

基于信息化 CT 虚拟仿真平台的设计与实现

许海兵, 沈孝翠, 李伟, 吉玉刚

江苏医药职业学院 (江苏盐城 224005)

〔摘要〕目的 为解决当今 CT 学习理论与实践脱节的现状, 根据当代人的学习习惯开发实现信息化 CT 虚拟仿真学习平台。**方法** 采用 Maya 建模完成对 CT 仪器、计算机辅助设备以及操作室整体进行 3D 建模并用 UV 拆分组件进行拆分, 得到贴图坐标用于绘制贴图, 利用 photoshop 软件绘制颜色贴图, 导入到 Unity 引擎实现虚拟漫游。采用 Flex 框架对软件操作部分进行脚本编写, 并嵌入信息化的学习资源。**结果** 信息化虚拟仿真学习平台将理论学习与实践操作有效融合, 实现理论与实践一体化学习, 同时方便于管理。**结论** 信息化虚拟仿真学习平台适应当代人的学习习惯, 同时弥补了现在见学为主的学习模式带来的不利。

〔关键词〕 虚拟仿真; 信息化; 理论; 实践; 一体化

〔中图分类号〕 G642.423 **〔文献标识码〕** A **〔文章编号〕** 1002-2376 (2018) 17-0024-04

CT 是 19 世纪 70 年代兴起的一门新的医学影像检查技术。随着 CT 设备结构和性能的不断完善和提高, 促进了 CT 检查技术的发展, CT 已成为当今使用最为广泛的医学影像检查技术之一。

医学影像技术专业着重培养学生对各种医学影像设备的技术操作、初步保养、维修维护等技能, 是一门实践性很强的学科^[1]。操作技术人员只有全面系统地学习和掌握 CT 的成像原理, 规范扫描技术, 合理设计扫描协议, 严格遵守各项 CT 检查规则, 才能充分发挥 CT 检查的优势。

基于理论和实践一体化的学习理念, 本团队经过深入地分析与调研, 确立了通过虚拟仿真技术来解决学习大型医疗设备资源短缺的现实问题。在开发过程中, 将信息化学习资源与虚拟仿真操作系统有效地融合, 从而在保证解决基本仿真操作实训的基础上, 更有效地适应现代大学生的学习习惯, 将理论与实践操作有效融合, 提高学生的学

习效果。在调研中发现, 由于国家大力推行大型医疗设备国有化的进程, 国内近年出现了很多医疗器械第三方维修服务公司, 该平台在服务于学生学习的同时, 也能满足这些公司工程师队伍的学习需求, 为新企业的运营节约成本。

1 国内外 CT 仿真软件的研究现状

目前国外主流 CT 仿真技术主要包括: (1) GTSim 仿真系统, 其是由美国新墨西哥州心脏病医院 Kevin 等人开发的一个遵循 GNU 通用公共许可证的开放源码软件^[2]; (2) XRSIM (X-Ray Simulation Tool) 系统, 其是在美国国家工业标准技术局基金项目的支持下, 由 Iowa 州立大学无损评估中心开发的 1 个功能比较完善的仿真系统; (3) SINDBAD 系统, 其是由法国 LETI-CEA 实验室研究开发的 1 个 X 线成像仿真模拟系统; (4) Anwenderverbund Volumenabtaeten 系统, 其是德国开发的一款仿真系统, 拥有图形用户界面并允许用户改变各种参数。

国内在 CT 仿真技术方面的研究工作起步较晚, 和国外有较大的差距。清华大学、西北工业大学、上海交通大学、

基金项目: 江苏省卫生职业技术教育研究立项课题 (J201607)

收稿日期: 2018-04-03

The Standardization of Naming in Radiation Oncology by AAPM TG 263 Zheng Zhiman¹, Zhang Kunyi² (Corresponding Author), Gao Lijuan², Lin Chengguang², Su Yangmei². 1 XinHua College of Sun Yat-sen University, Guangzhou Guangdong 510520, China; 2 Cancer Center of Sun Yat-sen University · State Key Laboratory of Oncology in South China, Guangzhou Guangdong 510060, China

