附件 2

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学　　校　　名　　称	皖南医学院
实 验 教 学 项 目 名 称	综合性 CT 虚拟仿真实验
所　属　课　程　名　称	医学影像检查技术
所　属　专　业　代　码	101003
实验教学项目负责人姓名	黄磊
有　效　链　接　网　址	http://ct.wnmc.edu.cn/CT/

教育部高等教育司制

二〇一九年七月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。

2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。

3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。

4. 不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。

5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

<table>
<tr><td colspan="6">1-1 实验教学项目负责人情况</td></tr>
<tr><td>姓　名</td><td>黄磊</td><td>性别</td><td>男</td><td>出生年月</td><td>1972.10</td></tr>
<tr><td>学　历</td><td>研究生</td><td>学位</td><td>工学
硕士</td><td>电　　话</td><td>0553-3932081</td></tr>
<tr><td>专业技
术职务</td><td>副教授</td><td>行政
职务</td><td></td><td>手　　机</td><td>13665536725</td></tr>
<tr><td>院　系</td><td colspan="3">医学影像学院</td><td>电子邮箱</td><td>huangleioe@163.com</td></tr>
<tr><td>地　址</td><td colspan="3">安徽省芜湖市弋江区文昌西路
皖南医学院医学影像学院</td><td>邮　　编</td><td>241002</td></tr>
<tr><td colspan="6">教学研究情况：
1、主持的教学研究课题，软著登记及专利授权：
（1）生物医学工程虚拟仿真实验教学中心，安徽省教育厅 2016 年高等学校省级质量工程,项目编号 2016xnzx037，起止时间：2017 年 1 月-2020 年 1 月。
（2）生物医学工程专业综合改革试点，安徽省教育厅 2016 年高等学校省级质量工程,项目编号 2016zy131，起止时间：2017 年 1 月-2020 年 1 月。
（3）CT 仿真操作与诊断虚拟实验系统 V1.0，国家版权局软件著作权登记，第一著作权人，编号 2014SR190120。
（4）一种 CT 教学系统及其控制方法，国家专利局，编号：291811125199.5
（5）自编教学软件曾获 2012 年度安徽省多媒体教学软件大赛高教组软件系统类别一等奖，指导学生编写的“CT 仿真操作与诊断训练系统”扩展版本曾获 2014 年中国大学生计算机设计大赛虚拟实验平台类国赛二等奖
2、教材编写及教学论文发表：
（1）CT 原理展示与仿真操作与模拟诊断实验教学系统的设计与实现，《包头医学院学报》，第一作者，2019，35（5）：375-378
（2）计算机断层成像 APP 的研制及其在医学影像教学中的应用，《齐齐哈尔医学院学报》，第一作者，2019,40（8）：85-87
（3）参编生物医学工程专业“十三五”首轮规划教材《医疗设备原理与临床应用》，负责编写 MRI 设备成像原理及临床应用章节内容</td></tr>
<tr><td colspan="6">学术研究情况：
（1）海洛因成瘾大鼠多脑区脑电特征同步提取及强迫性觅药行为模式识别，安徽省教育厅自然科学重点研究项目,项目编号 KJ2017A259,起止时间:2017 年 2 月-2019 年 12 月。
（2）2016 安徽省高校优秀中青年骨干人才国内外访学研修重点项目，项目编号 gxfxZD2016156，起止时间：2016 年 1 月-2017 年 12 月。</td></tr>
</table>

1-2 实验教学项目教学服务团队情况						
1-2-1 团队主要成员（含负责人，5 人以内）						
序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	黄磊	皖南医学院	副教授	生物医学工程实验中心主任	项目整体框架搭建与研发	
2	翟建	皖南医学院	主任医师	附属医院影像技术中心主任	CT 影诊部分的研发	
3	胡慧娴	皖南医学院	讲师		CT 仿真教学系统硬件研发	
4	袁权	皖南医学院	副主任技师		CT 影像检查部分的研发	
5	徐晓燕	皖南医学院	实验师	医学影像实验中心副主任	项目具体实施协调	教学服务人员
1-2-2 团队其他成员						
序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	许国飞	皖南医学院	讲师	副院长	项目具体实施协调	
2	高春芳	皖南医学院	讲师		影像设备学实施	
3	魏逸	皖南医学院	主治医师		影像诊断实施	
4	范莉芳	皖南医学院	助教		病例搜集	
5	徐瑞	皖南医学院	主治医师		典型病例报告整理	
6	张玉	皖南医学院	实验师		影像物理部分实施	
7	吴树剑	皖南医学院	主治医师		影像技术搜集与整理	

8	张晶	皖南医学院	讲师		CT 影像物理实施	
9	黄谨怀	皖南医学院	助教		X 平片影像物理	
10	张雪原	皖南医学院	助理实验师		系统硬件电路	
11	傅雨晨	皖南医学院	助理实验师		临床典型病例收集	
12	杨庆冉	皖南医学院	助教		成像原理算法	
13	徐争元	皖南医学院	讲师		影像设备实施	
14	张云	皖南医学院	讲师		教学资料上传	
15	张昱昊	皖南医学院	讲师		项目实施协i	
16	潘超	安徽龙冲电子有限公司	工程师		系统软件优化与实施	技术支持人员
17	孔令远	安徽龙冲电子有限公司	工程师		系统软件维护与调试	在线支持

项目团队总人数：22（人）高校人员数量：20（人）企业人员数量：2（人）

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称

综合性 CT 虚拟仿真实验

2-2 实验目的

（1）掌握 CT 检查的基本操作流程及技能；

（2）掌握 CT 常见检查部位典型病例的影诊技能；

（3）熟悉 CT 成像有关核心原理及其对图像质量的影响；

（4）了解 CT 影诊专家的影诊思路；

让实验学生关于 CT 检查技术能“知其然，并能知其所以然”

2-3 实验课时

（1）实验所属课程所占课时：　　44 课时（理论 24+实验 20）

（2）该实验项目所占课时：　　6 课时

2-4 实验原理（简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）

本虚拟实验教学项目始终以“掌握 CT 成像核心概念、基本操作及影像诊断”为实验终极目的，自主研发“软、硬件结合”的综合性 CT 实验教学系统为平台，兼顾考虑学生的学习阶段、接受水平，有关概念及技能的认知规律和带教教师的实际工作强度等客观因素，循序渐进的采用讲授式（Lecture-Based Learning,LBL）、团队（Team-based Learning,TBL)教学法、临床案例（Case Study Based Learning，CBL）教学法来引导和组织 CT 相关实验教学项目。我校医学影像专业共有 8 个小班 240 名学生，其中每个小班有学生 35 人，这样每 5 个同学组成一个小团队恰可分成 7 个小团队（正好和我们选定的颅脑部、头颈部、胸部、上腹部、下腹部、脊柱、四肢 7 个 CT 典型检查部位相对应），每个小团队在期初理论课程上就需选择一个 CT 典型检查部位作为本团队该门课程必须共同学习完成的 CT 有关核心概念及基本技能操作。因为全班团队数目正好和我们设定的典型检查部位典型病例对应，全班正好可以囊括所有典型检查部位，所以最后实验课上团队小组汇报时在理解本组 CT 典型检查部位有关核心概念及基本技能操作的基础上也能触类旁通的快速理解其它小团队有别于本组的实验教学内容。最终实现对 CT 所有检查部位所涉典型病例的有关核心概念、基本操作及影像诊断有较完整的训练。

