

# 基于人工智能的电路分析教学的新实践

秦善强<sup>1</sup>, 黄江波<sup>1</sup>, 申梦思<sup>2</sup>

<sup>1</sup>长江师范学院, 机器人工程学院, 重庆

<sup>2</sup>重庆滨江实验学校, 重庆

收稿日期: 2022年10月18日; 录用日期: 2022年11月16日; 发布日期: 2022年11月23日

## 摘要

随着先进教学理论的不断发展和完善, 许多行之有效的先进教学理论在教学实践中发挥着重要作用。这些理论可以在教学理念、方法、手段上进行创新, 从多角度考察等, 可以极大地丰富教学方法和教具, 改革考试方式。人工智能(AI)在教育领域一直有相应的贡献, 本文以专业核心课程——电路分析为载体, 介绍了人工智能在电路分析课程的教学、自适应反馈与推送和对学生学习质量的评估中的新实践, 此举有助于培养学生的素质, 通过两个例子说明了人工智能在教学上的新兴作用和此教学新实践的有效性。

## 关键词

电路分析, 人工智能, 教学及评估, 教学实践

# Novel Practices in Teaching Circuit Analysis Based on Artificial Intelligence

Shanqiang Qin<sup>1</sup>, Jiangbo Huang<sup>1</sup>, Mengsi Shen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Robot Engineering, Yangtze Normal University, Chongqing

<sup>2</sup>Chongqing Binjiang Experimental School, Chongqing

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2022; accepted: Nov. 16<sup>th</sup>, 2022; published: Nov. 23<sup>rd</sup>, 2022

## Abstract

With the continuous development and improvement of advanced teaching theories, many proven advanced teaching theories play an important role in teaching practice. These theories can be innovative in teaching concepts, methods, and tools, examine from multiple perspectives, etc., and

can greatly enrich teaching methods and teaching aids, and reform the examination methods. Artificial intelligence (AI) has been contributing accordingly in the field of education. This paper introduces the new practice of AI in teaching, adaptive feedback and pushing and assessment of students' learning quality in circuit analysis course, which is a core course of the major, and this move helps to develop students' quality. The emerging role of AI in teaching and the effectiveness of this new practice of teaching are illustrated by two examples.

## Keywords

Circuit Analysis, Artificial Intelligence, Teaching and Assessment, Teaching Practice

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

人工智能一直在指导和协助教育技术的延拓及发展,其也有可能解决当今教育领域的一些最大挑战,创新教学实践,并加快实现可持续发展目标的进展。联合国教科文组织致力于支持会员国利用人工智能技术的潜力实现《2030年教育议程》,同时确保人工智能在教育环境中的应用以包容和公平的核心原则为指导[1]。人工智能旨在将对话转变为包括人工智能在解决当前在获取知识、研究和文化表现形式多样性,为教育提供的机遇和挑战,也是人工智能时代所需核心竞争力。

《电路分析》是高校电子信息及自动化类专业的一门重要专业基础课。它是电路理论的入门课程,也是学习后续专业课程的桥梁,重要性是不言而喻的[2]。在教学实践中,如何进一步提高教学质量,增强学生的理解力,是值得探讨的问题。随着先进教学理论的不断发展和完善,许多有效的先进教学理论对教学实践起到了重要作用[3]。这些理论可以在教学思想、方法、手段上进行创新,从多个角度进行考察等。这些理论可以极大地丰富教学方法和教具,改革考试方法[4][5]。

本文描述了人工智能在电路分析课程教学中的新兴作用,其主要特征可以描述为人工智能系统可实现了虚拟运行和评估,可以建议、指导和协助教师教学、学生自学决策,得出解决方案,预测结果,证明结论,并为问题提出替代解决方案,还可以评估课程的质量和学生的学习能力。

