

高校工科专业课程的美育探索 ——以《数据可视化技术》课程为例*

杜晓林 李童 杜金莲 王丹 张潇 宿浩茹

北京工业大学信息学部, 北京 100124

摘要 2019年4月,教育部出台了《关于切实加强新时代高等学校美育工作的意见》,明确了高校美育是培根铸魂的工作,提高学生的审美和人文素养、全面加强和改进美育是高等教育当前和今后一个时期的重要任务。本文以《数据可视化技术》课程为例,探索了计算机专业课程教学过程中的美育实践,详细介绍5个融入美育元素的教学案例,以及案例实施后的成效和学生反馈。通过这些美育教学案例使学生在愉快的教育中体会“美”背后的科学专业知识,以及人们为了实现“美”而付出的努力,激发学生的科研兴趣,从而发挥他们的聪明才智,勇于探索和创造。

关键字 美育, 高等学校, 工科, 数据可视化技术, 教学案例

Exploration of Aesthetic Education in Engineering Major Courses in Universities——Taking the Course "Data Visualization" as an Example

Xiaolin Du Tong Li Jinlian Du Dan Wang Xiao Zhang Haoru Su

Faculty of Information and Technology
Beijing University of Technology
Beijing 100124, China
du_xiaolin@bjut.edu.cn

Abstract—In April 2019, the Ministry of Education issued the "Opinions on Effectively Strengthening the Aesthetic Education Work in Higher Education Institutions in the New Era", which clarified that aesthetic education in universities is very important. Improving students' aesthetic and humanistic literacy, and comprehensively strengthening and improving aesthetic education are important tasks for higher education at present and in the future. This article takes the course "Data Visualization Technology" as an example to explore the aesthetic education practice in the teaching process of computer science courses. It provides a detailed introduction to five teaching cases that incorporate aesthetic education elements, as well as the effectiveness of the case implementation and student feedback. Through these aesthetic education teaching cases, students can experience the scientific and professional knowledge behind "beauty" in a pleasant education, as well as the efforts made by people to achieve "beauty", stimulate students' research interest, and thus unleash their intelligence, courage to explore and create.

Keywords—Aesthetic education, higher education, engineering, data visualization technology, teaching cases

1 引言

美育第一次被系统地阐述是德国古典美学家席勒在1793年发表的《美育书简》^[1],这被学界一致认为美育学科诞生的标志。20世纪初,美学大师王国维将席勒的美育思想引入我国,他主张教育的宗旨在于培养并实现德育、智育、体育、美育的四育并举^[2]。

***基金资助**: 本文的研究受以下项目支持:北京市属高等学校高水平教学创新团队建设支持计划项目(The Project of Construction and Support for high-level teaching Teams of Beijing Municipal Institutions)和2022年度北京工业大学“课程思政”示范课程培育项目(KC2022SZ011, KC2022SZ016)

美育是通过艺术化的美感活动、审美方式来拔高人的心理气质,促进人的全面、和谐发展,很好地契合了当下素质教育理念,有助于培养新时代社会需要的高素质人才^[3]。

2019年4月,教育部出台了《关于切实加强新时代高等学校美育工作的意见》,明确了高校美育是培根铸魂的工作,提高学生的审美和人文素养、全面加强和改进美育是高等教育当前和今后一个时期的重要任务^[4]。2020年10月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于全面加强和改进新时代学校美育工作的意见》(简称意见),《意见》的出台说明国家对美育工作高度重视,为美育育人发展提供了指导方向。我

国著名教育家蔡元培曾经说过：“美育可以陶冶人的情感，使人有高尚纯洁的习惯，使人超越人我之见，渐灭自私自利之心，提高社会道德水平”。由此，高校美育教育需逐步走上正轨，正常稳步开展，与思政教育深度融合，共同助力完成高校立德树人的中心任务^[5]。

高校美育教育与中小学美育教育有所不同。针对学生的不同成长阶段，中小学美育教育侧重于培养学生感受美的能力、鉴赏美的能力，引导学生形成科学的世界观、人生观；高校的美育教育在延续中小学美育教育目标的基础上，更侧重去启发学生创造美的能力、传递美的能力，在感受美的同时，更要去传达美背后的专业知识与意义，鼓励学生通过专业知识去创造美和传递美。