上述所有实验教学内容均以我们自主研发并经过多年反复调试及运行效能分析，最终确定的综合性 CT 实验教学系统为平台来开展，其总体架构如下图 1 所示：

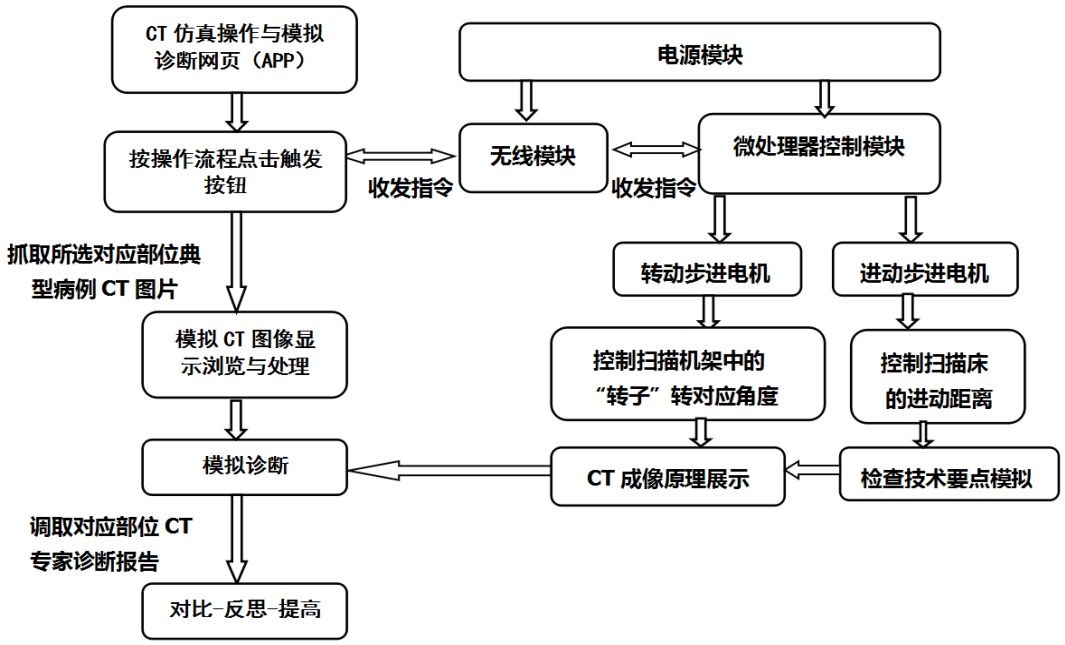


图 1：CT 实验教学系统的总体架构框图

其中仿真教学系统软件系统所有界面全真模拟西门子公司 CT 扫描设备操

作界面背景颜色、按钮排版及布局，让学生用户获得和在医院 CT 设备控制室操作电脑上操作非常类似的操作体验。通过模拟操作 CT 检查技术的七个主要工作流程“01 新病人信息录入-02 扫描部位按钮选择—03 数据库中被选部位定位片抓取—04 被选部位正式扫描参数选择及确定—05 数据库中被选部位典型病例图像抓取—06 图像显示浏览、简单标定及模拟诊断报告的撰写--07 对应专家诊断报告抓取及下载—学生用户通过对比 06 及 07 报告差别，找出差距及原因，逐步提高自己的 CT 影像诊断思路及技巧”。

同样的 CT 影像检查技术 7 个流程但在不同的课程实验教学中，授课教师的引导及要求的侧重点均有各自针对性。这里我们仅以授课教师对选择“颅脑部”典型病例的小团队的引导及要求为例来简述我们的虚拟实验教学探索。在《医学影像物理学》实验课程教学中授课教师会给全体同学演示上述流程中的 7 个过程，但侧重点在于重点引导学生观察实验与思考 04 操作步骤中教学系统软件界面改动扫描参数中的管电压、管电流的扫描参数时对应硬件模型中发光二极管可见光颜色的改动去阐述看不见的 X 射线成像中产生的最重要的光电效应和康普顿效应原理，以及他们对 CT 图像对比度的影响；在此基础上进一步引导学生观察与思考硬件模型中的“转子”序围绕扫描床上模拟人的被选检查部位作 0^0、45^0、90^0、135^0 四个角度的灯光闪烁来直观演示 CT 图像重建中最经典的反投影法算法原理。在《医学影像设备学》实验课程教学中授课教师会换一个检查部位(例如胸部)再次给全体同学演示上述流程中的 7 个过程，但侧重点在于重点引导学生观察实验与思考 04 操作步骤中教学系统软件扫描参数设置界面，详细解说西门子此款机器中的关于扫描参数中的 scan、timing、recorn、film 四大类参数调整页面中的每个英文技术参数的中文定义及其背后蕴含的 CT 成像设备构造及其对 CT 扫描图像质量的影响。在《医学影像检查技术学》课程中授课教师再换一个检查部位（例如上腹部，一般不选前二次选定的典型部位）再次演示上述流程中的 7 个过程，但侧重点更改为重点引导学生观察实验与思考 02、03、04 操作步骤中教学系统软件界面所涉患者扫描方向、体位摆放，定位片的起始线、中止线所确定的扫描范围等参数设定是否与系统硬件部分的进动距离，模拟人的体位摆放等检查技术要点对应。在《医学影像诊断学》课程中授课教师再换一个检查部位（例如下腹部，一般不选前三次选定的典型部位）再次演示上述流程中的 7 个过程，但侧重点更改为重点引导学生观察实验与思考 05、06 操作步骤中教学系统软件界面所涉患者窗宽、窗位选择、异常部位的 HU 值、最大、最小径测定等参数设定的意义及对应典型部位 CT 典型病例的阅读与诊断，联系前面所学内容写出对应模拟诊断报告后和软件内附的专家诊断报告对比，找出差距，思考原因，反复练习直至形成自己的 CT 影诊思维。

综上所述，本虚拟实验教学项目可大幅提高学生学习 CT 成像所涉相关概念及技能的学习积极性，降低带教教师的带教劳动强度（教师将主要的精力放在典型病例的筛选、引导问题的设定，针对性的补缺补差），同时不限次数，不限时间，不限场合反复多次开设 CT 有关综合性、开放性的实验项目。特别适合资源、经费相对不足的省属本科医学院校 CT 影像教学所需。

知识点：共 11 个

（1）X 射线成像原理（光电效应、康普顿效应）

（2）CT 成像原理（反投影法）

（3）X 平片和 CT 图像成像原理的异同点

（4）CT 设备构造及设备参数对 CT 图像的影响

（5）典型检查部位（以颅脑部为例）的 CT 各断面解剖征像

（6）医患沟通及 CT 扫描前准备

（7）典型检查部位（以出血性脑卒中为例）的扫描体位、扫描基线及范围

（8）典型检查部位（以出血性脑卒中为例）的扫描参数及序列设置

（9）典型检查部位（以出血性脑卒中为例）的图像后处理参数选择

（10）典型检查部位（以出血性脑卒中为例）的 CT 平扫及增强各断面征像

（11）典型检查部位（以出血性脑卒中为例）的影诊要点

. . . . . .

