

运用信息技术构建“医学机能实验学”开放式虚拟自学实验平台的探索与实践

石河子大学医学院 李增春 左彭湘 张春军 孙志萍

引 言

根据《国家中长期教育改革和规划纲要(2010-2020年)》第十九章第六十条关于“建立数字图书馆和虚拟实验室”的精神,结合国家级虚拟仿真实验教学示范中心建设的总体要求,目前需要大力加强开放式虚拟仿真实验教学的管理和共享平台的建设,进一步增强学生独立自主学习能力的培养。针对石河子大学医学院基础医学实验教学的实际需求,通过校企联合的方式,以构建“医学机能实验学”开放式虚拟自学实验平台为突破点,拓展为基础医学实验虚拟平台,在全校范围内开展应用,为建设申报国家级虚拟仿真实验教学中心积累建设经验,达到管理和共享平台建设及教学应用、共享。

一、“医学机能实验学”课程介绍及虚拟自学实验平台简介

“医学机能实验学”课程介绍:医学机能实验学是以生理学、病理生理学、药理学等相关基础医学学科为理论基础,以实验动物学、医学实验技术和医学科研方法等为技术支撑的一门综合性实验学科。通过优化的教学环境,培养学生的基本操作技能和综合分析能力;开拓学生的知识面,激发学生的创新意识,培养学生动手、思维和解决实际问题的能力。医学机能实验学课程是医学本科学生的一门主干必修课程,6学分,总学时108学时,教学对象主要面向临床医学、医学检验、口腔、预防、医学影像等本科学生,兼顾研究生及留学生教学。我校“医学机能实验学”2007年被评为石河子大学精品课程,同年被评为兵团精品课程,相关课程“人体生理学”、“病理生理学”、“药理学”均为省级精品课程;2009年被评为石河子大学教学团队;“医学机能实验中心”2013年被评为自治区实验教学示范中心;2014年被评为石河子大学虚拟仿真实验中心。

虚拟自学实验平台简介:以Internet为基础,基于J2EE架构的B/S结构

系统构建，将完整的医学知识体系搬到网络上。开放式虚拟自学平台的管理和共享平台应包括：动态 Web 系统的门户网站、实验前的理论学习、虚拟实验项目、数字化资源管理、实验过程的智能指导、网络模拟考核、实验结果的自动批改、模拟考核成绩统计查询、师生互动交流等子系统。

二、“医学机能实验学”开放式虚拟自学实验平台的背景和意义

随着计算机和网络技术的飞速发展，教育也在发生着深刻的变化，比如，美国很多知名大学，如哈佛、耶鲁、斯坦福、麻省理工等都在网上提供部分免费课程教学视频，中国的网易公司则把这些资源收集起来放在一个公共网络平台上供大家观摩学习。只要有计算机和网络实现了无时不在的学习。网络已经变成了一个巨大的教育平台。

以网络为基础的各种知识学习逐渐成为世界教学发展的一种趋势。2013 年 8 月 13 日，国家教育部高教司下文在全国构建国家级虚拟仿真实验教学中心，从国家政策上给予网络化的虚拟实验仿真技术发展提供支持。2013 年 8 月教育部“教高司函〔2013〕94 号文件”，在全国开展“国家级虚拟仿真实验教学中心”的认定工作。教育部关于虚拟实验中心的建设要求虚拟仿真实验教学依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术，构建仿真的虚拟实验环境和实验对象，学生在虚拟环境中开展实验，达到教学大纲所要求的教学效果。同时要求发挥学校学科专业优势，鼓励校企联合，积极利用企业的开发实力和支持服务能力，充分整合学校信息化实验教学资源。目前国内各大高校均在积极进行校企联合开发虚拟实验平台，并在冶金、电子、航空航天等各个专业方向探索出一些适合本校实验教学的虚拟仿真平台。

