

基于 Unity 3D 的气相色谱仪虚拟仿真实验系统的构建

周思洁, 杨泽亮, 董子和*, 周明达, 曾冬铭

(中南大学化学化工学院, 湖南 长沙 410083)

摘要 虚拟仿真技术被广泛认为是一项重大技术进步, 可以提供一种新颖的教学方式, 能促进化学学习, 打破传统教育方法的限制。三维交互式的气相色谱仪虚拟仿真实验系统使用当前主流的 Unity 3D 软件作为系统的主要开发工具。构建的系统主要包含仪器的动态原理展示、三维结构展示及仿真实验 3 部分。系统中的模型全部采用三维设计, 场景逼真, 能够全方位地向使用者展现真实仪器的外形及内部结构, 令使用者如同置身于真实实验室中, 获得身临其境的操作体验, 从而更容易学习和掌握仪器组成、工作原理及相关的实验技能。系统不仅满足了仪器培训和化学实验教学的基本需求, 而且对虚拟仿真技术在化学中的应用起了示范效应和推广作用。

关键词 气相色谱; 虚拟仿真; 三维; 分析仪器

中图分类号 O658

文献标识码 A

文章编号 1000-8713 (2016) 06-0621-04

Construction of virtual simulation system of gas chromatograph based on Unity 3D

ZHOU Sijie, YANG Zeliang, DONG Zihe*, ZHOU Mingda, ZENG Dongming

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract Virtual simulation technology has been widely proposed as a significant technological advance that can offer a novel form for education. Especially in the case of chemistry, virtual reality technology facilitates learning process surpassing major restrictions characterizing traditional educational methods. In this system, some popular softwares including 3Ds Max and Unity 3D are used to develop a fully immersive, interactive and three-dimensional simulation system of gas chromatography (GC). Three modules are included in this system. First module is the introduction of the instrument. Second module is a three-dimensional display of the structures, which are modeled by 3Ds Max and interacted by Unity 3D. The last module focuses on the simulation experiments, and this module is made by Unity 3D. All models created in this system are three-dimensional and the scenes are lifelike, so that all aspects of the instrument are presented to users clearly. Using this system to learn about the principles and structures of the instrument, users would feel that they were in a real laboratory and could master all related skills more easily. This system is not only a powerful tool to satisfy the need of instrument training and experimental teaching of chemistry, but also an excellent example of virtual simulation applied in chemistry.

Key words : gas chromatography (GC); virtual simulation; three-dimensional; analytical instrument

实验教学是化学教学中不可缺少的环节, 实验在理论的理解以及诸多技能的获取中起着重要的作用^[1]。对仪器的操作能力也是化学专业学生最重要的能力之一。对气相色谱仪进行操作是仪器分析教学中的重要内容。熟练操作气相色谱仪无论对继

续攻读研究生的学生还是选择就业的学生都是很有必要的。然而由于基础设施的不足以及时空的限制, 使得学生在学校实验室里可以操作仪器的次数有限^[2]。因此需要找一种替代性的教学方式来解决上述问题, 同时也为化学教育提供经济高效的解

收稿日期 2016-01-26

* 通讯联系人, E-mail: ken-dong@163.com.

决方案,为大学生提供一种有价值的备选方案或远程学习工具。

虚拟仿真技术已被广泛认为是一项重大技术进步,它可以提供一种新颖的教学方式。国家大力提倡虚拟仿真工作,支持对大型仪器进行虚拟仿真^[3]。在化学领域,虚拟仿真技术可促进学习过程,打破传统教育方法的限制。其主要目标是在完全沉浸式、交互式 and 三维的虚拟环境中提供真实可信的化学过程的模拟。学生在学习过程中可以积极地参与,还可以通过虚拟仿真实验去完成一些很难甚至不可能在现实实验室中进行的实验,比如不允许观察也无法获得可靠测量结果的高速化学反应(爆炸、化学动力学问题等)、极慢的或极复杂的化学过程、涉及学生和教师的健康风险的实验(比如放射性实验)、需要昂贵耗材或在常规实验室不可用的设备等实验^[4]。

国内外已经有很多相似的研究工作,旨在利用虚拟仿真技术和网页技术在化学教学中的潜能,以达到高效教学的目的,比如“CSU 化学实验室”、“VRLUP”以及“实验室 3D”,它们分别处理了卫生、安全以及生物化学方面的问题^[5]。近年已开发的许多相关的应用程序使得化学教学更加高效,比如“虚拟化学实验室”^[6]、“分析化学实验教学”^[7]等应用程序。此外,还有许多采用虚拟技术的程序,比如“MarSTU”^[8]、“虚拟校园”^[9]、“气相色谱-质谱联用仪虚拟项目”^[10]、“虚拟实验室”^[11]等。这类应用与虚拟仿真系统相比的不足有:浸入感缺乏、交互性不足,呈现的不是真实的三维模型等。