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

CT 仿真操作与模拟诊断软件，CT 原理演示与仿真操作硬件模型，联想品牌电脑

2-6 实验材料（或预设参数等）

自研 CT 原理演示与仿真操作硬件模型，CT 仿真操作与模拟诊断软件

2-7 **实验教学方法**（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）

1、讲授式（Lecture-Based Learing, LBL）教学法

（1） 使用目的：让参与实验的大二下学期影像专业学生了解 CT 有关成像原理对其将来掌握 CT 有关基本操作及影像诊断技能的重要作用，激发其学习深奥、难懂的 CT 成像基本原理的自觉性与主动性，以期尽可能多的掌握 CT 成像有关基本原理。

（2）实施过程：教师大班现场集中快速演示 CT 扫描检查流程有关的 7 个步骤后，退回 04 步骤，一边引导学生观察并思考 CT 虚拟仿真教学平台硬件部分的对应动作，一边准确，连贯且系统的重点讲授其动作所展示的 CT 反投影法重建原理及不同管电压和管电流产生的 X 射线的硬度差异及其对 CT 图像原始图像数据的影响。课后让学生完成本团队所涉 CT 检查部位的常规扫描参数设定范围背后的影像物理原理。

（3）实施效果：针对的是处于第 4 学期的初次基础 CT 成像有关课程的大二影像专业学生，快速虚拟操作 CT 扫描的 7 个流程，让学生对 CT 成像有个

初步的整体认识，让学生对所学 CT 成像原理在 CT 有关基本操作与影像诊断中的重要基础作用有了直观认识，提高了学生学习深奥、难懂的 CT 成像基本原理内容的主动性和自觉性。同时因为虚拟系统的硬件模型部分把看不见的 X 射线强度转换成不同颜色的可见光，同时配合其模拟“转子”的演示动作将反投影法直观展示，使学生在理解有关内容的时候多了一点感性认识，从而部分降低了学习的难度，参与实验的学生对 CT 成像原理的掌握程度明显高于未参与的同学，为同学学习后续相关内容打下了坚实的基础。

2、团队（Team-based Learning,TBL)教学法

（1）使用目的：让大三 2 个学期影像专业学生以掌握 CT 设备构造、设备参数及其对 CT 原始图像质量的影响，常见检查部位的影像检查技术要点为目的，以 5 人为 1 个小团队反复多次开展有关 CT 扫描操作流程虚拟实验，最终熟练掌握 CT 常规检查参数设置，体位摆放等影像检查技术要点，能基本胜任附属医院 CT 扫描技师的日常工作。

（2）实施过程：教师可在《医学影像设备学》和《医学影像检查技术学》的理论课根据学生前期的基础学习效果每 5 人为 1 个小团队，全班抽签随机领取本团队的 CT 检查部位。后续理论课教学过程中，每个小组成员均需在围绕本团队对应检查部位的扫描参数设定及影像检查技术要点搜素并学习相关学习内容的基础上反复多次操作本团队的扫描操作流程后择机组队讨论本团队参数设定范围及检查技术要点背后的原因及逻辑所在，总结后在软件的留言区和老师留言互动，直至最后团队所有成员均能熟练掌握本团队所领 CT 检查部位的扫描参数设定及体位摆放等检查技术要点等 CT 扫描技师的常规工作。

（3）实施效果：这个阶段针对的是已有一定前期学习基础与经验的大三影像专业学生，他们已有一定的学习自觉性和基础。给每个小团队以明确的学习目的和任务引导后，让学生经过“个人独立学习核心概念--反复多次虚拟实验测试自我概念掌握程度----团队协作练习运用基本技术”的过程将所学理论知识和具体操作实践相结合，大大提高了学生学习 CT 有关扫描参数及掌握检查技术要点的效率，为后续开展临床案例（Case Study Based Learning，CBL）教学法培养影像专业学生最需要掌握的 CT 影像诊断思维打下了基础。

3、案例（Case Study Based Learning，CBL）教学法

（1）使用目的：以培养大四影像专业学生下点实习前能具备基本的 CT 影诊思维为目的，每 5 人为 1 个小团队完成团队所领 CT 常见检查部位的典型病例的影像虚拟诊断。

（2）实施过程：如前类似，教师可在《医学影像诊断学》给学生小团队布置学习任务。每组学生以反复多次开展虚拟实验直至最终可模拟正确诊断出本组团队所领 CT 常见检查部位的典型病例为目的，在教师的引导下，查询并综合学习所学对应典型病例的临床表现、病理生理改变、正常断面解剖图像，

CT 成像原理、扫描参数设置、扫描体位摆放、扫描范围的界定，CT 图像显示浏览及后处理技术，学会采用先系统后局部观察寻找众多异常表现的主要特征并以此为中心分析所有征像，并采用对比及动态观察等方法来验证自己的初步诊断，直至最后写出自己的模拟诊断报告后和软件内附的专家诊断报告模板比对，反思再提高直至写出所领检查部位典型病例相对合格的诊断报告。

（3）实施效果：因为虚拟实验平台软件病例图像数据库内附的常见检查部位的典型病例，诊断报告就是来源于附属医院 CT 影像中心并经过专家遴选的的真实典型病例及对应专家诊断报告，其客观真实、病例典型、逻辑性强，加之这个阶段的学生即将面临实习下点，学习的主动性明显增强，经过多次反复训练后，大多学生基本能掌握 CT 影诊的基本思维方式并写出相对合格的影诊报告，给后续影像专业学生的实习下点技能锻炼打下坚实基础。

2-8 **实验方法与步骤要求**（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

1、实验方法描述：

以掌握 CT 成像有关核心概念、检查技术要点并培养自己的影诊思维为实验目的，在带教教师的指引和精心组织下，循序渐进开放式的反复操作自主研发的软硬件结合的综合性 CT 实验教学系统，按 CT 扫描正确操作规范流程“闯关”式操作软件，同时在关键步骤要重点观察系统硬件部分的对应原理展示动作及检查技术规范要点。

