 理论形成了一个六侧面理解视角,即能解释,能阐明,能应用,能洞察,能神入,能自知^[4-5]。

2.2 UbD 理论教学设计的三个阶段

课程设计上,UbD 模式“以终为始”常采用的是以目标为核心的三段式的逆向教学设计。阶段一:确定教学目标。思考教学目标,明确学习内容,通常一门专业课所包含的内容比我们在有限时间里能够讲授的内容要丰富得多,因此需结合生物医学工程专业实际应用需求确定教学目标。阶段二:确定合适的评估证据。要依据收集的评估证据来设计教学单元,而不是简单地根据课程包含的内容或是一系列学习活动来设计教学单元。阶段三:设计学习体验和教学实践。根据阶段一、阶段二的教学目标和评估证据设计适合的教学活动^[4-6]。

2.3 UbD 评估教学效果的基本方法

UbD 理论逆向设计要求在设计教学活动和作业之前,要认真思考如何评估学生的理解。UbD 逆向设计的主要价值就是为改变忽视评估完整性的思维习惯提供工具和方法^[6-7]。由于理解是随着探究和反思的进程逐渐形成的,对理解的评估应该是随着时间的推移而形成的“证据集”,而不是如常见的教学结束前的随堂测验的单个“事件”。UbD 理论教学设计中强调实践任务的真实情境,学生能够化身为某个真实情境中的角色,进而运用所学知识解决问题^[8]。

3 基于 UbD 理论的医学图像处理课程设计

3.1 确定教学预期结果

3.1.1 以终为始,追求理解,确定教学目标

我校生物医学工程专业本科生每年考研与就业学生比例约为 2:1。学生出口主要涉及医学基础研究、医学临床应用、医疗器械等相关领域。毕业生的工作内容通常具有医工、医理交叉的特点。因此,确定了医学图像处理课程的如下教学目标。第一,为学生提供医疗器械行业需要的图像处理技术基本知识储备,培养学生掌握图像处理技术的计算机实践能力。第二,培养学生理解医学基础研究及医学临床应用所需的先进图像处理技术。

3.1.2 紧跟前沿,以产业需求为导向,引入新技术

培养学生理解人工智能、5G 传输、大数据等前沿技术与医学图像处理技术的融合方法。增加前

沿案例,把深度学习作为数字图像处理的重要方法贯穿于相应内容中。培养学生理解彩色图像及灰度图像的深度学习分割方法。

3.1.3 关注创新,以医学应用为目标,扩展课程外延

以图像处理课程为基础,课程中的教学案例可向毕业设计、大学生创新创业延伸。鼓励生物医学工程专业学生在毕业设计、大学生创新创业训练项目中运用先进的图像处理技术解决医学热点问题。

3.2 确定能证明学生达到预期目标的证据

医学图像处理技术具有应用性强的特点,在关注理解的教学设计过程中,重点考核理解的应用层面。考核评价方式及成绩比例如表 1 所示,评估过程采用个人与团队考核相结合、自评与学生互评相结合的方式,增加过程性考核的比重。“证据集”收集内容包括:第一,课堂作业,收集学生理解医学图像处理的基本原理的证据。第二,学生学习周记,以个人为单位提交,要求学生记录自己是如何对当周课程所涉及的内容进行学习的,收集学生理解当周学习内容的证据。第三,期末考核采用项目作业形式,要求采用先进的图像处理技术并提交报告,以小组形式进行答辩,由学生自评、组间互评和教师评定共同测定,收集学生理解先进的图像处理技术的证据及具备计算机实践能力的证据。课程总成绩=平时作业×20%+学习周记×20%+期末考核×60%。

Table 1 Assessment methods and performance ratio

表 1 考核评价方式及成绩比例

项目	平时成绩			期末考核	
内容	平时作业	学习周记	小组自评	小组互评	教师评定
成绩比例	20	20	20	20	20
合计	40			60	

3.3 教学过程设计

针对医学图像处理课程现阶段存在的问题,结合 UbD 理论对教学过程进行了如下设计。

3.3.1 教学内容设计

为解决学时的有限性与课程内容的丰富性之间存在的矛盾。对教学内容进行分析凝练,力求突出医学图像处理特色并兼顾医学图像应用的广泛性。具体章节内容及典型例图如表 2 所示。

