

文章编号：1672-5913(2014)16-0081-04

中图分类号：G642

算法可视化的计算机辅助教学平台设计与实践

周 忠，强津培，戴 松

(北京航空航天大学 计算机学院，北京 100191)

摘 要：计算机辅助教学以其丰富的表现力、交互性、共享性使传统教学方法和手段发生明显变化，因此将其与算法可视化结合运用于较难以理解的算法课程中可以取得较为理想的效果。文章阐述算法动画辅助教学平台“新手画呀”的设计，描述其教学实践过程，验证该方式是否能够激发学生探索学习的兴趣、减轻教师教学工作量，为算法或逻辑有关的教学提供一种新途径。

关键词：计算机辅助教学；算法可视化；探索学习；新手画呀

0 引 言

计算机辅助教学 (CAI, Computer Aided Instruction) 是在计算机辅助下进行的多种教学活动，已广泛应用于教学课堂。一些教学辅助平台利用其高度的表现力，和高带宽、资源可共享的本地局域网或互联网连接，提供了丰富的交流环境和良好的教学平台^[1]。将计算机辅助教学与算法可视化结合是当今算法或逻辑有关的课堂教学的发展趋势。算法可视化也称算法动画，是从 20 世纪 80 年代开始发展的一种算法辅助教学技术，它可以用可视化的形式动态展示算法的执行过程，使学生更容易理解算法思想，将图形的动态变化与算法的动态执行过程有效关联^[2]。利用算法可视化辅助教学符合大学生对计算机工具的使用习惯，可提高学生对探索新奇事物的兴趣，进而提高教学效果。

1 算法动画辅助教学的概念与背景

算法作为计算机专业的重要基础课程，对计算机相关专业课的掌握和研究有着重要的意

义。然而，由于算法的概念、思想、实现步骤等过于抽象，仅仅通过静态的理论知识讲解，初学者很难想象出算法的动态执行过程与数据的动态变化，而老师在讲解的过程中经常因为时间关系省略具体的算法实现过程，学生必须靠自己的理解去摸索算法的执行过程。目前，教师大多采用“幻灯片+教材”的模式来讲解算法的原理和实现过程，再结合课后布置的算法编程实验来完成算法的教学，有的老师通过 Flash 动画配合一定的文字说明来讲解算法的动态执行过程。考虑到算法的可视化与交互性，幻灯片或 flash 动画并没有有效地表现算法多样化的动态过程，导致教师无法与学生进行深入探讨，学生在抽象概念和算法思想方面的理解仍然存在困难，没有达到良好的教学效果。

针对算法教学中存在的问题，学者开始研究在算法教学中引入图形辅助教学，算法可视化教学就是其中一种。算法可视化是指用图形、颜色、声音、文本、动画、交互等形式来描述算法的抽象性和动态性；算法可视化教学是指用算法可视化的形式动态展示算法的实现过程，它能将

基金项目：北京航空航天大学研究生教育与发展研究基金项目 (201305)；国家“863”计划课题项目 (2012AA011801)。第一作者简介：周忠，男，副教授，研究方向为虚拟现实等，zz@vrlab.buaa.edu.cn。

程序中不易理解的算法步骤、数据变化等以图形方式动态表示出来。算法可视化教学已经引起了教育界的关注，许多研究人员开展了可视化教学方面的研究并取得了不少成果。早在 20 世纪 80 年代，美国佐治亚理工大学、麻省理工大学、布朗大学等世界著名大学的计算机学院就已经建立了多种算法可视化平台^[3]。

基于以上背景，我们设计并实现了一种基于 Web 版的 HTML5 算法动画可视化创建平台^[2]，并在此基础上设计开发了“新手画呀”教学辅助网站。通过算法动画创建平台，学生们可以根据自己对算法的理解去创建属于自己的可视化算法动画，加强对算法的理解与掌握。

2 算法动画创建平台设计

算法动画创建平台可以简化算法动画的创建和修改过程。在实现较好的算法可视化效果基础上，用户只需进行简单的交互操作就可以创建或修改算法动画，并在整个创建或修改过程中提供实时的可视化反馈信息，增加了算法学习的效率和趣味性。

2.1 常见动画元素与动画效果设计

为了提高算法动画平台的教学效果，平台不仅应满足算法动画设计的基本元素，还应满足教学动画演示所需的多媒体环境、文本描述以及动态效果等。笔者将动画元素和动画效果设计分为以下几方面。