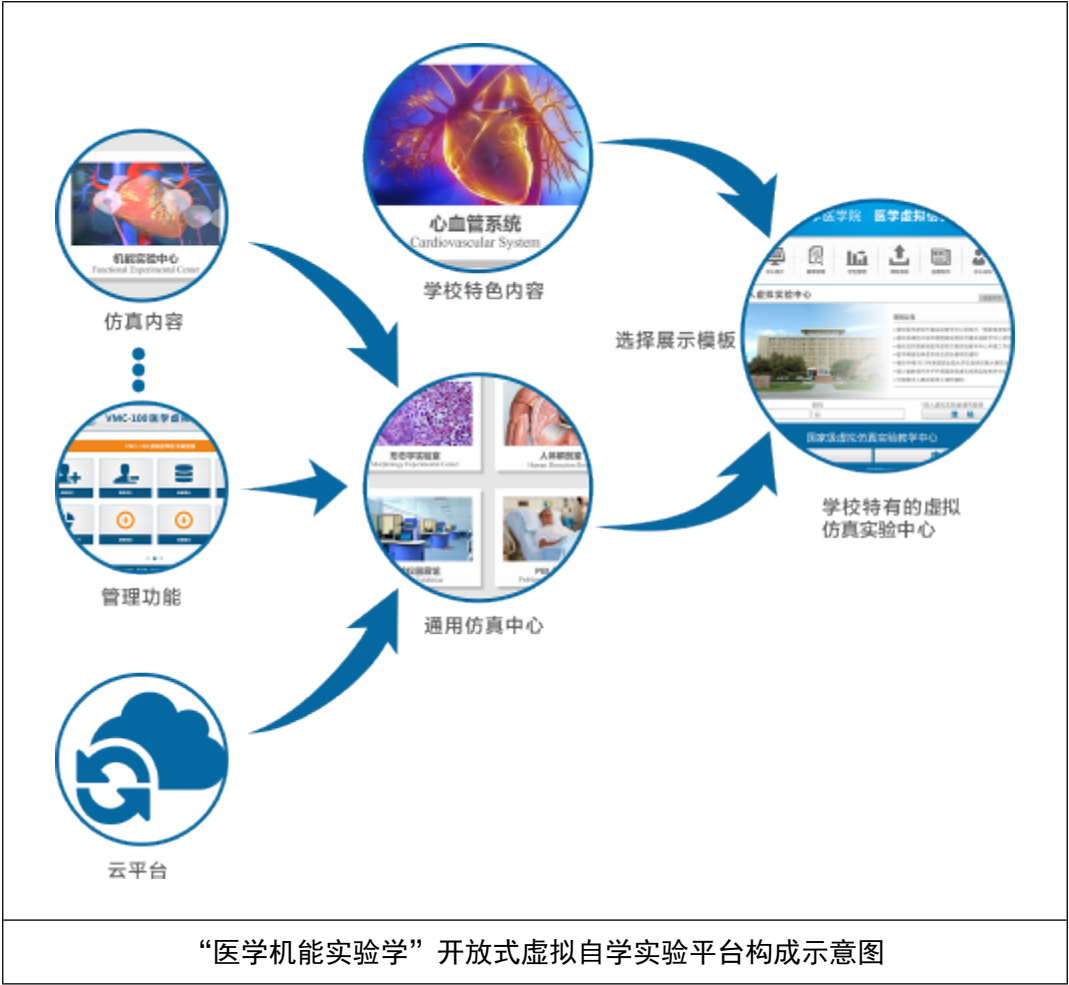
医学实验需要动物、药品等一系列配套资源，且医学部分实验涉及高危，并存在一些慢性实验（实验过程超过一周时间），因此医学实验室对学生开放相对较难，而虚拟医学实验则可以避免高额消耗、高危、慢性实验等困难，做到随时随地的开放。以“医学机能实验学”开放式虚拟自学实验平台为试点，在整体架构不变的基础上拓展微生物、寄生虫实验、人体解剖等医学基础实验模块，可以较为容易实现“基础医学开放式虚拟自学实验平台”的构建，这对于拓展学生自主学习途径、加强医学虚拟仿真实验中心的建设及医学基础实验教

学水平的提高均有很大的推动作用。

三. 方案设计与实施过程

1. “医学机能实验学” 虚拟自学实验平台设计理念

方案设计理念理念：通过校企联合，构建符合我校实验教学实际情况，以 Internet 为基础构建支持远程网络访问的学生自主学习虚拟“医学机能实验学”平台。“医学机能实验学”虚拟自学实验平台应包括：内容丰富的课程相关知识，突出医学虚拟实验特色，展示教学成果，整合优秀教学资源，具有可扩展性。