为满足中医药产业发展需求,在教学内容及实例图像上加入舌诊图像。为解决教学案例孤立繁杂、课程案例衔接性差的问题,将脊柱 MRI 图像分割和中医舌诊客观化两个案例贯穿整个医学图像处理课程。在“新医科+新工科”背景下,引入难度适中的脊柱 MRI 图像数据集二分类分割项目案例,以适应产业发展前沿需求。经典图像处理部分的教学设计围绕脊柱 MRI 图像分割和舌图像分割案例展开。人工智能医学图像处理部分的教学设计围绕脊柱 MRI 图像自动分割案例展开。

Table 2 Chapter contents and typical examples

表 2 章节内容及典型例图

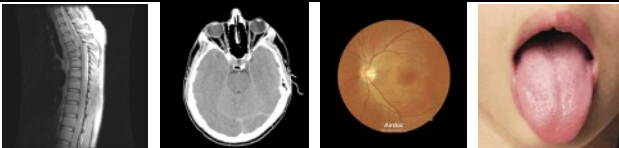

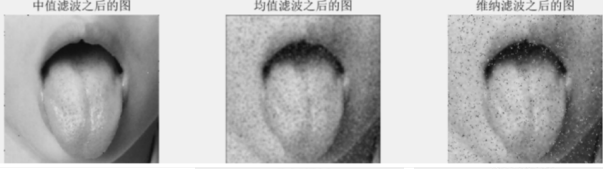


章节内容	典型例图
第一章 医学图像基础	
第二章 医学图像增强	<p>幂次变换 $s = r^\gamma$ $\gamma < 1$</p>  <p>人体上部颈椎骨折磁共振图像</p>
第三章 医学图像滤波	 <p>中值滤波之后的图 均值滤波之后的图 维纳滤波之后的图</p>
第四章 医学图像分割	 <p>原始图像 分割模板 分割效果</p>
第五章 人工智能医学图像处理	

图 1: MR 体数据椎体自动分割示例

3.3.2 教学模式设计

为解决教学模式陈旧的问题，采用将理论教学与实践教学集于一体的软件平台设计方法^[9-10]，基于 Matlab App 设计了沈阳药科大学医学图像处理教学系统。教学系统总体功能框图如图 1 所示，该系统包括医学图像基础、医学图像增强、医学图像滤波、医学图像分割、人工智能医学图像处理 5 个基本图像处理模块，对应教学内容的五个章节，系统基本涵盖课程全部教学内容的演示功能。该系统可转化为.exe 可执行文件，可脱离 Matlab 环境运行。教学系统主界面设计如图 2 所示，以课程第一章医学图像基础的第三节灰度直方图为例教学系统演示效果如图 3 所示。

3.3.3 项目作业设计

为了评估学生是否理解教学内容，设计了项目作业，在作业中寻找理解的证据。经典图像处理课程内容以彩色舌图像分割和脊柱 MRI 图像分割作为作业。人工智能图像处理部分以脊柱 MRI 图像自动分割为验证性作业，为了降低难度该作业给出程序结果不计入成绩，要求学生在 PyTorch 框架下用给定的 python 程序验证算法。