2、学生交互性操作步骤说明：

（1）、在 IE 地址栏输入：http://ct.wnmc.edu.cn/CT/进入虚拟仿真教学平台；输入账号及密码后进入系统主界面如下：



图 2：CT 仿真系统主界面

1）点击方框 1，查找有关 CT 影像物理知识；

2）点击方框 2，查找有关 CT 设备参数知识；

3）点击方框 3，查找有关 CT 检查技术要点知识；

4）点击方框 4，阅读 CT 实训系统操作流程；

5）点击方框 5，进入 CT 仿真操作主界面（见图 3）；

6）点击方框 6，就 CT 有关知识和老师及其它同学互动；

（2）CT 操作主界面

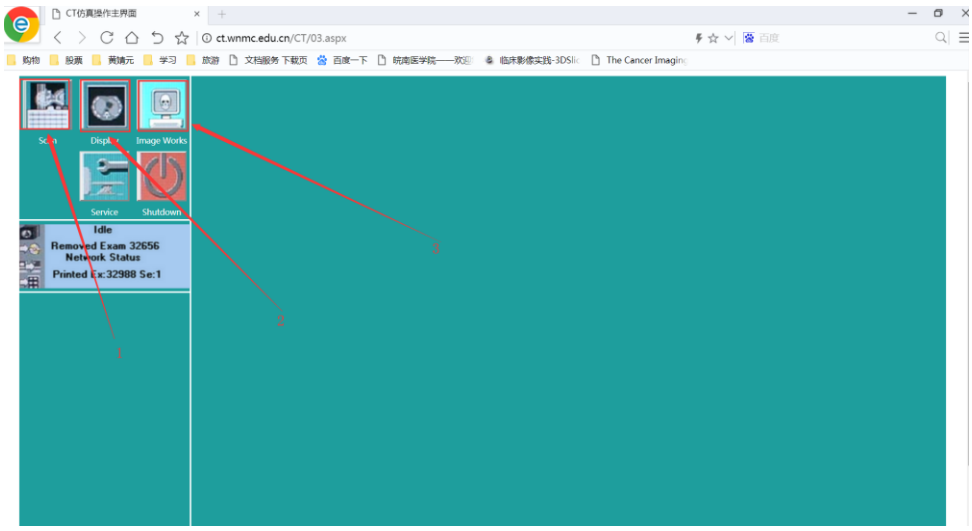


图 3 ： CT 仿真操作主界面

这是模仿西门子某型机器操作界面编写的全真虚拟操作界面，其中方框 1,2,3 分别为该型设备的扫描（scan）、显示浏览（display）、图像工作站（workstation）三大主要功能。本实验主要虚拟展示扫描（scan）功能。点击 scan 按钮进入对应功能页面；

1）CT 扫描（scan）功能患者信息输入操作界面如图 4：

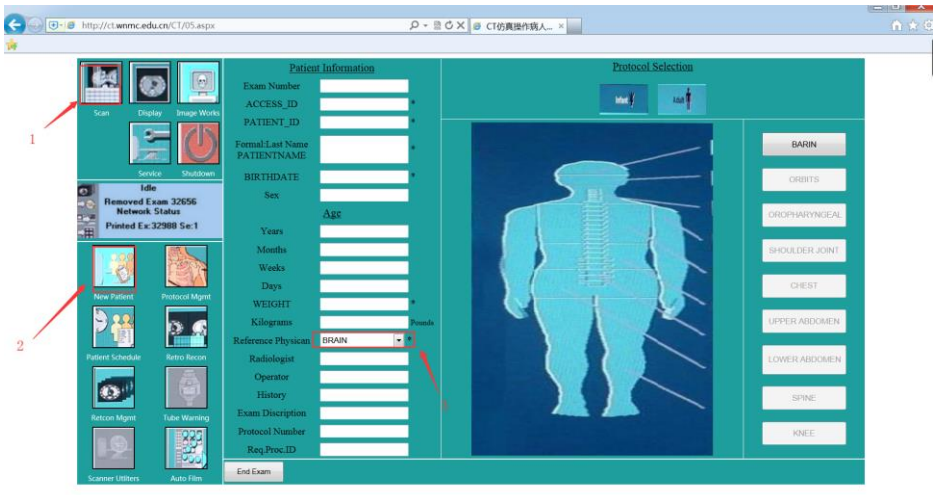


图 4 ： CT 扫描患者信息输入操作界面

2）在 scan 界面中点击 new patient 按钮，右边出现填入病人信息界面，其中带*栏必须填入病人信息，方框 3 处检查部位的选择要和实验者所领任务想对应，上面的 infant 和 adult 按钮可以点击切换，信息填写完整后点击右边方框中的 brain 按钮，软件激发

进入下一页面；同时在实验室注意观察系统硬件模型有扫描床及其上固定模拟人的进动距离是否符合要求。

3）定位片扫描参数设置界面如图 5；

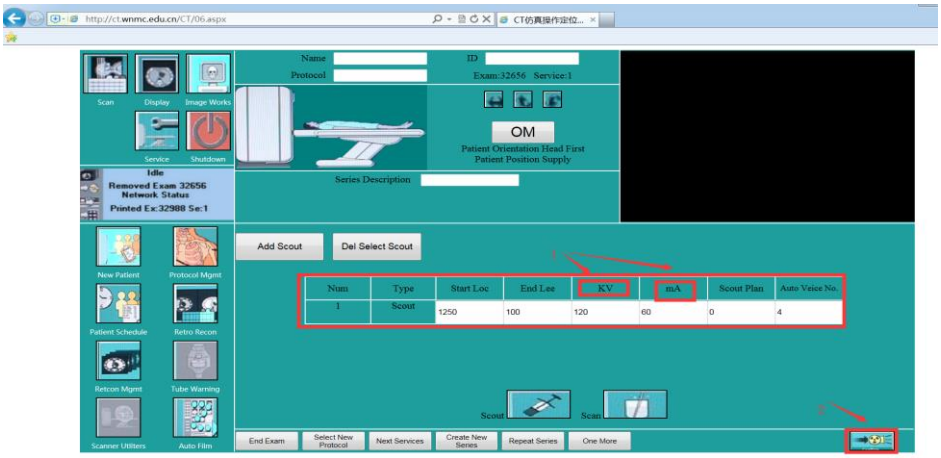


图 5 ： 定位片扫描参数设置界面

在这个页面上仔细观察定位片扫描参数及其调节对 CT 图像质量的影响，特别是在实验室内点击标号 1 处的两个参数时，仔细观察系统硬件模型上的“球管”发光颜色的对应变化（用颜色代表看不见的 X 线光的硬度）。

4）定位片正式扫描界面如图 6：

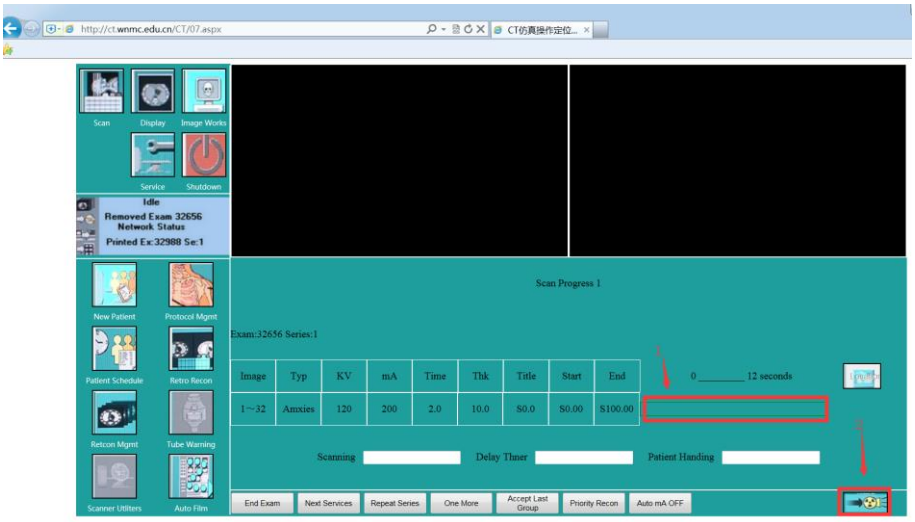


图 6 ： 定位片正式扫描界面

点击方框 2 处的图标后，同时仔细观察方框 1 处的进度条和上面 2 个黑框中对应 CT 检查部位的定位图片的出现。定位片扫描完成后点击 next services 进入 CT 平扫参数设置界面