2. 设计原则

- (1) 安全性原则 通过对角色设置相应操作权限来保证操作的安全性，控制不同的登录用户权限；充分利用数据库的安全机制。
- (2) 实用性原则 充分贴近我校教学实际，确保系统实用可行。
- (3) 开放性原则 网络注册访问，可通过台式计算机、便携笔记本、平板电脑、智能手机（APP）访问。

- (4) 可扩展性原则 系统管理员可以根据实际需求户在系统中自行修改或适度开发，增加、修改和删除系统模块及子模块。
- (5) 标准化原则 采用教育信息化标准委员会颁发的行业标准和国家标准。
- (6) 易操作性原则 窗口界面尽量简洁、直观，菜单层次清晰，功能按钮明确，操作简单。

3. 建设目标

(1) 总体目标

依据石河子大学医学院“医学机能实验学”的教学目标，研究开放式虚拟实验、管理和共享平台，提供数字化网上实验教学环境，为建设申报国家级虚拟仿真实验教学中心积累经验，达到管理和共享平台建设及教学应用、共享。

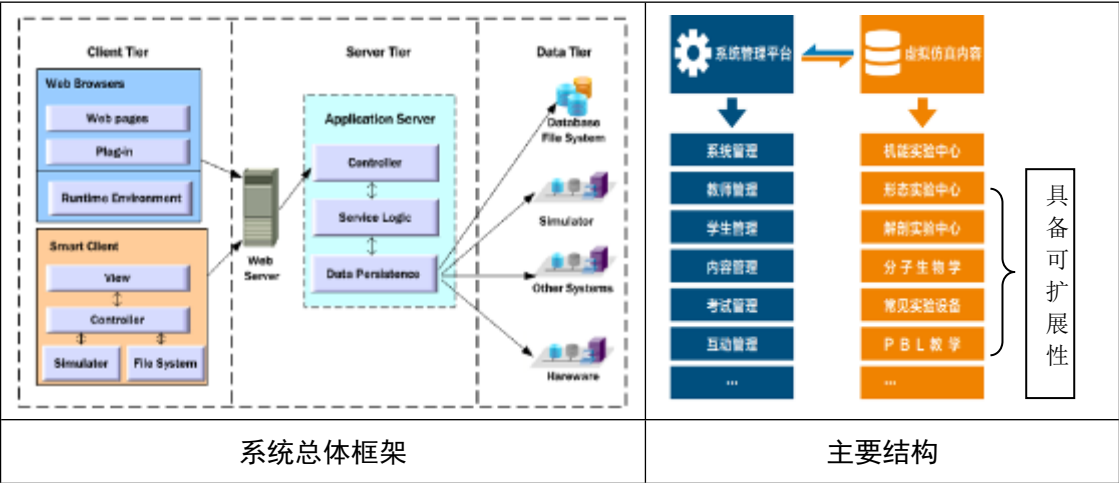
(2) 具体目标

- 1) 有丰富的“医学机能实验学”虚拟实验项目。通过在计算机系统中建立的仿真实验环境，使实验者可以像在真实的实验环境中一样运用各种仿真实验器械和设备，对“实验动物或标本”进行仿真操作，完成各种预定的实验项目，起到学习训练的作用。
- 2) 提供丰富的“医学机能实验学”教学资源。包括相关实验理论知识，实验教学课件，手术操作示范录像，习题等。
- 3) 支持学生自主学习、模拟考核的提交和自动批改功能。
- 4) 虚拟实验项目、教学资源、习题试题具有可扩展性。
- 5) 教学资源及学生管理。
- 6) 具有网上多媒体答疑功能。