(1) 算法动画元素设计：算法动画的动态效果用图形、图像、文本 3 种元素进行表示；图形设计中包含了算法动画常用的元素，包括矩形、圆形、圆环、文本、链表结点，通过图像素材库、声音多媒体元素的方式进行创建；文本可以实现动画界面中任意位置的编辑。动画元素设计满足了算法动画创建的基本需求，创建了完整丰富并具有说服力的算法动画作品。

(2) 动画元素属性编辑：动画元素的属性信息包括形状、大小、颜色、位置等，如矩形的宽、高、位置、颜色、显示值。绘图元素根据用户设定的属性信息在画布上进行相应的绘制，因此满足了用户对任意形态的动画元素绘制的需求。

(3) 动画特效设计：动画效果包含了算法动画的常用效果，具体指作用在动画元素上的特定效果，通过改变动画元素的属性实现。动画效果包括选择、移动、高亮、连接、删除、运动，其中运动包括路径运动、物理特性运动、函数运动。

2.2 算法动画可视化展示设计

将算法的动态执行过程与图形的动态变化有效关联是算法可视化教学的关键。算法动画可视化创建平台的界面设计如图 1 所示。

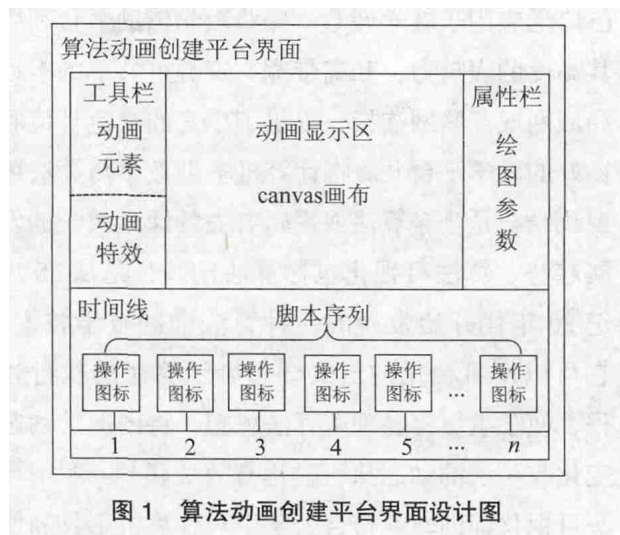


图 1 算法动画创建平台界面设计图

创建平台中央为动画展示区，左侧为创建元素区（包括动画元素和动画效果），右边为属性栏。在算法动画创建过程中，用户只需要在左侧工具栏中选中合适的创建元素，并通过点击、拖拽等简单操作在中间的画布中进行绘制，还可以通过右边的属性栏来修改其相关参数。当一帧的动画创建完成后，下面的时间线中可以自动添加相应帧的图形化脚本序列，方便用户对每帧的动画进行合并、修改、删除等操作。

3 辅助教学设计

随着高等教育信息化的发展,信息技术和互联网正以惊人的速度改变着大学生的学习方式,但在最初的研究与实践热潮退去之后,其应用形式和效果带来了许多争议。在线学习具有丰富的多媒体资源、便捷的协同交流、友好的互动等独特优势,但不能完全替代教师的课堂教学,缺乏压力刺激、课题问答考验和作业进度监控等。如何充分体现在线学习的主动参与性,如何充分发挥教师或专家的引导作用、人格影响、学习和研究方法的渗透优势,已经成为业界共同关注的问题^[4]。

3.1 基础教学功能设计

平台可以满足教师用户在课堂各个阶段的教学准备与实践功能,满足课前备课、课中讲解、课后作业3个阶段的不同需求。

1) 课前备课。

在备课阶段,教师用户可以设计并创建上课所需讲解的动画以及文档,利用平台的交互界面完成动画过程、保存动画文档,以便在上课期间进行调用展示。课堂文档可以对动画中存在的概念、过程进行文字性的讲解和注释,以丰富动画作品的完整性和教学功能。

2) 课中讲解。

上课时,教师用户可以在课堂中登陆平台,调用已保存好的动画作品在课堂中进行讲解,并对难以理解的算法进行进一步的描述,帮助学生理解代码中的动态过程。另外,由于平台灵活易用的特点,能够满足教师在课堂上直接创建动画或者修改已有动画,支持教学中更加深入的讨论;查看课堂演示中的辅助文档或者作品中的文字注释能够提示备课内容,达到教育辅助的目的。