5）CT 平扫参数设置界面如图 6：

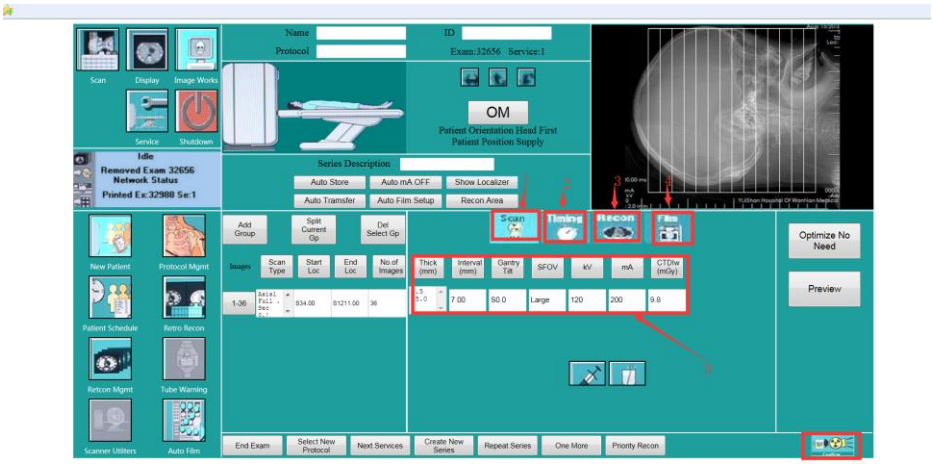


图 6 ： CT 平扫参数设置界面

这个界面是 CT 有关平扫的 scan、timing、recorn、film 四大类参数设置界面，注意点击每一类扫描参数，方框 5 中间的参数类型均会做出对应变化，必须思考对应参数 CT 成像的物理意义、设备构造及对 CT 平扫图像质量的影响。设置完成后点击右下角的图标进入 CT 平扫的正式界面。

6）CT 平扫正式操作界面如图 7：

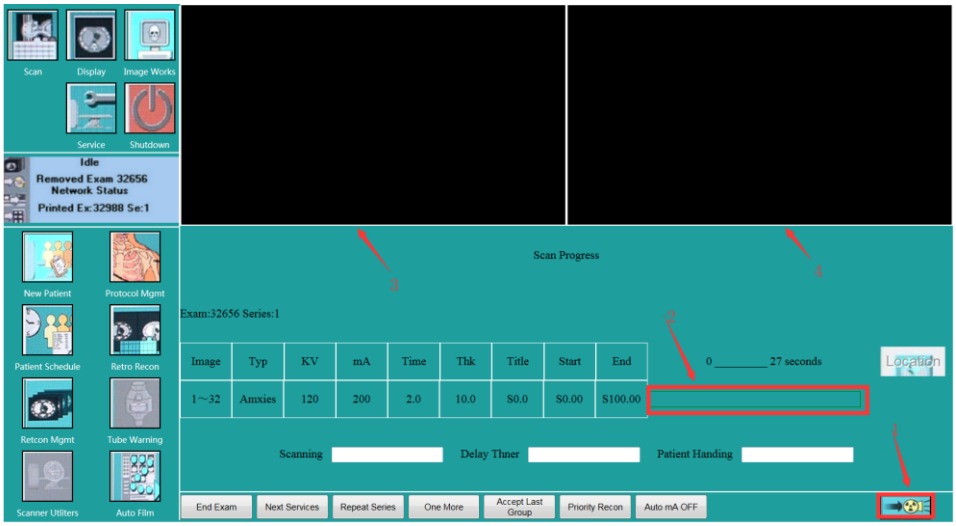


图 7 ： CT 平扫正式操作主界面

点击界面上的方框 1，CT 平扫正式开始，仔细观察方框 2 中的平扫进度条以及方框 3,4 处 CT 平扫图像，对应联系参数设置界面中有关扫描层数的设置与 CT 图像张数的关联关系。在实验室中需特别关注系统硬件模型中“定子”、“转子”的运动情况，特别是“转子”上球管的发光颜色及 0,45,90,135 四个特定角度的停顿及发光情况，理解 CT 成像图像处理算法中最核心的“反投影”算法，反思总结 CT 图像和 X 平片的异同及优缺点。CT 正式平扫扫描完成后，点击其中的 next services 进入 CT 增强扫描参数设置界面。

7）CT 增强扫描参数设置界面如图 8：

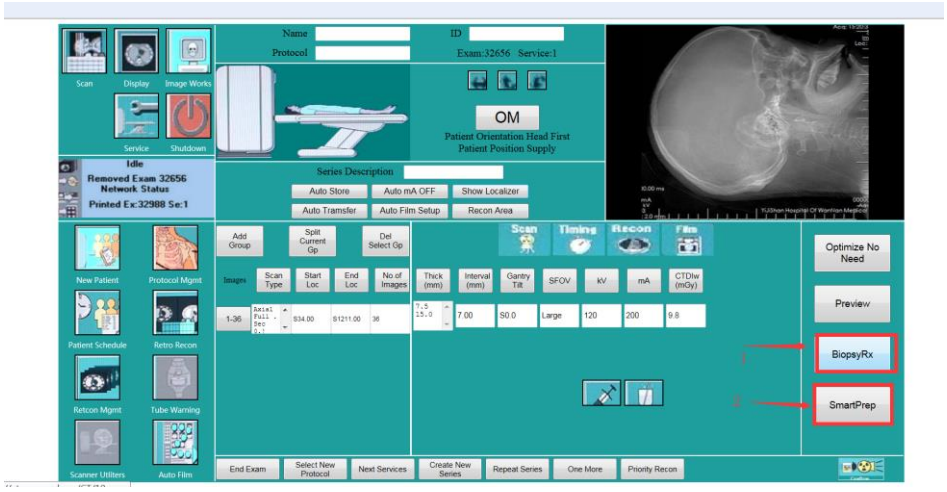


图:8 ： CT 增强扫描参数设置界面

在这个界面上点击方框 1，弹出与影像增强（活体扫描）有关的参数；点击方框 2，弹出与影像增强（最佳扫描时间）有关的参数，点击调整后点 accept 按钮，返回这个界面点右下角按钮进入增强扫描正式界面；