〔Abstract〕 Objective To improve the structural and standardized problems in the current planning system by the application of American Association of Physicists in Medicine (AAPM) TG 263's radiation therapy structure naming. Standardizing Nomenclatures in Radiation Oncology for the center, thereby ensuring the efficiency and safety of treatment. **Methods** Created a MATLAB program to compile the radiotherapy structure file for each patient, output and record each substructure. After that, the key words were used to classify the structural names and statistics, and compared with the TG 263 standardized naming, to achieve the standardization of structural nomenclature, and output a standardized radiotherapy structural document. **Results** The high consistency of TG 263 radiation therapy for the structure could enhance the safety and quality of data within the hospital, as well as provide a thought and a method for the future remote polycentric radiotherapy planning. **Conclusion** It is vital to achieve the standardization of radiation therapy for the clinical based on the realization of TG 263 radiation therapy structure naming.

〔Key words〕 Radiotherapy; Safety hazard; Structural nomenclature; Standardization

浙江大学、北京航空航天大学 and 西安交通大学等都研究了 CT 仿真技术^[3-6]。其中西北工业大学从 1994 年开始进行工业 CT 技术研究，已经在简单组合形体、基于 UG 平台的复杂单个均质零件及装配体的投影仿真成像方面取得了成功，研究实现了一套基于平板探测器的锥束 CT 仿真系统，基于该系统展开锥束 CT 扫描原型系统的研制工作，完成系统结构设计、X 线管的选型及参数设置、射线多色性对成像性能的影响评估、三维图像重建算法的研究开发等基础研究工作^[7]。

2 建设思路

首先调研国内主流 CT 品牌，开发 CT 虚拟仿真操作系统，在系统中充分展示不同部位的 CT 操作过程，以及在操作中可以设置相关的扫描参数及扫描部位的图像展示；同时，利用 3D 建模展示 CT 基本结构及在不同扫描方式下扫描系统的运转情况，让学习者可以虚拟漫游整个 CT 室；最后在 CT 虚拟仿真操作系统的基础上，将 CT 课程学习的相关信息化资源加入 CT 虚拟仿真操作系统的程序中，在操作的同时，可以看到不同部位的操作要点、图像展示以及常见 CT 病变及诊断要点。在后期的开发中还可以进一步地拓展此平台的内容，如加入 CT 的日常维护知识等。CT 虚拟仿真软件框架见图 1。

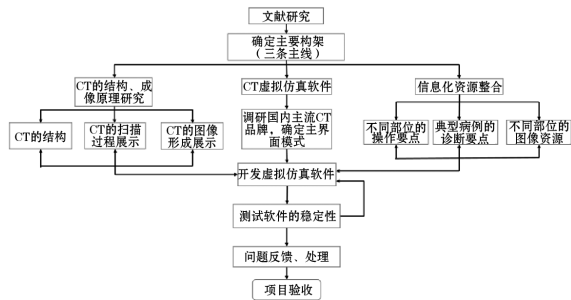


图 1 CT 虚拟仿真软件框架

2.1 CT 的机房建模

用相机在 CT 机房进行实地取样拍摄，获得机房的结构、设备安装位置、通风口的设计等参考素材；同时，工程师将 CT 拆解，拍摄 CT 主要组成部件的原始图片素材。使用 Maya 软件，对这些素材进行 3D 建模，获取 CT 机房、操作室、CT 结构及其他辅助设备的 3D 模型。然后，使用 photoshop、UVLayout 对建好的 3D 模型进行 UV 拆分和贴图绘制，如此便有了后期开发需要的美术资源库。具体设计思路如下。