本文提出了基于 Unity 3D 技术构建三维交互式的气相色谱仪虚拟仿真实验系统。该系统的基本目标是利用互联网使用户进入到一个交互式的、模拟真实教学过程的虚拟世界。通过使用 3Ds Max 及 Unity 3D 软件开发出具有动态原理展示、三维结构展示及仿真实验 3 部分结构的三维交互式的气相色谱仪虚拟仿真实验系统。该虚拟仿真实验系统的成功构建满足了仪器培训和化学实验教学的基本需求,对虚拟仿真技术在化学中的应用起了示范效应和推广作用。

1 开发工具及开发流程

通过学习和了解气相色谱仪的原理、结构及当前的操作方法,依据气相色谱仪的结构特点、交互动作及技术水平,选用 3Ds Max 为仪器建模,用 Unity 3D 为模型添加交互。制定的开发技术路线如图 1 所示。

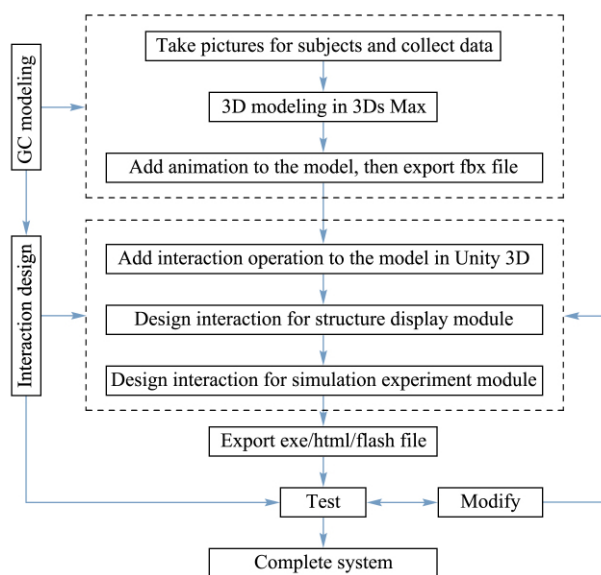


图 1 仿真系统开发技术路线图

Fig. 1 Development technology roadmap of the simulation system

2 仿真系统的结构与功能

2.1 气相色谱仪工作原理部分

气相色谱仪工作原理的动画主要包括仪器分离原理的动画以及热导检测器原理的动画。该部分主要以交互动画配合文字的形式,生动形象地展示了气相色谱仪的工作原理。

2.2 仪器结构展示部分

仪器结构展示部分包括仪器的内、外部结构展示(见图 2),该部分中使用逼真 3D 模型及其仿真的互动操作,使用者可以通过完成如表 1 所示的交互功能,从而对仪器的内、外部结构有一个清晰明了的认识。

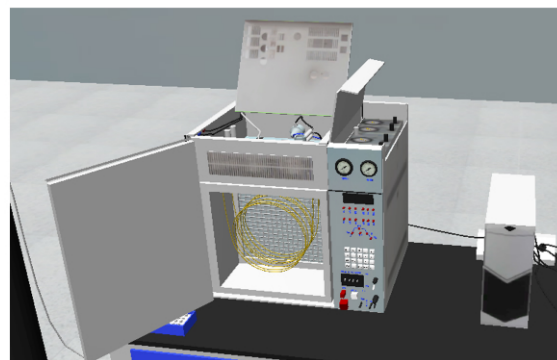


图 2 GC 内部结构展示界面

Fig. 2 Page of the display of the internal structure of GC

2.3 仿真实验部分

仿真实验部分包含两部分内容:学习系统和测

表 1 结构展示部分中的主要交互功能

Table 1 Main interactive operations in the structure display module

Function	Description
Rotation	Press and hold the left mouse button and drag. You can rotate the instrument and observe it arbitrarily. (按住鼠标左键并拖动,可以任意角度旋转仪器,全方位观察仪器。)
Zoom	Scroll the mouse wheel. You can zoom in or out the instrument to observe it in detail or in the general. (滚动鼠标滚轮,可以放大和缩小仪器,实现整体和细节之间的切换。)
Translation	Hold down the middle mouse button and drag. You can observe the translation of the instrument. (按住鼠标中键并拖动,可以观察到仪器的平移。)
Tooltip	When the mouse points to a particular part of the instrument, information about the part can be automatically displayed. (当鼠标停放在特定的仪器部件上时,可以自动显示该部件的相关信息。)
Internal display	When you click the left mouse button, the door of the instrument will open, which makes it convenient to observe the internal structure of instrument. The internal structure of GC is shown in Fig. 2. (用鼠标左键点击后,仪器上的门部件可以打开,方便观察仪器的内部构造。仪器的内部结构展示如图 2 所示。)