在高校专业课程的教学过程中，挖掘教学过程中的美育元素，培养学生关于美的鉴赏能力，启发学生去感受美，创造美，传递美是高校教育不可或缺的一部分，然而这也是理工类专业课程教学过程中艰难的一部分。相较于文科专业，高校理工类课程内容多涉及复杂的原理与具体的实践，难以体现美育元素，因此我们更要在适合的专业课程中充分挖掘科学的美、专业的美。美育可以通过发展人的感知敏锐性、情感丰富性和想象自由性等感性方面能力来激发人的创新潜能^[6]，因此美育和激发工科人才创新潜能是强关联的，这是“新工科”教育的核心问题之一^[7]。

本文以《数据可视化技术》课程为例，探索计算机专业课程教学过程中的美育实践。将美育融入《数据可视化技术》的教学过程，不仅通过审美主体的感情体验在美的享受中进行自我教育，全面和谐发展，而且在愉快的教育中能体会美的背后的科学专业知识，以及人们为了实现美而付出的努力，激发科研兴趣，从而发挥他们的聪明才智，勇于探索和创造。

本文第二章简要介绍《数据可视化课程》；第三章展示《数据可视化技术》课程中融入美育元素的5个教学案例；第四章介绍这些教学案例的实施效果；第五章摘取若干学生对美育教学案例的真实反馈；第六章进行总结与展望。

2 专业课程《数据可视化技术》融入美育元素

数据可视化技术是应信息世界蓬勃发展而出现的，通过可视化技术，人们可以更好的处理更庞大的数据，理解各种各样的数据集合，揭示多维数据之间的关联等。数据可视化技术位于科学、设计和艺术三学科的交叉领域，蕴藏着无限可能性。《数据可视化技术》是一门兼具理论性和实践性的课程，课程系统全面地介绍大数据可视化技术的基本知识和原理，详细介绍不同类型数据的可视化方法，以及当前研究领域中的不

同的可视化流派与核心技术等。因此，《数据可视化技术》课程正是占有这得天独厚的优势，通过数据可视化的方法，让学生一起感受数据之美。

3 融入美育元素的教学案例

在《数据可视化技术》的授课过程中，带领学生欣赏若干优秀的可视化作品，感受数据可视化作品中展现的数据之美，帮助学生在在学习可视化技术的同时提升学生的审美能力与创造能力。这些数据包括时间空间数据、社交网络数据、时变数据以及新闻数据等。在教学过程中主要分三步走：首先介绍数据特点；然后进行优秀可视化作品赏析；最后针对数据可视化作品展开讨论。

3.1 空间场数据可视化作品欣赏

空间场数据是对连续的空间进行度量（现实世界/软件模拟），与时间、空间或地理位置有关，因此也常被称为空间数据或者时空数据、地理空间数据。场数据是一种特殊的数据类型，其中包含按照坐标或者拓扑结构存储的单元格，每个单元格中存储一个或多个属性值，常见的度量，包括温度、速度、密度等。

针对空间场数据的可视化方法，在课程中带领同学们一起欣赏一个空间场数据视频作品——“宇宙到达时间终点的旅程”。视频从2019年开始穿越时间，见证地球未来、太阳死亡、星系的终结、质子衰变、僵尸星系、未来可能的文明、爆炸的黑洞、暗能量的影响、交替的宇宙、最终达到宇宙的终结，当一切不再变化，时间失去意义，宇宙达到了时间的终点。