2.1.1 Maya 建模

Maya 是美国 Autodesk 公司出品的一款世界级的三维建模和三维动画软件之一，主要是为影视应用而研发的。除了影视应用外，Maya 在三维动画制作、影视广告设计、多媒体制作甚至游戏制作领域都有出色的表现。Maya 功能完善，工作灵活，易学易用，制作效率高，渲染真实感极强。基于以上优势，本研究在开发此款软件的时候选择 Maya 建模软件对 CT 仪器、计算机辅助设备以及操作室整体进行 3D 建模，界面见图 2。

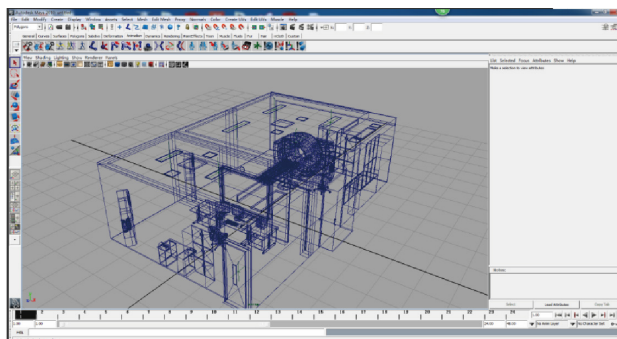


图 2 CT 机房 3D 建模

2.1.2 对模型进行 UV 拆分

在完成对 CT 仪器、计算机辅助设备以及操作室整体进行 3D 建模后，为了方便后期制作，本研究借助 UV 拆分组件对 3D 模型进行拆分，得到贴图坐标用于绘制贴图，界面见图 3。

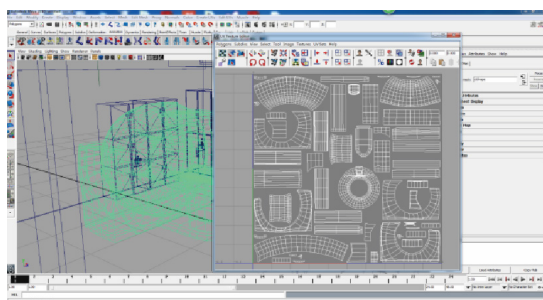


图 3 3D 模型 UV 拆分

2.1.3 photoshop 绘制贴图

在对 3D 模型进行 UV 拆分后，得到的模型没有颜色和纹理（图 2），因此必须借助于上一步所制作的 UV 坐标，利用 photoshop 软件绘制颜色贴图，界面见图 4，最终得到彩色（仿真真实的 CT 结构色彩）模型，效果见图 5。

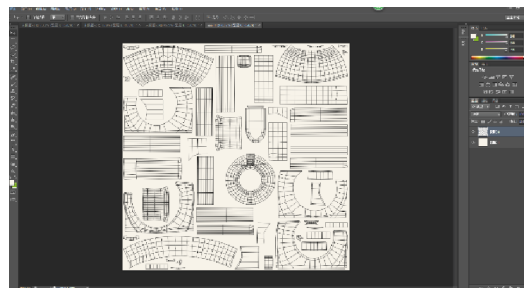


图 4 颜色贴图界面

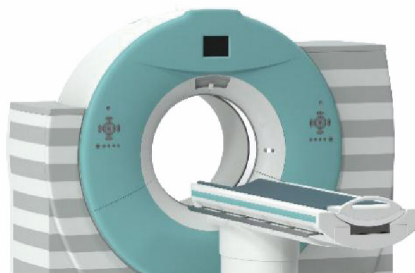


图 5 彩色 CT 模型

2.1.4 导入到 Unity 引擎

Unity 引擎是由荷兰 Unity Technologies 公司开发的一款让用户轻松创建诸如 3D 视频效果、三维视频游戏、实时三维动画、建筑可视化等类型的综合性的游戏开发工具引擎，也是一个全面整合的专业游戏引擎，特点是内容互动、多平台和商业化^[8]。Unity 类似于 Director, Blender game engine 或 Torque Game Builder 等利用交互的图形化开发环境为首要方式的软件，其编辑器运行在 Windows 和 Mac OS X 下，可发布至 Windows、Mac、iPhone 和 Android 平台等 22 种平台上。早期版本可以利用 Unity web player 插件发布网页游戏，支持 Mac 和 Windows 的网页浏览，最新版本自己集成了 WebGL，不再需要这款插件，它的网页播放器也被 Mac widgets 所支持。现在很多的商业游戏及虚拟现实产品都采用 Unity3D 引擎来开发^[9]。