3) 课后作业。

教师用户可以在辅助平台上发布作业,并且标记作业截止时间,在学生用户提交之后查看作

业情况并对每个作业评分,最终统计作业的整体情况,并能随时查看每个学生的作业分数和作业情况,更好地了解学生的学习态度和学习进度。

学生用户既可以在课堂上观看算法动画、理解算法,也可以在课后完成教师布置的算法动画作业、梳理算法核心和步骤、查看成绩或者其他作业进行比较分析。

此外,我们还设计了动画作品标签分类功能。动画按标签分类可以快速查看相关动画作品,较好地对动画作品进行管理。教学应用的标签有年级和课程两类,年级包括各个年级,课程包括应用动画平台的计算机课程,如网络虚拟环境、人机交互、多媒体技术、分布式虚拟环境等。用户在创建动画作品时选择标签,可以简单地对动画进行分类,便于以后提交不同年级、课程的作业,老师通过相应标签可以及时查看动画作业的提交情况。

3.2 辅助教学功能设计

辅助教学功能设计主要是为了激发学生的学习兴趣,提高学生学习的主动性。利用网络良好的异步交互特性,教学辅助可以有效地对某一个论题进行深入讨论,弥补课堂讨论时间有限而造成的浮于表面层次、感性成分居多、难以深入等缺陷。为此,平台设计了一些符合用户习惯的辅助教学功能,来提高学生的自主学习能力,主要包含以下两点。

1) 视频窗口式动画展示。

动画展示页面采取了类似网络的视频展示页面形式,使学生的动画作品更加生动形象地展示出来,既有利于学生观看算法动画,也有利于满足学生创建动画的成就感,激发学习兴趣。同时,展示窗口下还设计了留言栏,方便同学间的学习交流。

2) 更多的用户交互设计。

平台中添加了更多的用户交互功能,如关注

用户、收藏作品、微博分享等功能。通过这些简单的交互功能，同学们能够更好地学习交流，增加了学习兴趣，在“玩”的过程中学习。

4 动画辅助算法教学的实践与意义

算法动画教学应用“新手画呀”(网址：<http://aa.vrlab.buaa.edu.cn>)已经投入到北京航空航天大学多媒体技术、人机交互、网络虚拟环境技术、分布式虚拟环境4门课程的教学实践中，截止至2013年12月31日，注册用户达到297人，提交动画作品806份，文档作品40份，浏览量25595次。

4.1 算法辅助教学实践情况

为了改进“新手画呀”教学应用的实际教学效果，在课程结束前我们对本年度使用教学应用的学生进行了在线问卷调查，共有58名同学完成了该调查，其中男生50人，女生8人，问卷结果如图2所示。从学生访问教学应用的频率来看，有5%的同学每天登陆，21%的同学一周登录两次，17%的同学一周登录一次，57%的同学两周登录一次；学生平均在教学应用上停留时间分别是：12%的同学停留30分钟以内，48%的同学在30分钟到1小时，28%的同学在1小时到2小时，12%的同学在2小时以上；在问及应用是否对课程学习有帮助时，45%的同学认为有些帮助，36%同学认为帮助较大，12%的同学认为帮助很大；在教学应用对学生帮助方面的统计中，较大的方面依次是：促使自己积极认真完

成作业、了解课程信息、展示自己的作品有成就感、获得学习资源。

4.2 算法辅助教学平台的意义

在辅助教学平台应用于实际课程的过程中，我们通过调查总结，发现平台对于辅助教学具有非常积极的意义。

1)为算法及其他相关领域教学提供一种新的思路。

传统的算法教学中，教师采用的是“幻灯片+教材”的形式来讲解算法的原理和实现过程，这种教学方法往往事倍功半。算法动画的优点在于用具体的图形来代替抽象的概念，用生动的动画来展示算法的实现过程，从而让学生从根本上掌握算法的精髓。随着计算机技术的飞速发展，用更加形象生动的教学方法代替传统的文字化的教学是大势所趋。例如，学生们可以在网络上自己去创建、查看3D分子结构图，而不仅仅是通过文字表达式和图片来理解分子结构。