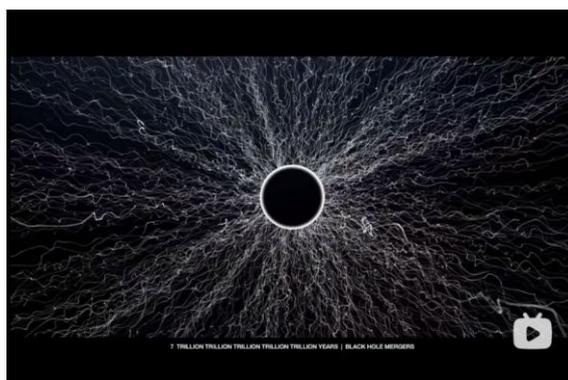


图1 “宇宙到达时间终点的旅程”截图

视频来源：

<https://www.youtube.com/watch?v=uD4izuDMUQA>

本案例通过欣赏宇宙空间场数据可视化作品，让学生感受宇宙的恢弘与时间的绵长。宇宙如何结束？我们在视频中走到时间的尽头，在未来的数亿万年，发现地球和宇宙最终的命运，这是一幅由现代科学描绘的未来图景，是对宇宙一生的可视化。通过对可视化作品的欣赏，课堂中的每个人都会感到宇宙的神秘，

时间的飞逝以及人类的渺小，当同学们的思绪回到课堂中以及生活中，会更加珍惜时间，珍惜生活，珍惜存在于当前这个宇宙瞬间的我们所拥有的一切，传递了时空之美。

3.2 关系网络数据可视化作品欣赏

关系网络数据是实体以及实体之间关系所形成的网络。随着互联网的迅速发展，其中蕴含的关系网络迅速膨胀，其结构异常复杂，导致人们很难通过数字、表格或文字的方式对其进行表示、分析和利用。可视化方法可以将复杂的关系网络结构转换成美观的图形，辅助人们直观地理解关系网络结构并从中挖掘有用的信息，是关系网络分析的一个重要途径。

针对关系网络数据的可视化方法，在课程中带领同学们一起欣赏一个关系网络数据可视化视频作品——“150年的《自然》论文网络”。这个视频作品是《自然》杂志社将150多年间的8.8万多篇论文作品以及作品之间的引用关系以关系图的形式进行记录，展示其演变过程，这些论文构成了浩瀚的网络世界，网络中的每一个点都是多位学者辛劳智慧的成果。



图2 “150年的《自然》论文网络”截图

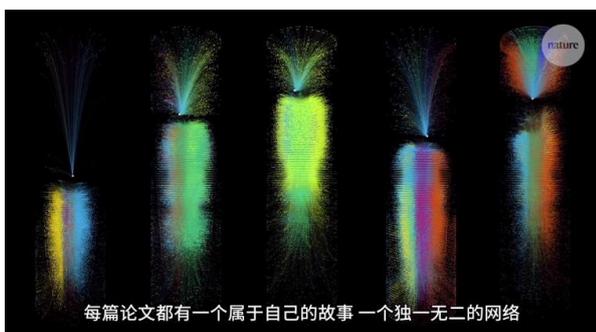


图3 “150年的《自然》论文网络”截图

视频来源：麦克米伦信息咨询服务（上海）有限公司，公众号：Nature Portfolio

本案例通过关系网络数据的可视化作品展示了科研之美。学生们在欣赏这个作品时可以切实感受到庞大的自然杂志社论文形成的宇宙，看到了150年间科研工作者的辛苦努力，感受到他们在为科研事业而奋斗

的过程中形成的勇攀高峰、追求真理、严谨治学、甘于寂寞、淡泊名利、潜心研究的科研精神，激发学生科研兴趣与创造力，传递了科研之美。

3.3 新闻事件数据可视化作品欣赏

社会中每时每刻都在发生新闻事件。数据新闻，又叫数据驱动新闻，是指基于数据的抓取、挖掘、统计、分析和可视化呈现的新型新闻报道方式。数据新闻在大数据技术的推动下发生质和量的飞跃。数据新闻是随着数据时代的到来出现的一种新型报道形态，是数据技术对新闻业全面渗透的必然结果，它的出现在一定程度上改变了传统新闻生产流程。

针对新闻事件数据的可视化方法，在课程中带领同学们一起欣赏一个新闻事件数据可视化作品——“全国美食为热干面加油”。2020年，我们开始了不寻常的日子，在与新冠病毒的较量中，各行各业，每个人都发挥出自己的力量。一位26岁的天津姑娘以“热干面”为主角，画了几张疫情应援漫画，在网络上几度刷屏，漫画作品中反映的新闻事件与情感直接以光速撞击了人们的心灵，温暖和鼓舞了无数人。