8）CT 增强扫描界面如图 9；

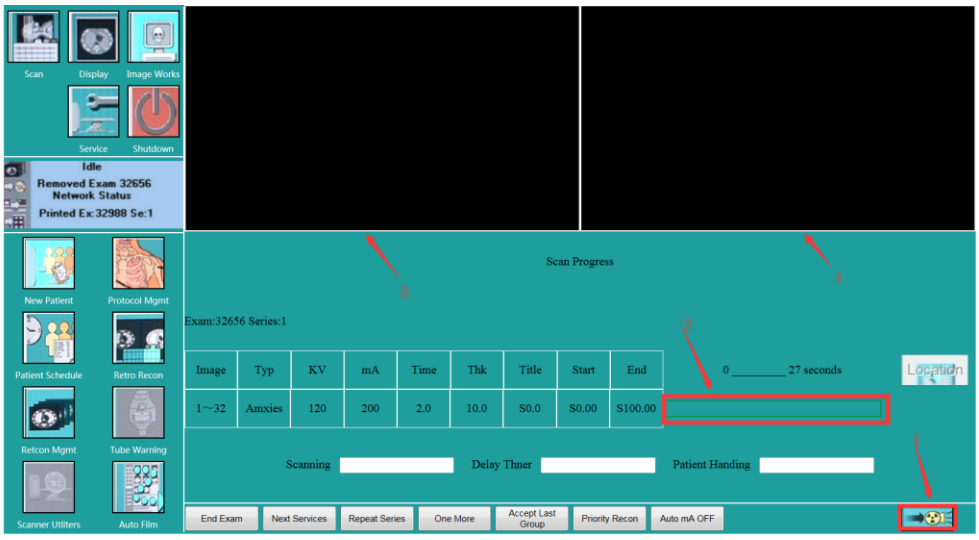


图 9 ： CT 增强扫描界面

和第 8 步骤非常类似，但注意观察其中方框 3,4 处的图像是 CT 增强图片，比较其和 CT 平扫图像的差别。到这里，关于 CT 的 scan 扫描功能全部虚拟完成。点击 END exam 按钮，系统将返回到新病人登记界面而处于待机状态。