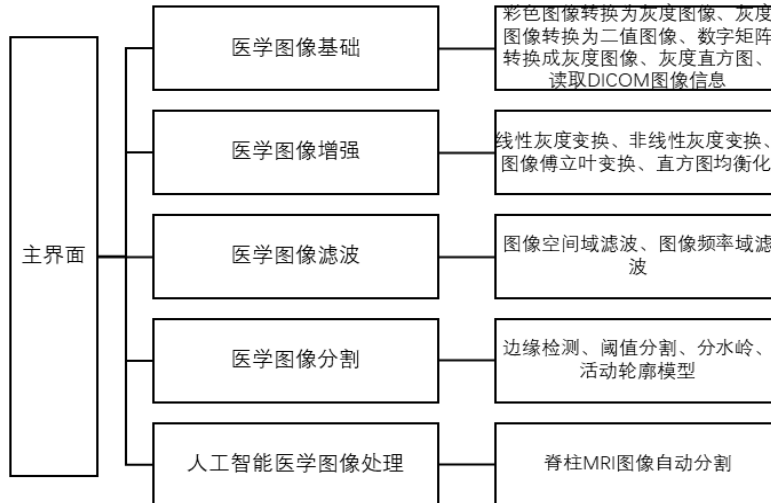


Fig. 1 Overall functional block diagram of the system

图 1 系统总体功能框图

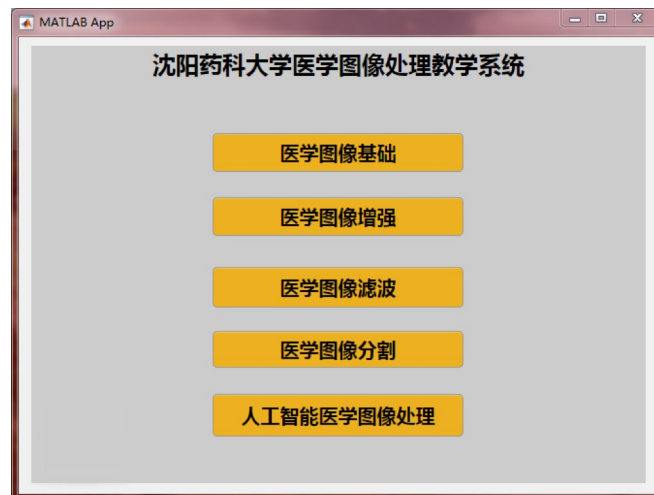


Fig. 2 Main interface of medical image processing teaching system

图 2 医学图像处理教学系统主界面

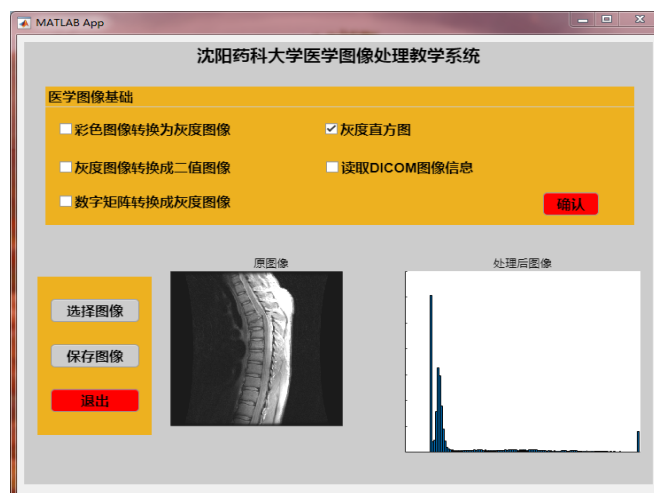


Fig. 3 Gray histogram demonstration effect

图 3 灰度直方图演示效果

3.3.4 课程扩展性作业设计

课程向毕业设计和大学生创新创业延伸。设计二个扩展性作业，中医舌诊客观化软件系统设计和脑 PET 图像分类识别。扩展性作业不计入课程考核范围，学生可以选择在毕业设计或大学生创新创业中继续探索，给感兴趣的同学提供进一步深入学习的方向。

4 教学实践

4.1 教学实践过程

根据以上课程设计，在沈阳药科大学 2022~2023 下学期进行教学实践。教学过程中所有例题、例图、作业、项目案例均采用医学图像。针对目前眼底照相、彩色多普勒超声图像、内窥镜、中医面诊对彩色图像的应用需求，在教学内容及示例图像的选择上，均衡选取彩色图像和医学灰度影像。

在教学过程中，中医舌诊图像为常见的彩色数字图像，让学生处于给自己及同学看病的真实情境中，可激发学生的学习兴趣。脊柱 MRI 图像是典型的医学影像图像，使学生处于脊椎疾病诊断的真实情境当中。