图4 “全国美食为热干面加油”，漫画作者陈小桃

1月30日，一张叫做《全国美食为热干面加油》的应援漫画完成，随后，3月25日《热干面醒了》完成，4月7日《热干面，好久不见》完成。漫画中，小鸡炖蘑菇、煎饼果子、驴肉火烧、臭豆腐、佛跳墙……都来为病房中的武汉热干面加油；然后，热干面小朋友走到了窗前和朋友们打招呼，各位美食宝宝的状态都好了很多；最终，热干面小朋友，终于回到了久违的朋友们身边。

本案例中的这组漫画，通过拟人和可视化，向同学们表达了“团聚”和“感恩”，使大家感恩并牢记着冲在前线的医护人员、连夜建设医院的工人们、坚守在各个社区的志愿者，传递了团结之美。

3.4 时变数据可视化作品欣赏

时间是一个在信息科学领域非常重要的维度和属性，随时间变化、带有时间属性的数据称为时变数据。时变数据的可视化方式可分为两种：一类方法采用静态方式展示数据中记录的内容，不随时间变化，但可

采用多视角、数据比较等方法体现数据随时间变化的趋势和规律；另一类方法采用动画手法，动态地展示随时间变化的感觉和过程。

针对时变数据的可视化方法，在课程中带领同学们一起欣赏一个时变数据可视化视频作品——“Hans Rosling 告诉你中国的崛起”。该视频作者 Hans Rosling 是卡罗琳学院的国际卫生学教授，并担任 Gapminder 基金会总监，该基金会开发了 Trendalyzer 软件，该软件可以将国际统计数据转换成活动的、交互的和有趣的图表，目的是通过增进对可以自由访问的公共统计数据的使用和理解，以促进以事实为基础的世界观察。



图 5 Hans Rosling 演讲视频截图，作者 Hans Rosling



图 6 Hans Rosling 演讲视频截图，作者 Hans Rosling

本案例分享的视频中，Hans Rosling 先生在 4 分钟内，用数据可视化的方式向我们展示 200 年的世界历史。在过去的 200 年内，世界各国究竟经历了什么，工业革命、二战、疾病等因素对世界格局造成了怎样的影响，这些问题都在视频中得到了答案，在视频中我们清晰明了的看到了中国在这两百年的时间内的迅速发展，让我们不禁为中国所取得的成就而自豪，传递爱国之美。

3.5 关系数据边绑定可视化方法作品欣赏

当大规模的关系数据在有限的空间展示过程中，会产生视觉混乱 (visual clutter)，这严重阻碍了节点链接可视化方法的可用性。边绑定方法将视觉上相

似的边捆绑在一起形成可辨识的、所谓的边束，从而减少视觉混乱。边绑定能够在仅牺牲部分细节的条件下，揭露出数据中潜在的宏观模式，即骨架或骨干结构。学术界已经提出了若干种边绑定方法，它们基于不同的范式，例如，力导向模型，几何结构，路径规划，图片骨架提取等。因此在课程中与学生一起欣赏不同学者改进原始边绑定算法的可视效果图，每个可视化算法都有其各自的目的，例如：MINGLE 算法旨在用更少的“墨水”绘制复杂图的一种多层级边绑定方式，其优点是运行速度快，可以处理大规模图，但缺点是线条略生硬，结果仍不够清晰；KDEEB 算法根据图布局预先计算密度 (kernel density) 进行绑定，其优点是可以突出图的密度，满足一些美学原则；SBEB 算法可以根据预先计算的图布局骨架，将边绑定到骨架上，优点是可以清晰了解一幅图的骨架；ADEB 算法针对“路径” (Trail) 分析的边绑定方法，可根据边的属性将相似属性的边绑定在一起，例如边方向、时间戳、权重等；FFTEB 算法针对大规模图数据的快速绑定方法，允许根据边属性进行选择快速绑定。通过欣赏对比，同学们可以了解每个可视化作品背后的目的与意义，欣赏每个算法所体现的数据独特的美。

