

基于Flash的生物化学虚拟实验室研究与开发

——聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳

黄佳玲, 马生健, 曾富华^(✉)

湛江师范学院生命科学与技术学院, 湛江, 524048

摘要: 虚拟现实技术已逐渐应用于教学的各个领域, Flash以其简便独特的优势被广泛应用。为了改进生物化学实验教学, 本文基于Flash CS6 AS3.0技术, 设计了聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳的虚拟实验过程, 阐述了其设计理念和内容设置, 说明了研究和开发生物化学虚拟实验室对提高实验教学质量的重要性, 应用前景广阔。

关键词: 虚拟实验室, Flash技术, 聚丙烯酰胺凝胶电泳, 实验教学

Design of Biochemistry Virtual Laboratory Based on Flash Technique —Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis

HUANG Jia-ling, MA Sheng-jian, ZENG Fu-hua^(✉)

Life Science and Technology School, Zhanjiang Normal University, Zhanjiang 524048, China

虚拟实验室由William Wolf(1989)首次提出, 指借助多媒体、仿真和虚拟现实等技术在计算机上营造辅助、部分或全部替代传统实验各操作的相关操作环境, 在于使研究人员和教育者可以有效利用相关数据、信息、设备、人力等资源从事科研与教育活动^[1,2]。虚拟实验根据虚拟现实技术的浸入程度可分为“桌面式的虚拟实验系统”和“投入式虚拟实验系统”。

生物化学实验技能可直接影响学生的动手能力, 对培养学生观察问题、分析问题和解决问题的能力有十分重要的作用。生物化学实验需要使用大量的化学试剂和昂贵的实验设备, 很多试剂具有一定的毒性; 近年来高校招生规模不断扩大, 实验经费与场地相对不足, 对实践性教学产生了较大的影响。因此, 利用

迅速发展的互联网和多媒体技术, 创造一个让学生随时可以做实验的平台, 对解决生物化学实验教学和未来远程教育等方面的问题有重要意义^[3,4]。本文采用Flash技术, 设计“桌面式的虚拟实验系统”进行聚丙烯酰胺凝胶电泳, 学生通过使用该虚拟环境预习整个实验过程, 减少操作失误, 提高实验的成功率, 具有较大的应用价值。

1 聚丙烯酰胺凝胶电泳虚拟实验的设计和 相关技术

1.1 设计对象和内容

开设生物化学实验课程的本科学生等。

1.2 设计目标

(1) 利用生动的动画效果模拟实验操作过程, 让学生预先熟悉总体的实验环境和操作步骤, 为高效完

收稿日期: 2013-10-20; 修回日期: 2014-03-13

基金项目: 广东省生物化学精品课程(粤财教[2011]473号)建设经费资助

通讯作者: 曾富华, E-mail: zengfuhua@gmail.com

成实验做好充分准备。

(2) 按照实验需要,设计科学、直观、整洁的界面,使操作者能快速地找到相关按钮和准确地进行实验,起辅助实验教学作用。

1.3 研发过程

1.3.1 分析实验原理、剖析实验流程

掌握实验所需试剂用途和仪器工作原理,研究每一个实验步骤,分析实验步骤之间的相互关系和注意事项,分析试剂的配制、应用方式和仪器的结构、状态及操作,提炼并分解关键性环节、操作细节,为动画设计和绘制逼真的实验器材及操作做好充分准备。

1.3.2 绘制实验仪器

通过鼠标绘制二维矢量图形,产生仿真效果。为了体现实验器材的真实性,尽量注重细节的刻画,包括每一种仪器设备的结构比例、每一个部件的颜色和材质、移液管的刻度、移液枪的量程、电泳仪屏幕的数据显示及按键等(图1)。而且,每个部件都相对独立,便于后续的广告设置和修改。



图1 计算机制作的常压电泳仪

聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳分离血清蛋白质实验所涉及到的主要设备,包括移液管、移液枪、各种贮液、常压电泳仪、圆盘电泳槽、培养皿等,分别用于分离胶和浓缩胶的配制、电泳、染色和脱色等实验过程。

1.3.3 设计实验步骤

将实验各步骤集中放置于一个影片剪辑元件中,以影片剪辑方式置于主场景的时间轴关键帧,其中该影片剪辑中的实验步骤可归纳分解到有关文件夹的各图层中(图2)。主场景除了单独放置实验过程的图层外,还放置了虚拟实验室的背景环境、交互按钮等图层(图3),使实验教材上繁杂的实验步骤条理化和简洁化,有利于学生理解和操作。

该实验的第一个关键性步骤是分离胶的制备,它包括为玻璃管封装石蜡薄膜、配制分离胶溶液、在玻璃管中制备分离胶等过程。动画中的实验器材相对较小,因而有些细节(如封装石蜡薄膜等)可能不太清楚,通过设计放大镜则可较好的解决,使虚拟实验室场景中的各个部分更加清晰。

为了解决贮液瓶、玻璃管和石蜡薄膜的透明感,移液管和胶头滴管在吸取试剂时液面的上升状态,摇动烧杯中溶液的立体感,灌注分离胶液时的聚胶情景等问题,使整个实验过程更加形象生动,采取了以下技术:

(1) 采用逐帧动画技术刻画等待分离胶聚合的倒计时场景。在绘制贮液瓶、玻璃管等器材时,其颜色的设置都要有不同层次的透明度。

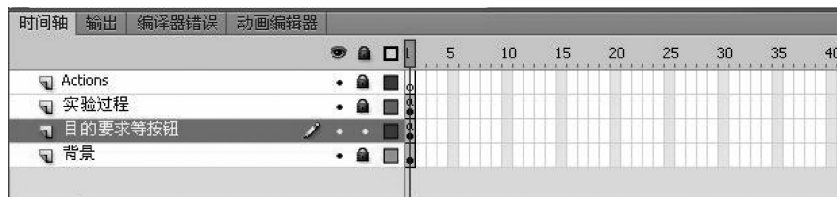


图2 实验过程中影片剪辑的时间轴情况

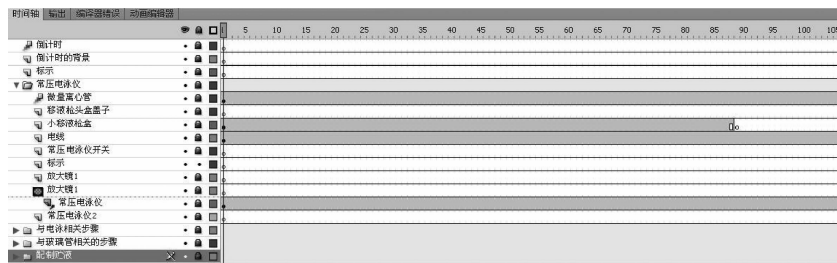


图3 主场景中的时间轴情况

(2) 用补间动画技术刻画细腻的玻璃管封装石蜡薄膜动作、液面上升动作和摇动烧杯的动作，使其产生自然的立体感。

(3) 增加声音特效烘托动画氛围，用录制好的声音表现吸取溶液时移液管内液面上升的状态以及混合液时烧杯的摇晃感等。

通过巧妙地运用这些动画技术，使“分离胶制备”达到三维动感的视听效果。其他各步骤根据具体要求，分别采用不同的技术解决。总之，在制作过程中灵活运用各种动画技术，合理地解决了实际问题，使动画节奏尽量符合实际操作，动画声音效果更加逼真，以增强动画的感染力、拉近与使用者的距离和起到锦上添花的作用。

2 聚丙烯酰胺凝胶电泳虚拟实验的主要内容

2.1 内容设置与组成

该实验内容包括了目的要求、实验原理、试剂器材、实验步骤、注意事项和讨论思考六个板块，加上桌面上可直接点击进行实验操作的仪器等共七个部分^[5]。

为了营造一种让学生身临其境、操作直观方便、



图4 虚拟实验室的整体环境

真实的虚拟状态，将六个板块的交互选项按钮设置于黑板上（图4），学生通过直接点击黑板上的圆形按钮，可弹出对应的内容。若文字内容超过黑板的界限，可通过设置在右侧的拉动条杆解决。只要点击返回按钮，即可离开目前的板块，回到原来的界面（图5）。

开始操作虚拟实验之前，应先了解该实验的相关知识以及重点难点，避免盲目点击。当实验过程中忘了下一步骤时，可点击操作步骤板块的按钮，及时查看具体内容。讨论思考板块的内容，既可安排在实验前预习，也可在实验结束后讨论，在解答问题的同时也检验自己的学习效果。

2.2 实验例证

在该实验中，目的要求说明了该实验需掌握的技术和重点难点，实验原理阐明了聚丙烯酰胺凝胶电泳的理论和应用，试剂器材包括试剂配制方法和所需器材，这些均在虚拟实验室的桌面上展示。将实验过程分解为分离胶制备、浓缩胶制备、加样、电泳、剥胶、固定和染色、脱色与保存等八个步骤^[6]，每个步骤的大标题都链接到对应的实验操作动画，只需点击相应按钮即可进入具有详细文字描述的操作界面。注意事项是实验前或实验过程中应该注意的问题，如浓缩胶应该临用时配制等，这些在动画中也有所体现。