（3）DISPLAY（显示浏览）登录界面如图 10



图 10 ： DISPLAY（显示浏览）登录界面

1）在上面这个界面上点击左上角的 display 界面，则进入系统的 dispaly 虚拟功能演示，Display 功能显示主界面如图 11：

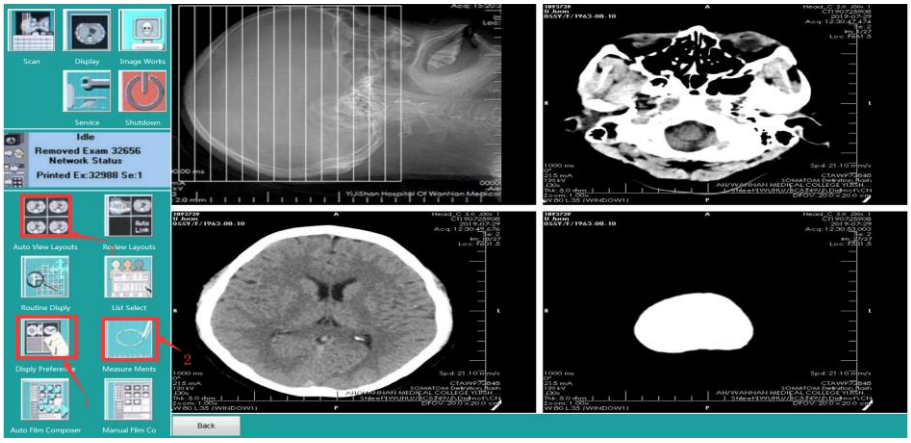


图 11 ： DISPLAY（显示浏览）主界面

2)点击左侧下方方框 1 处的 Display Preference 按钮可修改包括图像亮度等常用设置，

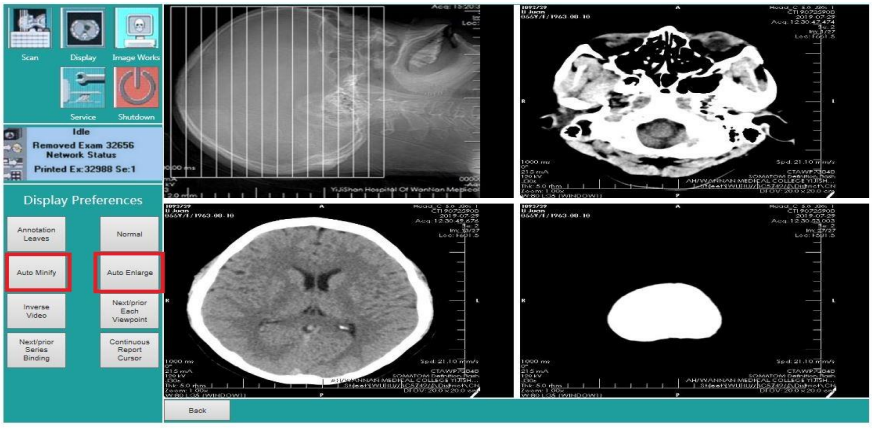


图 12 ： DISPLAY Preference 操作界面

3）点击左侧下方方框 2 处的 Measure Ments 按钮可以查看兴趣区部位尺寸如图 13

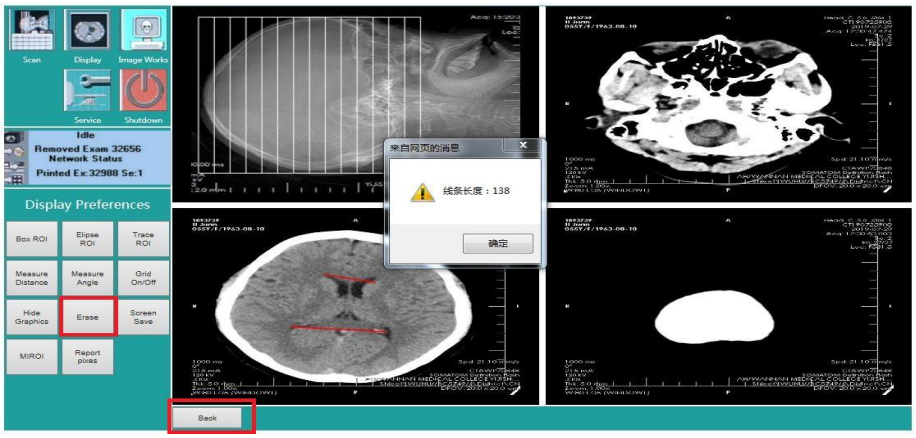


图 13 ： Measure Ment 操作界面

4）点击方框 3 处的 Auto View Layouts 按钮可以显示最终处理图像界面如图 14 所示：

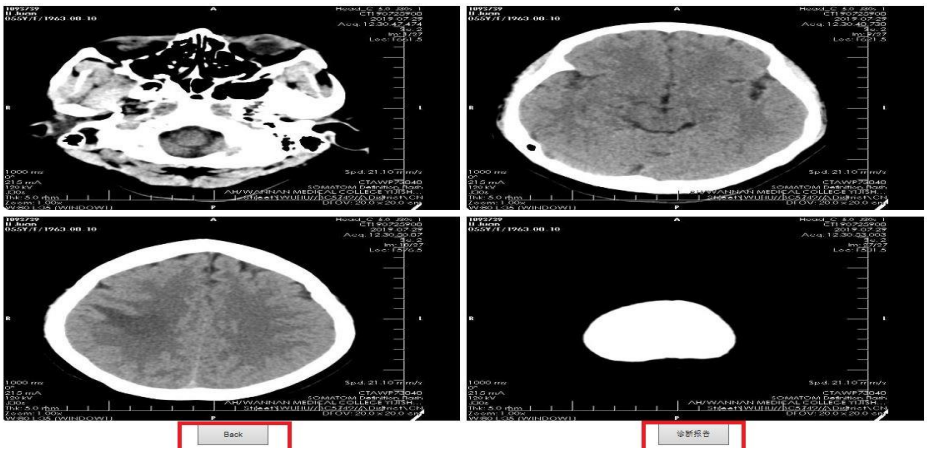


图 14 ： Auto View Layouts 操作界面

5）点击返回按钮出现模拟诊断报告界面如图 15 所示：



图 15 ： 模拟诊断报告界面

点击下方下载核对按钮可和专业诊断报告比对，实现自我检测功能。

点击 END exam 按钮，系统将返回到新病人登记界面而处于待机状态。

（4）work station（图像工作站）主界面

在这个页面点击左上角的 work station 按钮则进入 Work station 功能主界面

1）Work station 功能主界面如图 16 所示；

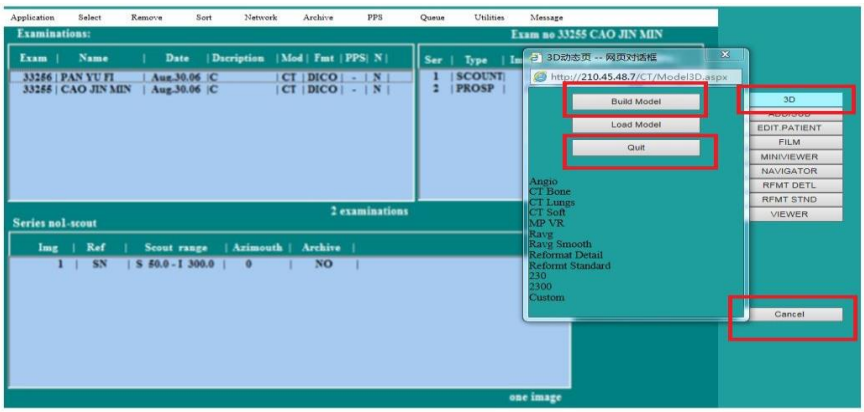


图 16 ： WORK STATION 操作界面

2）在这些界面点击对应按钮，可虚拟演示图像工作站部分功能如图 17：



图 17 ： WORK STATION 功能演示界面

2-9 实验结果与结论要求

（1） 是否记录每步实验结果：☐是 ☑ 否

（2） 实验结果与结论要求：☑ 实验报告 ☑ 心得体会 其他

（3） 其他描述：除上交实验报告之外还要求实验学生提交包含根据阶段实验教学目的所涉核心概念、检查技术要点相关英文参数的中文释义和原理注释及其在 CT 影像诊断中的地位和作用（重点是和前后知识点之间的衔接关系）的虚拟实验操作体会，尽量使学生对 CT 所涉核心概念、基本操作流程能达到“知其然，并知其所以然”的水平，培养其正确的 CT 影诊思维。

2-10 考核要求

（1）虚拟平台现场操作熟练程度测定（40%）

以CT教学系统每一步骤的运行时间、参数设定完整度，错误点击次数等平台现场操作的熟练程度综合评价给出成绩；以颅脑部脑卒中典型病例为例，熟练完成本实验整体流程所需时间约为24分钟，少于24分钟且实验过程中点击错误率少于5次，评价为优等级，运行时间在24-34分钟的，且错误点击次数为5-10次，评价为良好等级，运行时间在40分钟内，错误次数为15次以下的，评价等级为合格，时间更长，错误点击次数更多评价为不合格。

（2）实验报告（35%）

准确写出实验目的（15分）；准确表述出整个虚拟实验的所有软件操作步骤及先后顺序（30分）；硬件部分动作及与软件操作时间对应均描述准确（25分）；标出操作报错步骤及报错原因分析（20分）；本组师生互动留言区留言问题的反思与总结（10分）。

（3）心得体会（25%）

写出本团队所领CT常见检查部位所涉核心概念、检查技术要点相关英文参数的中文释义和原理注释及其在CT影像诊断中的地位和作用（重点是和前后知识点之间的衔接关系）的基础上，写出虚拟实验课操作程中关键要点及易错操作的操作体会。

2-11 面向学生要求

（1） 专业与年级要求

大学2-4年级（本例为4年级）医学影像学、医学影像技术专业学生

（2） 基本知识和能力要求

系统解剖学、局部解剖学、断面解剖学、影像解剖学，病理生理学、外科学等基础及临床医学课程；医学物理学、影像物理学、医学影像设备学、影像检查技术学、影像诊断学、医学图像处理等课程。

2-12 实验项目应用及共享情况

（1） 本校上线时间 ： 2016年（更早小范围内开设仿真系统的初级版本）

（2） 已服务过的本校学生人数：1000人

（3） 是否纳入到教学计划：☐是 ☑ 否

(勾选“是”，请附所属课程教学大纲)

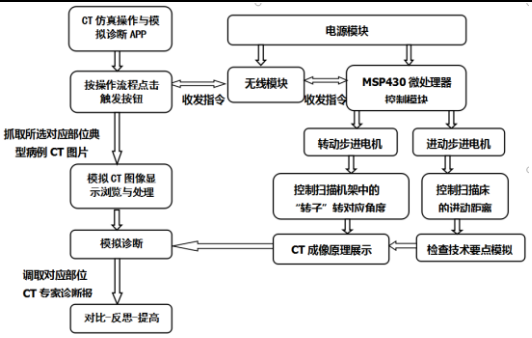
（4） 是否面向社会提供服务：☐是 ☑ 否

（5） 社会开放时间 ： 年 ，已服务人数： 人

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

3-1 有效链接网址 http://ct.wnmc.edu.cn/CT/
3-2 网络条件要求 （1）说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务） 带宽要求 1M+ （2）说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务） 并发相应数量为 300，提供当前在线状态提示
3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等） （1）计算机操作系统和版本要求：Windows7、Windows10，IE10 以上或 360 浏览器 （2）其他计算终端操作系统和版本要求：手机操作为 Android 系统 （3）支持移动端：☑ 是 ☐否
3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等） (1) 需要特定插件 ☐是 ☑ 否 （勾选“是”，请填写）插件名称 插件容量 下载链接 （2）其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）
3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等） （1）计算机硬件配置要求 主频：双核 3.0+，内存 4G+，显存：独立 1G+，存储：500G+ （2）其他计算终端硬件配置要求 教师机要求：主频：双核 3.0+，内存 8G+，显存：独立 1G+，存储：500G+ 服务器要求：内存 32G，存储 1TB
3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等） （1）计算机特殊外置硬件要求 （2）其他计算终端特殊外置硬件要求 带可无线连接的 CT 原理及检查技术要点展示的硬件模型
3-7 网络安全 （1） 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 ☐是 ☑ 否 （勾选“是”，请填写） 级

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

<table>
<tr><td colspan="2">指标</td><td>内容</td></tr>
<tr><td colspan="2">系统架构图及简要说明</td><td>