为了实现环境的漫游效果，将制作好的 3D 素材导入到 Unity 引擎（界面见图 6），进行脚本编辑（代码见图 7），最后实现操作者可以在整个 CT 内进行虚拟漫游，在漫游的过程中可以切换到不同的位置对仪器进行操作、拆解及组装。经过这些步骤，本研究已经基本完成了对 CT 仪器、计算机辅助设备以及 CT 操作室的整体环境进行虚拟漫游。

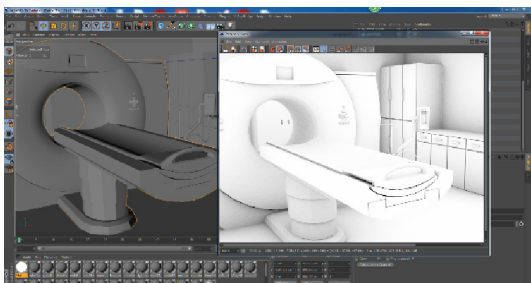


图 6 3D 素材导入到 Unity 引擎界面

```

1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class getCube : MonoBehaviour
5 {
6     GameObject cubeObj=null;
7     void OnGUI ()
8     {
9         if (GUI.Button (new Rect (10, 10, 100, 30), "change color"))
10            {
11                Debug.Log("-----button click");
12                if (cubeObj)
13                {
14                    cubeObj.renderer.material.color=Color.red;
15                    Debug.Log("-----change cube color");
16                }
17            }
18            else
19            {
20                //cubeObj = GameObject.Find("Cube@1");
21                cubeObj=GameObject.FindGameobjectWithTag("OneCube");
22                Debug.Log("-----find cube by tag");
23            }
24            if (GUI.Button (new Rect (120, 10, 100, 30), "stop rotate"))
25            {
26                Debug.Log("-----stop rotate button click");
27                if (cubeObj)
28                {
29                    Component rotateComponent=cubeObj.GetComponent("rotateSelf");
30                    Destroy(rotateComponent);
31                    Debug.Log("-----remove component");
32                }
33            }
34            else
35            {
36                //cubeObj = GameObject.Find("Cube@1");
37                cubeObj=GameObject.FindGameobjectWithTag("OneCube");
38                Debug.Log("-----find cube by tag");
39            }
40        }
41    }
42 }
    
```

图 7 Unity 引擎代码编辑

2.2 CT 仿真操作系统的设计

本研究在完成 CT 虚拟漫游系统开发的基础上，进入到 CT 仿真操作系统的开发进程。仿真是利用间接相似性的原

则通过特定的算法和建立仿真模型在计算机上对现实系统进行真实模拟的知识加工过程，通常这个过程包括构建系统模型、构建仿真模型、设计仿真程序、确认模型、实验仿真和分析仿真结果等。仿真系统需要专用的软件系统和软件运行环境平台，当然一个友好的人机交互界面对于研究人员是必不可缺少的，在仿真过程中仿真模型可以根据运行结果和现实情况进行不断的修改和完善为系统研究实验提供便利。

对于 CT 仿真操作系统的设计，考虑到不要将系统做得太死板，方便于后期使用过程中用户的自主编辑，本研究采用开发式的系统编辑，使用者可以根据自身使用特点管理系统内容。本研究采用 Flex 框架对软件操作部分进行脚本编写，导出效果见图 8，脚本见图 9。