## 2. 人工智能在教学中的应用现状

人工智能涵盖了广泛的领域,如自然语言处理、专家系统、模糊逻辑、神经网络和机器人工程技术等。如自然语言处理和人工智能的结合可以建立任何基于规则的专家系统。人工智能程序作为所有智能系统的核心单元,使它们能够在计算机模拟的环境中作为虚拟运行部分发挥作用,其重要性也日益凸显,可衍生出越来越复杂的系统,能够成功地理解人类思维及意图,在更高的自动化水平上互动。

近年来,人工智能技术的发展令人鼓舞,人工智能领域的学术会议、科研、技术竞赛等相应活动比比皆是,技术和应用得到了迅速的更新和扩展。人工智能丰富了人们的生活,语言不再是即时传递和判断信息的唯一载体,图形、图像、声音、手势、符号和公式也可以即时使得人类的思想和信息相互传递交流[6]。人工智能的发展为教育和教学开辟了新的道路,帮助学生掌握了新的技能,人工智能的出现,创新性的为各个专业诞生各种各样的工具,促进知识的学习和记忆,为学生提供数字文本、视频、图片和声音等人工智能资源的信息。使学生的思维更丰富,想象力、创造力更具可实现性。人工智能时代的

教育创新，拓展了学生的数据感觉和技能[7]。人工智能为教育带来了一种新的媒体形式和评价模式。总之，人工智能的出现为教育带来了新的发展路径，但同时也要求学生加强专业教育的创造性发挥，如在专业课程学习中，可以增加“变旧为新”的内容，加强思维锻炼，提高专业技能[8]。

### 3. 基于人工智能的电路分析的教学新实践

人工智能一直在指导和协助教育技术的延拓及发展，以能越来越适应不断前进的教育环境。人工智能在跟踪和评估学习者的表现方面发挥了重要作用，如可精确的让学习者自我调节、监测，根据不同的学习者决定最适合学习者的内容。人工智能正在协理论及实践思维向深度推理和学习系统转变，还有助于组织和综合互动内容，如电子书、视频讲座、自然游戏和教学代理的个人评估。

#### 3.1. 自适应反馈的智能导师系统虚拟学习环境

我们通过一个智能导师系统且具有自适应反馈功能的虚拟学习环境来智能化生成基础的电路分析知识和习题；提供一个互动的电路分析交互窗口，可以增加深层的电路原理的物理理解。该系统提供动态的电路图，通过学生对电路习题和知识的回答，系统给学生赋予评价标签，诸如“正确，继续下一题”或“努力，再来一次”等。当学生在解决问题的过程中犯错时，系统会动态反馈的问题的产生，并跟踪问题的来龙去脉，为学习中提供动态的促进自我监督和自我解释的学习环境。

电路分析这门课程旨在实现一些预期的教学目的和课程成果，如表 1 所示。我们基于深度自然语言理解和基于规则的专家系统向学生交互展示电路分析的基本课题，如表 1 所示的内容，以自然语言处理用来理解和评价学生对问题的回答，提供针对具体内容的反馈，实现预期的教学成果和目标。

以电路分析课程为契机，吸引和激励学生参与电子和电路领域的研究。为了达到预期的课程效果和上述目标，除了传统的讲授教学法，采用了智能导师系统的虚拟学习环境教学技术。在该环境平台中利用 python 在互联网中爬取一些与授课内容相联系的短视频，如：解释基本概念或主题的辅导视频，或者是介绍电子或电气工程最新高科技发展和前沿的视频，重点是电路和系统。机器人工程专业学习电路分析课程，被该虚拟学习环境平台推送的教学辅助视频如：机器人用的传感器及布局、电感器与电容器的教学视频和芯片是设计与加工等。