在课程开始，就告知学生脊柱 MRI 图像分割及中医舌诊分割为作业项目，中医舌诊客观化软件系统设计和脑 PET 图像分类识别为扩展项目；告知学生项目的实施步骤及与之对应的数字图像处理知识点，作业涉及的内容及课程考核办法。使学生明确课程学习目标为：（1）理解医学图像基础、医学图像增强、医学图像滤波及图像分割原理及 Matlab 实现方法，并在舌图像分割和脊柱 MRI 图像分割作业中进行应用；（2）理解脊柱 MRI 图像自动分割的示例内容的操作。

在人工智能图像处理教学过程中介绍神经网络基础知识、深度学习 PyTorch 框架。根据学生已有 Python 基础在教学中直接给出基础程序，学生可基于基础程序实现项目要求。教学目标是培养学生掌握深度学习图像二分类分割方法，而不强调深度学习原理，从而降低学生运用人工智能技术进行医学图像处理的学习难度。

作业以小组的形式开展，6 人为一组，并组织作业答辩，成绩由学生和教师共同测定。

4.2 教学效果问卷调查

课程结束后，通过自编问卷调查以上课程设计的教学效果。为保证调查结果的真实性，采用匿名作答方式。发放问卷 31 份共收回有效问卷 30 份，回收率为 96.8%，所回收问卷均为有效问卷。

调查问卷共 12 题，分 A、B、C、D 四组。A 组：1~3 题考查本教学设计内容在教学过程中的落实情况。B 组：4~6 题考查学生对教学内容的理解情况。C 组：7~9 题考查学生对引入的人工智能和 5G 新技术的满意度情况。D 组：10~12 题考查学生对课程的整体满意度及教学目标完成情况。调查问卷中每道题的回答采用 5 分制，非常不同意为 1 分，不同意为 2 分，比较同意为 3 分，同意为 4 分，非常同意为 5 分。

调查问卷内容及结果如表 3 所示。由表可知 12 道题同意以上即 4~5 分段占比均在 80%以上，1~

2 分段即不同意以下的均在 5% 以下, 说明学生对课程总体比较满意。表中 3 分即比较同意占到 15% 以上的评价指标为 3、9、11。指标 3 说明课程所设计的中医舌诊案例在各章节的使用中仍需提高衔接性。指标 5 说明学生认为 5G 和云存储内容帮助有限。分析原因: 首先, 跟学生前期课程的相关知识储备少有一定关系; 另外, 在接下来的教学中, 应注重针对该部分教学内容设计真实情境, 使学生容易将已有知识与新知识建立连接, 提高学生学习兴趣。指标 11 说明本校生物医学工程专业大部分学生所选的研究生学科方向并非医学图像处理。在接下来的教学中应适当调整该部分教学目标, 更重视课程的应用性及基础性。

Table 3 Questionnaire survey of teaching effect (n, %)

表 3 教学效果问卷调查情况 (n, %)

评价指标	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
1 本课例题、例图、作业、项目案例均采用医学图像	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (10.00)	5 (16.67)	22 (73.33)
2 本课程例图中包括彩色图像和灰度图像	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (3.33)	5 (16.67)	24 (80.00)
3 中医舌诊图像处理案例贯穿整个课程	0 (0.00)	1 (3.33)	5 (16.67)	8 (26.67)	16 (53.33)
4 中医舌诊图像处理的真实情境能帮助我理解教学内容	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (10.00)	6 (20.00)	21 (70.00)
5 通过本课程能理解 Matlab 图像处理操作过程	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (10.00)	8 (26.67)	19 (63.33)
6 Matlab 教学系统对教学内容的演示能帮助我理解教学内容	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (6.67)	6 (20.00)	22 (73.33)
7 我在本课程中首次学习深度学习相关内容	0 (0.00)	1 (3.33)	3 (10.00)	6 (20.00)	20 (66.67)
8 通过本课程的学习能够理解深度学习图像处理操作过程	0 (0.00)	1 (3.33)	2 (6.67)	8 (26.67)	19 (63.33)
9 本课程中安排的 5G 和云存储内容对我很有帮助	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (17.00)	5 (17.00)	20 (67.00)
10 课程内容安排合理	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (10.00)	6 (20.00)	21 (70.00)
11 本课程对考研有所帮助	0 (0.00)	1 (3.00)	6 (20.00)	8 (27.00)	15 (50.00)
12 本课程对就业有所帮助	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (10.00)	10 (33.00)	17 (57.00)