图 8 界面效果

```

40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
    
```

```

        trace("balloonArray.length = " + balloonArray.length);
    }
    private function liftBalloons(event:Event):void
    {
        var balloon:BalloonAnimation_MC;
        var tempBalloonArray:Array = balloonArray.slice();
        for(var i:uint = 0; i < tempBalloonArray.length; i++)
        {
            balloon = tempBalloonArray[i];
            balloon.y -= 10;
            if(balloon.y + balloon.height < 0)
            {
                destroyBalloon(balloon, balloonArray.indexOf(balloon));
                removeChild(balloon);
            }
        }
    }
    private function destroyBalloon(balloon:BalloonAnimation_MC, position:uint):void
    {
        balloonArray.splice(position, 1);
        balloon.removeEventListener(MouseEvent.CLICK, this.popBalloon);
    }
    private function popBalloon(event:MouseEvent):void
    {
        var balloon:BalloonAnimation_MC = BalloonAnimation_MC(event.currentTarget);
        balloon.addEventListener(Event.COMPLETE, balloonPopped);
        balloon.gotoAndPlay("pop");
        destroyBalloon(balloon, balloonArray.indexOf(balloon));
    }
    private function balloonPopped(event:Event):void
    {
        var balloon:BalloonAnimation_MC = BalloonAnimation_MC(event.currentTarget);
    }
    
```

图 9 Flex 框架编辑代码

Flex 技术是当前一种比较流行的富客户端技术，Flex 技术本身涵盖了网络框架设计、数据通信技术、事件处理技术、新的编程语言等很多方面，Flex 技术的许多概念、思想和方法都源于富客户端技术。

在整个软件的操作中，本研究将常规 CT 操作的部位分为头颅、颈部、胸部、腹部、盆部、上肢、下肢、脊柱及特殊检查如心脏、血管、双能量等。扫描参数、体位摆放、定位像的扫描及图像的展示均按真实 CT 进行仿真模拟，图像处理模块也按真实 CT 图像处理功能进行编辑，从而使软件的仿真操作更贴近实际。

2.3 嵌入数字化学习资源

为了适应当代人的学习习惯，本研究在完成 CT 室内漫

游、CT 软件操作基础上, 将方便理论学习的数字化学习资源也导入到此操作平台中, 实现理论与实践的有效结合。聘请专业教师按头颈部、胸部、腹部、盆部和脊柱四肢 5 个模板收集资料。收集每个部位的常见病变的临床症状、图像及诊断要点, 病变与图像一一对应, 方便于学习。可以通过搜索引擎进行病变名称及部位的直接搜索, 既方便又简单。

2.4 管理功能的开发

为了增加仿真软件的实用性, 对开放式系统的操作管理功能主要分为以下几方面。(1) CT 操作步骤评分管理: 要求支持使用者修改 CT 操作步骤中注意要点以及各操作要点的评分规则。(2) 案例管理: 要求支持使用者在线添加、修改案例信息, 影像支持的图片格式有 jpg、jpeg、png、bmp 等; 在线修改案例中受检者的姓名、性别、年龄、主诉等信息, 选择检查中注意事项、扫描技术, 检查步骤排序评分规则, 扫描技术选择评分规则。(3) 考核管理: 要求支持使用者在线组织考核功能, 对于检查实战考核要求支持一次选取多个检查案例。(4) 统计分析: 成绩列表, 可根据考核名称、考生姓名、是否及格等信息查询成绩, 并可支持查询成绩导出, 要求可统计分析一次考核的最高分、最低分、平均分, 统计分析 CT 操作步骤得分情况。

21 世纪是发展的, 是信息化的。职业教育信息化是我国教育信息化的重要组成部分, 是解决我国职业教育中难题的必由之路。与传统教育模式相比, 信息化教学更有利于加快信息的传播, 扩大受教育者的规模, 激发和培养学习者的学习兴趣与思维能力。然而在当今信息化时代, 用传统教学管理手段来提高教学管理效率已经接近“天花板”, 因此, 高等职业教育必须改变传统的教学管理模式, 大力推进信息化建设, 努力适应新形势、新任务的要求^[10]。