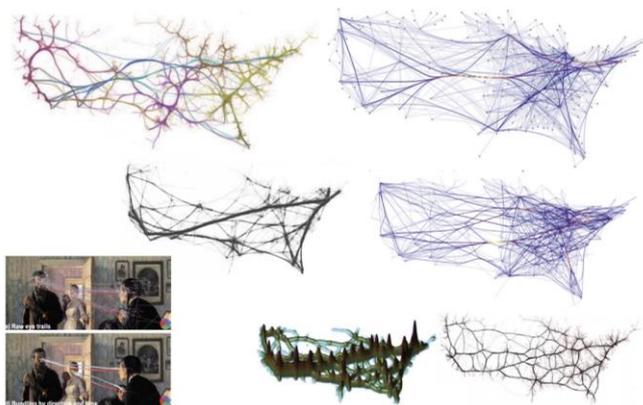


图 7 各种边绑定算法可视化结果，图片来源于论文 [8-14]

- FDDB: Force-Directed Edge Bundling for Graph Visualization (2009)
- SBEB: Skeleton-based edge bundling for graph visualization (2011)
- KDEEB: Graph bundling by Kernel Density Estimation (2012)
- ADEB: Attribute-Driven Edge Bundling for General Graphs with Applications in Trail Analysis (2015)
- MINGLE: Multilevel Agglomerative Edge Bundling for Visualizing Large Graphs (2015)
- FFTEB: FFTEB: Edge Bundling of Huge Graphs by the Fast Fourier Transform (2017)
- ISBDEB: Interactive Structure-aware Blending of Diverse Edge Bundling Visualizations (2019)

本案例通过欣赏 2009 年至 2019 年这 10 年间的边绑定算法可视化效果图，体会到每个算法的精妙之处，了解每一个优秀的可视化作品的背后都是作者付出了巨大的努力和创意，并且他们是一代代的改进与传承，通过不断的改进与增强，让科学一步步向前发展，传递了继承发展之美。

4 美育案例实施效果

高校美育教育与中小学美育教育的重要不同之处是，在和学生一起感受美的同时，更要去传递美背后的专业知识与意义。

在案例中，通过欣赏“宇宙到达时间终点的旅程”的可视化作品，课堂中的每个人都会感到宇宙的神秘，时间的飞逝以及人类的渺小，当同学们的思绪回到课堂中以及生活中，会更加珍惜时间，珍惜生活，珍惜存在于当前这个宇宙瞬间的我们所拥有的一切，体现了宇宙时空观。

在案例中，通过欣赏自然杂志社 150 年间的 8.8 万多篇论文作品构成的浩瀚的网络世界，学生体会到这幅作品中每一个节点都是多位学者辛劳智慧的成果，是改变人类科学历史的著作，正是由于这些科研成果的发现与发表，世界才在飞速的发展。

在案例中，通过欣赏 Hans Rosling 先生的可视化演讲，不但可以看到中国这 200 年内的发展历程，更要去深刻体会是什么让我们从曾经的弱小变成现在的强大，我们要怎样做才能让我们的国家在当今风云变幻的世界格局中继续稳定的发展，这是我们在欣赏可视化作品，体会数据之美时的教育意义。

在案例中，通过欣赏陈小桃的漫画作品，不但直观感受到这几年来全国人民共同抗疫的坚韧与温暖，同时也会感受到新时代中国青年的力量，中国当代的新青年正在用自己的方式记录生活、改变中国，这也激励每一位同学在未来的路上勇于接受挑战，肩挑责任与担当。

在案例中，通过欣赏边绑定算法可视化效果图，体会到了科学研究的发展过程中，一批学者共同努力，一点点继承和发展，通过不断的改进与增强，让科学一步步向前发展。

5 美育教学案例反馈

学生一：在这节课中印象最深刻的是宇宙的尽头这个可视化作品，这个作品真的很宏大，在看的时候真的感到自己的渺小，感觉自己只是宇宙中的一粒沙子，看到这个作品后我会更加珍惜时间，让自己的人生精彩。

学生二：在上课时看到了陈小桃的抗疫漫画作品，感觉很亲切，从中感受到了每个人传递的温暖和人们的坚强，大学有几年，疫情占三年，所以我们每个人都行动起来，自觉遵守相关政策，一起努力早日战胜疫情。