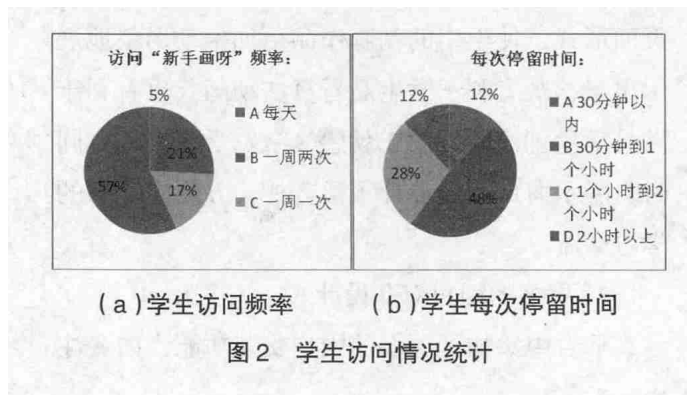
2)促进师生间、学生间的交流与沟通。

随着高等教育事业的发展，我国在高等教育中注重教学与科研结合，这使教师为了完成科研指标减少了对教学的付出，繁重的科研压力使教师与学生的单独交流机会变少。另外，大学生由于处于思维活跃时期，喜欢独立思考，往往按照自己的思维方式进行学习，这些都是阻碍教师和学生顺利交流的障碍。但是网络提供了一种全新的方式，给予教师和学生各自的空间，弥补了教师和学生因为见解不同、习惯各异而产生交流障碍，使教师更加及时地发现问题，给予必要的帮助，从而有利于教学质量的提高。

3)有利于学生进行“探索式学习”。

“探索式学习”是相对于“接受式学习”提出的学习方式，充分发挥了学生学习的主动性。教师不再向学生直接灌输知识，而是由知识的传授

(下转第92页)



4 结 语

近几年，教育部和各省市区都在统筹推进民办高校的发展，进一步释放民办高校的办学活力。独立学院将通过“转制评估”合格后转制为民办普通本科院校。民办高校可以充分发挥教师

队伍新、人员包袱轻、学科专业可塑性强的优势，根据专业特色改造现有专业，重构课程体系和实践教学体系，按需构建专业教师队伍和教学资源。我们相信，再经过3~5年的努力，我国将会出现一批师资队伍较强、专业特色明显、教育质量较高的民办高校。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见[EB/OL]. [2014-06-08]. <http://www.moe.edu.cn>.
- [2] 湖北省委高校工委, 湖北省教育厅. 关于支持民办高校提高教育质量的若干意见[EB/OL]. [2014-05-08]. <http://www.hbe.gov.cn>.
- [3] 湖北省教育厅. 关于加快建立普通高等学校学科专业动态调整机制的指导意见[EB/OL]. [2014-04-22]. <http://www.hbe.gov.cn>.
- [4] 尹朝庆, 余正红. 信息类专业课程体系和实践教学体系模块化设计研究[J]. 计算机教育, 2013(9): 76-78.
- [5] 尹朝庆. 三本高校毕业设计现状分析与提高质量的措施及效果[J]. 计算机教育, 2013(20): 108-112.

(编辑：郭田珍)

(上接第84页)

者转变为学习的引导者，让学生通过各种探究活动得出自己的结论，学生在亲自参与并获得知识的过程中更新知识架构，提高科学探究能力。

4) 有利于个性化教学。

因材施教对于我国高校目前的大班级教学具有非常重要的意义，在缺少教学辅助平台的环境下，教师记录、跟踪、了解每一个学生的背景信息和学习情况是非常繁琐费时的，教学辅助平台提供了完整的统计和分析功能，教师通过查看学生的学习记录、提问记录、成绩记录等方式了解学生的基本信息和学习情况。在对学生进行完整的了解和诊断之后，教师可以提出个性化的辅导方法，有针对性地为 学生提出辅导意见。

参考文献：

- [1] Li J W, Li Y J, Wang S T. Design and realization of networked CAI teaching system for data structure in digitized learning environment[J]. Electrical and Control Engineering, 2011(8): 8-11.
- [2] 戴松, 许冉, 周忠. 基于HTML5的算法动画可视化平台[J]. 系统仿真学报, 2013(10): 176-183.
- [3] Brown M H, Sedgewick R. Techniques for algorithm animation[J]. IEEE Software, 1985(1): 28-39.
- [4] 余胜泉, 路秋丽, 陈声健. 网络环境下的混合式教学: 一种新的教学模式[J]. 中国大学教学, 2005(10): 50-56.

(编辑：孙怡铭)

5 结 语

与传统的算法动画软件相比，北京航空航天大学设计研发的基于 Web 的在线算法动画可视化创建平台具有无需安装插件、可视化效果好、编辑要求低等优点，为算法教学及学习提供了一种新的途径。笔者目前只做了初步实践，平台的开发还存在很多不完善的地方，教学设计还需要改进，我们将逐渐在实践中完善。随着计算机技术的不断发展，我们相信越来越多的可视化教学软件会应用到教学中，这不仅会提高学生的学习兴趣，降低老师的授课难度，也将对传统的教学方法和讲学模式的改革产生积极的影响。