5 结论

构建主义思想认为, 知识不能通过教师传授获得, 它只能通过巧妙设计和有效指导由学习者自我建构而来。本文基于 UbD 理论对生物医学工程专业医学图像处理课程进行设计, 并在教学中进行实践。所设计的课程案例、课后作业具有医学应用性且目标明确^[1], 学生的动手操作活动贯穿始终,

与传统的课堂相比，学生在完成项目的过程中形成了一个完整的医学图像处理知识链，学会了项目开发和团队合作。实践证明，本课程设计具有全局性，课程目标明确，设计初衷以学习目标为中心可促进学生对所学知识的理解，学生满意度较高，符合好的课程设计要求^[12]。

参考文献：

- [1] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017(2): 26-35.
- [2] 季振宇, 周怡敏, 杨滨, 等. 新工科和新医科背景下生物医学专业课程教学设计与实践[J]. 医学教育研究与实践, 2020,28(3): 374-376.
- [3] 郭建如, 张涵露. 资源对综合性高校医工交叉本科人才培养模式的影响——基于北京大学的案例研究[J]. 高等教育研究, 2022,43(6): 70-79.
- [4] 格兰特·威金斯, 杰伊·麦克泰格. 追求理解的教学设计(第二版)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2017: 3.
- [5] 王琦. UbD 模式与 STEM 课程的融合分析[J]. 教学与管理, 2020(36): 81-84.
- [6] 杨晶, 王川, 腾旭, 王礼, 等. UbD 课程设计法在生理学教学中的应用初探[J]. 中国高等医学教育, 2017(7): 66-67.
- [7] 郑耀通. UbD 设计在环境微生物学教学中的应用——以微生物特性与功能单元为例[J]. 微生物学杂志, 2021,41(1): 119-122.
- [8] 韩贵来, 李海霞. 人工智能大背景下的医学图像处理教学改革探讨[J]. 计算机时代, 2020(11): 117-119,123.
- [9] 赵洁, 廖文静, 陈昊, 等. 基于 Python 的数字图像处理课程教学演示系统设计[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2021,30(1): 46-52.
- [10] 齐玉娟, 王延江. 基于 Matlab GUI 的图像和视频处理仿真系统设计[J]. 实验技术与管理, 2019,36(3): 146-149.
- [11] 田昕, 赵芳, 李波. 医学应用背景下数字图像处理课程的教学探索[J]. 科教导刊, 2021(11): 145-147.
- [12] 赵炬明. 什么是好的课程设计[J]. 高等教育研究, 2020,41(9): 84-87.

Course design and practice of medical image processing under the "New Medical + New Engineering" framework with a focus on understanding

CUI Yong, WEI Mo, XUAN Yang

(School of Medical Device, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China)

Abstract: To meet the demand for training innovative and excellent biomedical engineering talents under the "New Medical + New Engineering" framework and to improve the teaching quality of the medical image processing course, our team has reformed and implemented a new course design. Based on the UbD (Understanding by Design) theory, we emphasize medical applications and integrate medical image processing techniques with advanced technologies such as artificial intelligence, big data, and 5G communication. The course was implemented in the sixth semester of Biomedical Engineering major in our university. This course design prioritizes understanding as the primary teaching goal, ensuring clear objectives, content aligned with the "New Engineering + New Medical" framework, and assessment methods that effectively evaluate students' comprehension. The practical implementation has demonstrated high student satisfaction.

Keywords: medical image processing; UbD course design method; biomedical engineering