学生三：我印象最深的是 150 年《自然》杂志社论文的可视化作品，在这个作品中每个点都是优秀的

科研成果，是很多学者智慧的结晶，将来我立志成为一位科研工作者，这个作品勉励我继续努力科研，为我国的科技发展贡献力量。

学生四：我是一个 00 后，从小到大，我感觉我的生活丰富而幸福，当我在课堂中看到中国这两百年间巨大的变化时，我内心特别感激，感激前辈们兢兢业业的奋斗，才有了我们今天的强大祖国，我也会承上启下，努力学习，让我们国家的发展曲线越来越好。

学生五：我是打算考研的，将来计划走科研的路线。今天的课程中，我看到了关系数据边绑定算法十年间的演变，感受到了科研中的传承，也感受到了科研工作者的精神，鼓舞我继续坚持我的梦想。

6 结束语

本文以《数据可视化技术》课程为例，探索了计算机专业课程教学过程中的美育实践，详细介绍 5 个融入美育元素的教学案例，以及案例成效和学生反馈。将美育融入《数据可视化技术》的教学过程，不仅通过审美主体的感情体验在美的享受中进行自我教育，全面和谐发展，而且在愉快的教育中能体会美的背后的科学专业知识，以及人们为了实现美而付出的努力，激发科研兴趣，从而发挥他们的聪明的才智，勇于探索和创造，而这，也是我们教育的意义。

未来，高校工科专业的美育教学实践还有很长的探索之路，需要我们不断地转变教育教学理念，动态优化培养目标、教学内容、教学过程，营造美育的教学环境。作为工科高校的教学研究人员，我们必须不断提升自己的艺术修养和审美情趣，挖掘专业知识中的美学元素，才能更好地发挥美育的作用，才能在潜移默化中对工科学生的综合素质给予美的给养，培养出真正符合社会需求的创新型人才。

参考文献

- [1] 席勒. 美育书简 [M]. 北京: 中央编译出版社, 2014: 13-18.
- [2] 王国维. 论教育之宗旨 [J]. 基础教育, 2008(9): 64.
- [3] 张鹏飞. 融媒体视域下高校美育创新策略研究 [J]. 现代交际, 2019(11): 119-120.
- [4] 教育部《关于切实加强新时代高等学校美育工作的意见》。
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_794/moe_624/201904/t20190411_377523.html, 2019-4-2.
- [5] 王云霞. 高校美育与思政教育共赢发展研究 [J]. 美术教育研究, 2021(14): 150-151.
- [6] 杜卫. 情感体验: 美育的根本特征 [J]. 美育研究, 2020(3): 5-10.
- [7] 朱立元, 熊腾. 论美育在“新工科”建设中的作用 [J]. 华南理工大学报 (社会科学版), 2018(6): 102-109.

- [8] Holten D, Wijk J. Force-Directed Edge Bundling for Graph Visualization[J]. Computer Graphics Forum, 2009, 28(3):983-990.
- [9] Ersoy O, Hurter C, Paulovich F V, et al. Skeleton-Based Edge Bundling for Graph Visualization[C]// IEEE. IEEE, 2011:2364-2373.
- [10] Hurter C, Ersoy O, Telea A. Graph Bundling by Kernel Density Estimation [J]. Computer Graphics Forum, 2012, 31(3pt1):865-874.
- [11] Gansner E R, Hu Y, North S, et al. Multilevel Agglomerative Edge Bundling for Visualizing Large Graphs[C] // Pacific Visualization Symposium. IEEE, 2015.
- [12] Peysakhovich V, Hurter C, Telea A. Attribute-driven edge bundling for general graphs with applications in trail analysis[C]// IEEE. IEEE, 2015.
- [13] Lhuillier A, Hurter C, Telea A. FFTEB: Edge Bundling of Huge Graphs by the Fast Fourier Transform[C]// 2017 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis). IEEE Computer Society, 2017.
- [14] Wang Y, Xue M, Wang Y, et al. Interactive Structure-aware Blending of Diverse Edge Bundling Visualizations[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2019.
- [15] 刘惠、申小蓉、沈倩, 基于激发创新潜能的工科高校美育体系探索与实践——以电子科技大学为例, 高等工程教育研究, 2022(4).