系统主要包含以MSP430单片机为核心可用于演示CT成像原理与检查技术要点的CT教学硬件模型和以C#和HTML5编写可安装部署在IE浏览器上供个人电脑终端以网页版形式打开或安装在Android手机上的CT仿真操作与模拟诊断软件。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">实验教学项目</td><td>开发技术</td><td>☐VR ☐AR ☐MR ☐3D 仿真 ☐二维动画
☑HTML5
其他 C#语言</td></tr>
<tr><td>开发工具</td><td>☐Unity3D ☐3D Studio Max
☐Maya☐ZBrush ☐ SketchUp
☐Adobe Flash☐Unreal Development Kit
☐Animate CC☐Blender ☑Visual Studio
☐其他____</td></tr>
<tr><td>运行环境</td><td>服务器
CPU 双 核、内存 32 GB、磁盘 1000 GB、显存 1 GB、GPU 型号____
操作系统
☑Windows Server ☐Linux ☐其他
数据库
☐Mysql ☑SQL Server ☐Oracle 其他____
备注说明（需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明）</td></tr>
</table>

	项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）	**贴图分辨率：512*512，显示刷新率：60 分辨率 1280*768**

5. 实验教学项目特色

（体现虚拟仿真实验教学项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。）

（1）实验方案设计思路：

计算机断层成像(Computed Tomography CT)影像诊断能力是影像医学专业学生必备的核心能力之一。如何让学生在熟练掌握 CT 有关多学科知识及技能的基础上形成 CT 影诊思路是提高医学影像学学生培养质量的关键。但 CT 设备价格昂贵、防辐射导致安装条件苛刻、经验丰富的 CT 医师专家临床任务重，涉及学科门类众多且内容高度抽象而复杂，导致 CT 有关知识、技能的学习效能不高是影像医学教育领域内公认的难题。如何依据医学影像专业培养方案所规定开设的《医学影像物理学》、《影像设备学》、《影像检查技术学》、《影像诊断学》等 CT 有关核心课程内容的特点、每门课程的时间先后安排的内在逻辑、所涉年级医学生的知识储备及认知水平以及他们学习这些内容的普遍认知规律及心理特点研发出一个“软硬件结合”能将 CT 成像原理知识、设备构造及参数、检查技术操作要点、影像诊断四个既相互独立又相互关联的过程直观展示出来并可反复多次实验的综合性 CT 虚拟实验教学系统作为平台媒介，CT 有关带教教师通过综合运用“LBL 教学法”、“TBL 教学法”、“CBL 教学法”，引导和组织实验学生以每 5 人为 1 团队，以掌握本团队所领 CT 常规检查部位的典型病例所涉核心概念并熟练操作所涉基本操作要点为实验目的，通过不限场合、时间及次数的反复操作 CT 虚拟实验教学系统软件界面同时仔细观察对应模型硬件部分的动作，循序渐进的多次虚拟实验后最终形成自己的 CT 影诊思维，为后续作为影像医师打下坚实的基础。具有价廉、无辐射、高效、全面综合等特点，特别适用于 CT 医学影像有关多门课程的实验教学，具有广泛的市场应用前景。

（2）教学方法创新：

面向 CT 相关知识储备少的大二学生，所授内容又是需要准确、连贯、系统的 CT 有关基本成像原理类基本概念，考虑带教教师的劳动强度，我们多采用讲授式（Lecture-Based Learing, LBL）教学法；对已有一定知识储备且学习主动性有所提高的大三学生，需要掌握的 CT 设备构造及其参数，常规检查

部位的体位摆放、扫描范围的确定等检查技术操作要点内容，我们多采用团队（Team-based Learning,TBL)教学法；对有较迫切的掌握 CT 常见检查部位典型病例的影诊思维及能力并即将下点实习的大四影像专业学生，我们多采用案例（Case Study Based Learning，CBL）教学法，引导和组织学生结合所领检查部位的典型病例搜集相关临床症状、病理生理改变、断面解剖知识、CT 图像的改变等有关信息，结合系统内附的典型病例 CT 图片给出模拟诊断报告后和专家诊断报告比对，反思并提高，以期掌握 CT 影诊所需基本技能和思维能力。

（3）评价体系创新：

本项目纳入相关专业培养方案和教学课程，从学生现场“闯关”式操作软件的熟练程度、实验报告的撰写科学性及完整性、操作错误及课下自学的反思心得体会多方面、多维度考核评价学生。同时根据参加学生和带教教师的反馈，持续改进相关教学评价机制。

（4）对传统教学的延伸与拓展:

本项目虚拟仿真实验是 CT 影像有关理论和实验课程的延伸,解决了 CT 设备价格高，防辐射导致安装条件要求高，涉及学科门类众多且内容高度抽象而复杂难懂等问题，将传统教学中较难开展的 CT 综合实验课程以虚拟“闯关”操作的方式不限时间、不限场合、不限次数的呈现到学生面前，学生的理论知识得以巩固的同时，使学生掌握了 CT 有关扫描参数、检查技术操作流程和要点，更可贵的是培养了学生将 CT 影诊有关的基础、临床医学知识和 CT 医学成像原理及影诊知识融汇贯通的能力，形成理论与实践结合，基础与临床结合，形成正确的 CT 影诊思维。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

（本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数）

（1）项目持续建设与服务计划：

1）.特色与创新资源项目建设和更新：完善优化虚拟仿真平台硬件模型的功能展示，以便后续可扩展建设更具有专业特色的虚拟仿真实验项目，增加功能设计，满足教师和学生对于综合型、创新型实验的设计需求；

2）.虚拟仿真管理平台建设和更新：增强平台对优质资源的共享能力和稳定性，满足更大的用户并发访问，加强实验评价管理水准。

（2）面向高校的教学推广应用计划：

中心通过举办会议、接待参访等形式，与校内外及国内外兄弟院校、相关机构的对口院系和实验室进行了实验室建设思路、经验和成果的资源共享；多和国内同类医学院校共享我们的建设成果，为培养医学生的 CT 影诊能力服务。

（3）面向社会的推广应用计划：

实验项目被认定后的第一年免费对本校师生高度开放、对校外师生预约开放；一年后至三年内免费对本校师生和对校外师生开放服务内容的 50%，三年后免费开放服务内容不少于 30%，对参与开发或购买 CT 虚拟平台硬件模型的医学本科院校提供一定的技术支持，以利虚拟实验平台的应用价值得到最大程度的发挥。

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	☑ 已登记 ☐未登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	CT 仿真操作与诊断虚拟实验系统 V1.0
是否与项目名称一致	☑ 是 ☐否
著作权人	黄磊，翟建，张建英，朱向明
权利范围	全部权利
登记号	2014SR190120
实用新型及发明专利授权情况	
实用新型及发明专利授权情况	☑ 已登记 ☐未登记
完成实用新型及发明专利授权的，需填写以下内容	
发明名称	一种 CT 教学系统及其控制方法
是否与项目名称一致	☑ 是 ☐否
发明人	皖南医学院
登记号	291811125199.5

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年　　月　　日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）

2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以 1 份为宜，不得超过 2 份。无统一格式要求。）

10 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“国家虚拟仿真实验教学项目”，学校将严格贯彻《教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知》（教高司函〔2018〕56 号）的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于 5 年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年　　月　　日