试系统。两部分内容都是以“乙醇中少量甲醇含量的测定”实验为基础制作的。使用者首先对气相色谱仪的实验操作进行学习,再通过测试系统来巩固之前所学的内容,从而能更充分地掌握实验操作的相关知识。

2.3.1 学习系统

学习系统使用 Unity 3D 构建出了分步式的实验操作过程,为使用者详细地展示了气相色谱仪的实验步骤及其对应的实验现象。

(1)实验步骤展示功能。气相色谱仪实验主要包括以下步骤:打开载气、打开电脑、打开仪器、设置参数、设定环境、进样操作、收集数据、关闭仪器、关闭电脑和关闭载气。学习系统根据这些步骤将不同的操作放到不同的场景中,再将不同的场景链接至同一导航界面的不同按钮,当点击某一个按钮时即可转到相应的操作场景中学习相应的内容。在操作场景中可以操作仪器做出相应的动作,同时包含有对该步骤的文字说明,便于加深使用者对实验操作的理解。图 3 是“打开载气”步骤的界面,使用者在该步骤场景中可以根据文字说明对气瓶进行操作。

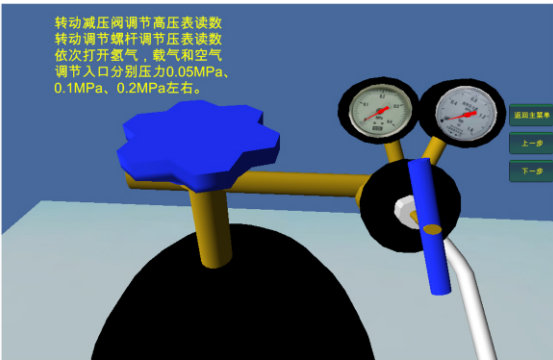


图 3 “打开载气”步骤的界面

Fig. 3 Page of the “Open the gas valve” step

(2)实验现象展示功能。实验操作过程中,虚拟仪器根据使用者的操作指令产生相应的实验现

象。例如“打开载气”步骤中,使用者对气瓶的阀门进行转动操作,阀门对应的表盘指针会根据阀门的开度转动适当的位置,从而提高了系统的真实感及使用者的体验感。

2.3.2 测试系统

测试系统是根据气相色谱仪的工作原理及实验学习系统而制作的自由度较高、实用性较强的实验操作系统。测试系统中使用者可以自由地对实验仪器设备进行操作,为使用者带来较好的体验感的同时加深和强化之前所学内容。

(1)数据功能。根据真实的实验过程,在系统中设置了不同的标准样品浓度及未知样品浓度,不同的样品对应了不同的色谱曲线,同时色谱曲线中都加入了随机函数,使数据更真实、合理。图 4 为未知样品 1 的数据曲线界面。

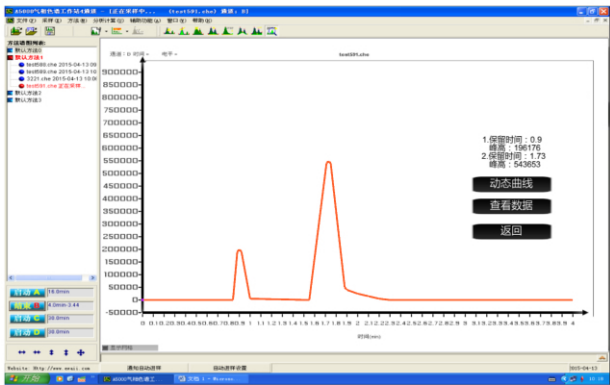


图 4 未知样品 1 的数据界面

Fig. 4 Page of the data of the unknown sample 1

(2)数据处理及小测试功能。系统使用“峰高加高法”及“标准曲线法”为定性、定量方法,根据之前所得的实验数据在数据处理界面绘制出相应的标准曲线图,为使用者清晰地展示了实验数据的处理方式。在数据处理界面会有相应的小测试,加深用户对气相色谱的定性、定量方法的认识。图 5 为数