**Table 1.** Expected course outcomes and teaching objectives

**表 1.** 预期达到的课程成果和教学目标

序号	预期教学成果或目标
1	理解并能够应用基本的电气概念，包括电压、电流、电阻、功率和能量以及参考方向。
2	能够在有电压或电流源的电阻电路中应用欧姆定律。
3	能够使用 KVL、KCL 等效法分析串并联电阻电路。
4	了解与电容和电感有关的基本概念，能够分析初始和稳态条件下的 RC 或 RL 电路；理解并表达交流信号。
5	在分析方面有初步的理解能力，使用复数、电抗、阻抗和相位的简单交流电路。
6	能够在实验室中测量和操作电压、电流和电阻，使用数字/指针万用表、直流电源。
7	能够测量交流信号的振幅、频率和相位，掌握示波器和函数发生器的使用。
8	掌握包括公差在内的标准颜色代码，能读属于数字标记的电阻器、电感器和电容器。
9	使用器件和无焊料面包板构建电路，掌握基本工具，如剪线钳、剥线钳和钳子的使用。
10	了解并遵守实验室的基本安全和使用规则，建立保护设备和器件的意识。

直流电路教学需要强调电位和电位差的概念，因为它们是驱动电荷从一个地方流向另一个地方的电动力量。电位的作用对机器人技术特别重要，因为它是传感器操作和逻辑处理的核心(作用超过电流量)。为了让学生开始理解电势的概念，针对表一中的第 1 条教学目标，学生在输入电容器静电学的问题或对问题的解答后，基于智能导师系统的虚拟学习环境平台以深度自然语言理解问题和解答，智能跟踪问题的来龙去脉，提供动态反馈：电容器同一板上的电荷如何相互排斥，并被另一板上的对立面所吸引。这种情况在板与板之间产生了一个电位差： $\Delta V_c = Q/C$ ，如果提供一个传导路径，就会产生一个能够驱动电荷到对面板块的电场。

该平台会推送电容器静电学的教辅视频，演示电池给一个大电容充电，金属棒或螺丝刀突然放电，以说明板中电荷离开板的趋势。同时强调电容器和电池的区别：电池有一个内部的化学能量来源，其功能就像一个电荷“泵”，可以将电荷从下板移到上板。当单一电荷  $q$  被移动时，所做的功是  $W = q\Delta V_c$ 。充电后的电容器的电势是有限的，并在放电过程中不断减少，直到电流最终完全停止。

学生们可以在系统中搭载模拟实验，用一张导电(碳)纸，组装一个二维(2D)版的平行板电容器，并连接到一个 6 伏的直流电源(电池)。动态显示电荷从高电位流向地面，需要电池来不断地补充电荷。有些板之间的路径非常短，而其他从正极板后面绕到负极板背面的路径则长得多。交互界面让学生思考哪条路径可能更有利，以及回答为什么更多的电荷可能沿着一条路径而不是另一条路径流动。该虚拟学习环境平台的跟踪与反馈可以让学生通过考虑电荷从正极板流向负极板的所有不同路径，将其概念化。

### 3.2. 以问题解决为导向的人工智能建模智能辅助系统

这是在智能辅导系统中关注问题解决的系统，使用模拟和真实数据来预测和评估解决问题的结果；其所依赖的是一个简单的道理，解决问题的正确性是判断学生表现好坏的因素。该辅助系统所具有的电路分析课程的基本模式和进阶模式，是基于解决问题的能力与解决问题的正确性之间的关系，还包括电路图和公式求解等问题。

该智能建模辅助系统以学生的数据和解题过程作为推荐依据，为学生选择或推荐下一个问题；使用数据挖掘工具比较不同学生的问题解决过程和准确性，促进学生之间的自然竞争热情。这是一个有效的平台，依靠比较全面的建模数据为学生对电路分析课程的知识运用提供一个新的指导方案。

举例：基于 Kirchhoff 定律诊断电路

使用 Kirchhoff 电压/电流定律来诊断电路，如图 1 所示的电路供学生考虑。Kirchhoff 电压/电流定律通常是针对(a)所示的电路图讨论的，但推荐系统的自动问题选择程序会把(b)中的电路作为另一种解题模型。这样做的原因在于，电势的概念更为明显。根据学生的解题数据和解题过程，为学生选择或推荐下一个问题：如电容器充放电的 RC 电路图(c)所示。