3 虚拟实验室在生物化学实验教学中的特别功能

3.1 强化实验基本技能

该实验是为了让学生掌握电泳的基本原理和操作技术，是生物化学实验必须掌握的内容。然而在上实

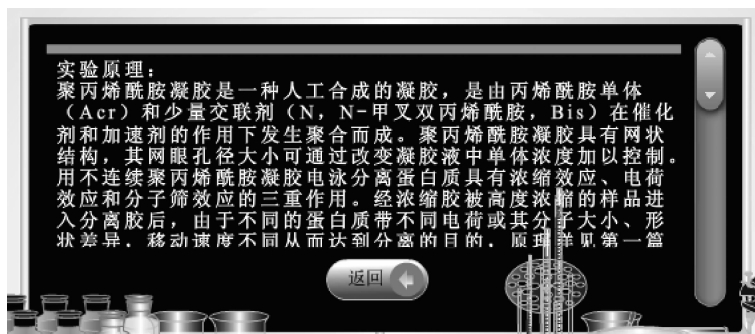


图5 点击实验原理板块的按钮后所弹出的相应内容

验课时，经常发现学生的操作生疏，严重影响了实验效果。因此，课前进入虚拟实验室，熟悉基本操作，有利于改善学生的操作技能和动手能力，达到较好地实验效果。

3.2 增强实验预习效果

生物化学实验操作一般都比较复杂，要求高，该实验充分地体现了这一点。如果学生不预习，很难在课堂上掌握相应的实验操作，独立完成实验。然而，学生仅仅借助教材自主学习，预习效果较差，仍然需要教师反复讲解和强调，特别是一些复杂的操作，学生很难有实际体验。因此，课前利用虚拟实验室进行虚拟操作实践，不但能掌握常用电泳仪的使用，而且能体验整个操作过程，记忆深刻，实验课效率高。

3.3 减少器材和药品消耗

在生物化学的学习和研究过程中，需要使用大量的化学试剂和昂贵的实验设备，有些试剂既费钱又具有一定的危险性。虚拟实验可大大减少试剂的使用，这不仅可以节约成本，还可以减少试剂对操作者的影响及化学废弃物对环境的污染。

3.4 正确处理虚拟实验与实际实验的关系

教师利用虚拟实验课件有针对性的进行展示，可加深学生的理解，引导积极思考实验现象和探究问题，达到预期的教学目标。然而，虚拟实验不能完全取实际操作，只是教学的辅助手段。因为，虚拟实验的实验操作都是通过点击或移动鼠标来完成的，在某种意义上对培养学生的实验技能并无直接作用；并且，有时实际操作与虚拟实验还有一定的差异。因此，必须根据不同的实验对象，合理安排虚拟实验与实际实验的比例，将两者有机地结合起来^[7,8]。

4 虚拟实验室开发过程中存在的不足及展望

该虚拟实验操作方便，可在任何可打开 SWF 格式文件的计算机上使用，不受传统的面对面的教学模式限制，学生可随时上机操作。目前，我们的虚拟实验室仍处于研发阶段，仅能以单机形式存在，在交互性方面尚有不足。如何有效地推广这种教学

方法和共享虚拟实验资源，仍然是一个长期渐进的、不断完善的过程，应致力于将多种技术联合应用，加强虚拟实验的协作性、自适应性等方面的研究，构建仿真性好、实践性强的虚拟实验教学系统。虚拟实验室的开发属于现代网络教育的范畴，随着互联网技术的进一步发展，必将引发对传统教育模式的改革，推动各类信息教育技术的进步，对社会经济形态和文化教育体系带来深刻的影响^[9,10]。虚拟实验室系统的开发及应用，也为远程实验教学注入了新的活力并提供了新的资源，突破了实验室在时间和空间上的限制，这将对远程教育理念、技术水平、实验环境、教学过程和学习者的动手能力等产生重要影响。

利用虚拟实验室进行远程教学时，还应思考以下几个问题：①如何把以教师为中心的实验模式转变为以学生为中心的实验模式，充分体现建构主义学习理论；②如何评价实验结果及评估虚拟实验效果；③如何确定教师在实验中的地位，使之由组织者转变为引导者。

因此，虚拟实验室的开发必须沿着信息化教育的方向发展，形成灵活多样、适应包括远程实验教学在内的多层次教学的实验教学系统。

致谢

感谢华南师范大学谢幼如教授的指正。

参考文献

- [1] 谢炜, 居颂光, 葛彦, 等. 虚拟实验室在免疫学实验教学中的应用 [J]. 中国教育技术装备, 2011, 36: 113.
- [2] Canessa E, Fonda C, Radicela S M. Virtual Laboratory Strategies for Data Sharing, Communications and Development [J]. Data Science Journal, 2002, 1 (8): 248-256.
- [3] 梁亦龙, 卢利平, 范欢, 等. 虚拟实验在生物化学实验教学中的运用 [J]. 实验室科学, 2012, 15 (2): 45-46.
- [4] 包敏. 基于 Flash 的虚拟实验室的开发 [J]. 长沙大学学报, 2004, 18 (2): 67-68.
- [5] 张天伍, 陈利军, 陈雪梅. Flash 技术在人体解剖学虚拟实验室的应用 [J]. 中国现代教育装备, 2007, 6: 13-14.
- [6] 曾富华, 赖小玲, 孙远东, 等. 生物化学实验技术教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2011: 94-45.
- [7] 陈晓慧, 李馨. 基于信息技术的自主学习环境创设 [J]. 中国电化教育, 2003, (4): 13-16.

- [8] 李克东. 数字化学习——信息技术与课程整合的核心（上、下）[J]. 电化教育研究, 2001: 8-9.
- [9] 王晶. 远程教育中教育技术应用的探讨 [J]. 中国电化教育, 2012, 2: 48-52.
- [10] 刘洁. 多媒体远程教育技术的发展现状及问题初探 [J]. 电化教育研究, 2000, 8: 17-24.

（责编 李融）