据处理界面。

(3)实验步骤评分功能。系统会对使用者的操作步骤做出相应的评分,加深使用者对实验操作步骤的理解。

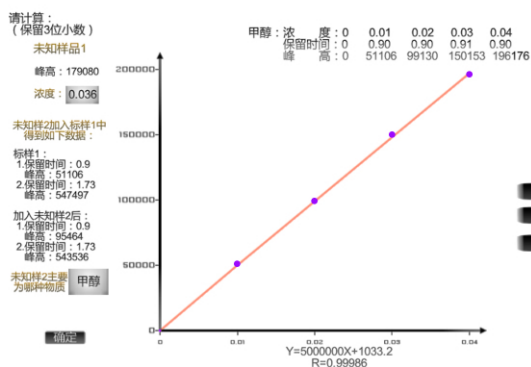


图 5 数据处理界面

Fig. 5 Page of the data processing

3 结论

本文主要介绍了“基于 Unity 3D 的气相色谱仪虚拟仿真实验系统”的背景及功能结构。在对气相色谱分析过程的理论和实验有足够理解的基础上,利用 3Ds Max 建模技术和 Unity 3D 交互技术,开发出了三维交互式的气相色谱仪虚拟仿真实验系统。该系统具有如下特点:

(1)可以作为基础化学实验教学的辅助手段来直观地展示气相色谱仪的结构以及操作过程,帮助学生加深对气相色谱的理解,节省了实验试剂,避免了实验过程中可能发生的意外事故^[12,13]。

(2)通过使用主流的虚拟仿真技术和网络多媒体技术,达到了在网络上进行仪器展示与实验教学的目的。同时也构建了一种全新的交互式实验教学模式,为开放式实验教学的开展提供了有力的支持。

(3)主要使用 Unity 3D 作为虚拟实验室开发工具,结合“乙醇中少量甲醇含量的测定”实验构建出了一套全三维场景、交互性的气相色谱仪仿真实验系统,实现了对实验仪器整体和内部构造的全方位三维立体展示及对仿真实验的操作。

(4)开发路线的可行性得到证实,可以预见将来一定会有更加广阔的应用前景。对仿真实验系统的新开发模式进行了有益的探索,对其后续开发具有一定的指导意义^[14,15]。

参考文献:

- [1] Wu J, Sun Y M, Lei W, et al. Experimental Technology and Management, 2014, 15 (10): 1
吴涓,孙岳民,雷威,等. 实验技术与管理, 2014, 5 (10): 1
- [2] Wu Z. [MS Dissertation]. Dalian: Dalian University of Technology, 2008
武真. [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2008
- [3] Li P, Mao C J, Xu J. Research and Exploration in Laboratory, 2013, 32 (11): 5
李平,毛昌杰,徐进. 实验室研究与探索, 2013, 32 (11): 5
- [4] Wang X J, Liu H J, Wei C W, et al. Science & Technology Information, 2010 (11): 53
王晓娟,刘慧君,魏传晚,等. 科技资讯, 2010 (11): 53
- [5] Georgiou J, Dimitropoulos K, Manitsaris A. IJSS, 2007, 2 (1): 34
- [6] Dalgarno B, Bishop A G, Adlong W, et al. Comput Educ, 2009, 53: 853
- [7] Zimmerer C, Thiele S, Salzer R, et al. Microchim Acta, 2003, 142 (3): 153
- [8] Morozov M, Tanakov A, Gerasimov A, et al. //IEEE, et al. Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. Joensuu. Multimedia Systems Laboratory of Mari State Technical University Press, 2004: 605
- [9] Khan F S, Irfan K, Razzaq S, et al. LNE & CS, 2008, 2170 (1): 484
- [10] Waller J C, Foster N. Comput Educ, 2000, 35: 161
- [11] Koretsky M D, Amatore D, Barnes C, et al. IEEE T Educ, 2008, 51 (1): 76
- [12] Yang Y, Xu Y Q, Yang Y L, et al. Higher Agricultural Education, 2011 (3): 50
杨昱,徐雅琴,杨玉玲,等. 高等农业教育, 2011 (3): 50
- [13] Li M, Wu X S. University Education, 2013 (10): 29
李敏,吴小说. 大学教育, 2013 (10): 29
- [14] Zhu Z. [MS Dissertation]. Wuhan: Central China Normal University, 2012
朱柱. [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2012
- [15] Zhang Y. [MS Dissertation]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2014
张岩. [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2014