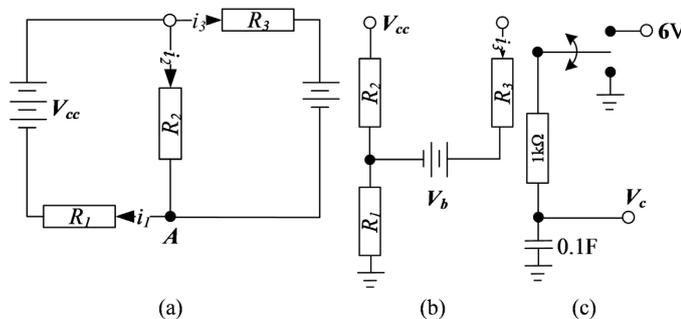


Figure 1. Discussed Kirchhoff's rules for a circuit diagram

图 1. Kirchhoff 电压/电流定律诊断电路

这里,如图 1(a)所示在 A 点确定了一个电流节点,电流可以被任意分配。系统会评估学生写出 A 点电位的所有可能的代数表达式(这些表达式是通过遍历从接地位置向上或从高电位点向下的可能路径计算得到),例如,图中 A 点的电位可以等价表示为  $V_A = i_1 R_1$ 、 $V_A = V_{cc} - i_2 R_2$  和  $V_A = V_{cc} - i_3 R_3 - V_b$ 。结合节点方程( $i_1 = i_2 - i_3$ ),学生们看到这些共同提供了一组足够的方程来解决所有的未知数。在智能辅助里,学生们可以建立一个相同的电路模型,以验证 A 点的电位与预测的一样。

#### 4. 结论

基于人工智能技术在课堂教学中的应用以及行为分析方法的发展,是基于“数据采集与存储”、“行为建模与计算”和“智能服务”,三大功能模块是课堂教学行为的核心智能分析模型。人工智能教学实践成果在教学实践中的应用得到了教师的认可,实验的结果也可为教师的教学反思、教师的专业发展和教学管理提供支持。人工智能在教学需求分析、学习者特征分析、教学方案设计、评价体系建设等方面以及在教学设计过程中的应用有更广阔的研究前景,这可以为课堂信息化教学一体化提供技术支持和创新思路,推动教育教学智能化信息化。

#### 参考文献

- [1] 教育部. 中共中央, 国务院印发《中国教育现代化 2035》[J]. 新教育(海南), 2019(7): 1.
- [2] 温万惠. 电子信息类专业电路基础课程教学实践与思考[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(5): 177-182. <https://doi.org/10.13718/j.cnki.xsxb.2017.05.029>
- [3] 罗小娟, 张雪芹. 面向新工科建设的“正弦电路分析”教学实践与探索[J]. 电子质量, 2022(5): 145-148.
- [4] 谷良田, 李派霞, 席红霞, 王瑛. 基于 EDA 的“电路分析实验”远程教学实践[J]. 山东电力高等专科学校学报, 2021, 24(1): 74-77.
- [5] 朱静, 邹丽, 赵新苗. 电路分析课程的实验教学实践[J]. 集成电路应用, 2021, 38(12): 140-141. <https://doi.org/10.19339/j.issn.1674-2583.2021.12.061>
- [6] Review, A.I. (2016) About the Authors. *Artificial Intelligence Review*, **15**, 1-6.
- [7] Price, S. and Flach, P.A. (2017) Computational Support for Academic Peer Review: A Perspective from Artificial Intelligence. *Communications of the ACM*, **60**, 70-79. <https://doi.org/10.1145/2979672>
- [8] Brink, J.A. (2018) Artificial Intelligence for Operations: The Untold Story. *Journal of the American College of Radiology*, **15**, 375-377. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.01.031>