在经过了高校网络基础建设、数字化建设以及信息化教学、科研、管理等应用阶段之后, 未来高等教育中最具优势、最具发展潜力的当属虚拟教学、虚拟实验。对于高等职业教育来讲, 大力引入虚拟教学、虚拟实验教学新模式, 是改变现有教学方法、教学技术、教学手段的一种新的有效途径, 同时也是节约教学成本的有效措施^[11]。尤其对于大型医学影像设备的高投入, 以及 CT 检查操作的实验、实训室的建立受到了限制, 使得医学影像检查技术类

课程的实验教学和技能训练不能正常开展, 这种状况对学生专业基础知识、基本原理的掌握以及基本技能训练都为不利。

CT 理论与实践一体化虚拟仿真学习平台可以将 CT 学习中的理论知识与时间操作有效融合, 适应当代人的学习习惯。以此来弥补见习为主的学习模式带来的不利, 同时在 CT 虚拟仿真操作系统的基础上加入了信息化的元素, 将 CT 操作运行中 CT 的结构、原理以及不同部位的操作要点、图像的分析、病变的诊断等一系列与课程相关的内容加入此仿真教学系统中来, 从而使得此软件不仅是一个 CT 虚拟仿真操作系统, 同时还是 CT 课程的信息化平台, 使得理论与实践有效的融合为一体。

[参考文献]

- [1] 韩晓磊, 杨全新. 高职医学影像技术专业网络虚拟实践教学平台的构建与应用[J]. 中国医学教育技术, 2014, 28(5): 504-507.
- [2] 陈平. 虚拟 CT 系统成像过程仿真技术研究[D]. 太原: 中北大学, 2009.
- [3] 秦中元, 牟轩沁, 王平, 等. 一种通用的 X 射线锥形束投影生成算法[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(2): 160-164.
- [4] 杨民, 路宏年, 张莉. 分层层析成像中典型构件数字投影计算机仿真[J]. 兵工学报, 2003, 24(2): 180-183.
- [5] 汪鹏. 面向装配体的 ICT 计算机仿真及相关技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2003.
- [6] 湛飙, 庄天戈. 锥形束 X 线直接体积成像的理论研究[J]. 上海交通大学学报, 1997, 31(4): 74-78.
- [7] 黄魁东. 锥束 CT 仿真系统关键技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2006.
- [8] 贺苗元. 基于 Unity3D 引擎的虚拟室内漫游的研究设计与应用实现[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2015.
- [9] 林深华, 范志尚, 蒋建兵, 等. 基于 Android 平台 Unity3D 游戏设计与实现[J]. 企业科技与发展, 2013(10): 40-42.
- [10] 皋春. 高校教学管理信息化研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2013.
- [11] 贾景磊, 赫章英, 纪强, 等. 医学影像专业数字仿真教学的实践与调查分析[J]. 中国医学教育技术, 2009, 23(5): 469-471.

The Design and Realization of An Informationized CT Virtual Simulation Learning Platform Xu Haibing, Shen Xiaocui, Li Wei, Ji Yugang. Jiangsu Vocational College of Medicine, Yancheng Jiangsu 224005, China

[Abstract] Objective To solve the problem that the theory learning of CT not suit to practice, we developed an informationized CT virtual simulation platform, which was according to the learning accustom of modern people. **Methods** We employed the Maya software to obtain 3D model of the CT instrument and the whole operation circumstance of it, dismantled it with UV, then obtained the texture coordinator for drawing the texture. Colored the texture with Photoshop, we output it to the Unity engine for virtual rover. All the source codes of this software were written by Flex frame, and embedded in learning resources. **Results** Informationized virtual simulation learning platform could combine the theory learning with practice operation, realized the integration of theory and practice. Moreover, it could manage conveniently. **Conclusion** The informationized virtual simulation learning platform can satisfy the requirement of modern people's learning habit, and make up for shortcomings of the current teaching mode at the same time.

[Key words] Virtual simulation; Informatization; Theory; Practice; Integration