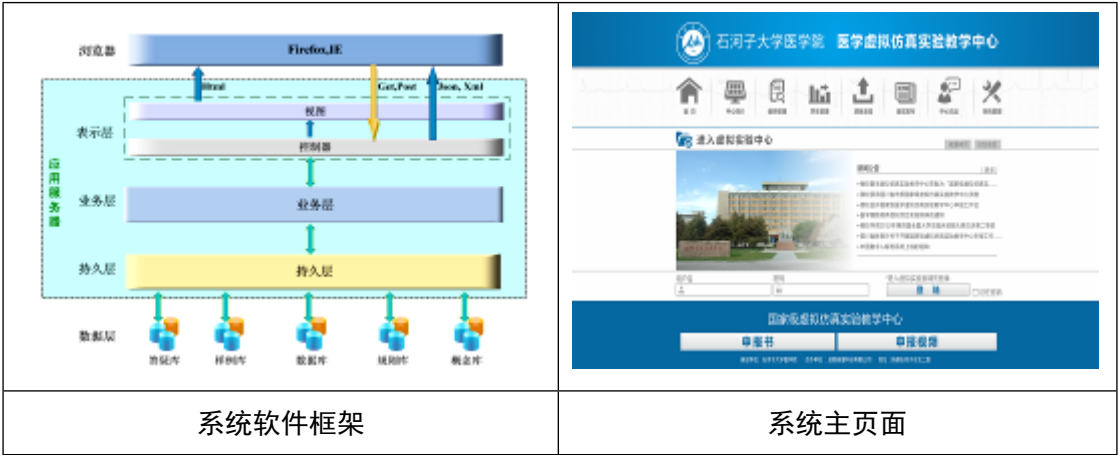
四. 主要思路及措施

1. 平台建设

依赖于 Internet 而构建的“医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台包括平台建设和内容建设两部分内容，其中虚拟仿真教学中心平台经过科学规划，加强了资源共享和平台扩展性，实现了系统管理，教师管理、学生管理，内容管理，互动交流及网上信息发布、网上考试等众多功能。



系统采用三层体系架构分别为：Client Tier, Server Tier, Data Tier。Client Tier 主要是指用户使用的 Browser 和 Smart Client。Server Tier 主要由 Web Server 和 Application Server 组成，主要接收用户请求、处理静态文件下载请求、转发动态处理请求，还可以提供负载均衡功能。Data Tier 主要是指 Database Server、File system server 和其它外部系统，Database Server 主要用来存储关系数据，Distributed file system server 主要用来存储图片、文件等非关系数据。其它外部系统是指和本系统发生调用或数据交互的系统。



系统软件页面采用“CSS”控制（Cascading Style Sheet）：通常又称为“风格样式表（Style Sheet）”，通过设立样式表，可以统一地控制 HTML 中各标志的显示属性。级联样式表可以使人更能有效地控制网页外观。使用级联样式表，

可以扩充精确指定网页元素位置，外观以及创建特殊效果的能力。

页面事件使用 Javascript 控制：JavaScript 是一种在浏览器执行的脚本语言，其语法大部分与 Java 相似，可以把 JavaScript 看成是 Java 语言的简化版本，如果有一定的 Java 基础可以很快的进行 JavaScript 脚本的开发。作为一种广泛使用的用于客户端 Web 开发的脚本语言，JavaScript 直接嵌入在 HTML 页面中，可以用其对页面添加动态的效果来响应用户的各种操作（包括鼠标操作和键盘操作等）。它是一种动态、弱类型和基于原型（prototype）的语言。Ecma 国际以 JavaScript 为基础制定了 ECMAScript 标准，完整的 JavaScript 实现包含三个部分：ECMAScript，文档对象模型，字节顺序记号。

使用 AJAX 实现部分特殊功能：Ajax 技术允许用异步的方式实现用户与程序的交互——不用等待服务器的通讯，在客户端通过脚本执行，只需要与服务端传输必需的数据内容，不需要传输传统的 HTML 页面，大大提高用户访问的速度，同时也使界面灵活生动。

在传统的 Web 开发中，完全是一种请求→刷新→响应的模型，用户只有等请求完成后才能进行用户操作，操作完成后才能提交下一个请求，用户行为和服务器行为是一种同步的关系，需要相互等待。Ajax 程序的工作流程在用户和服务器端多了一层 Ajax 引擎，它负责处理用户的行为，并转化为对服务器的请求，同时它接收服务器端的返回信息，经过处理后显示给用户，用户无需等待服务器的处理，便可以进行并发工作。

2. 平台功能概况

“医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台的管理和共享是基于 J2EE 架构的 B/S 结构系统的解决方案，系统用户角色包括学生、教师、系统管理员等角色。平台包括门户网站、实验前的理论学习、虚拟实验操作、实验结果显示、实验过程的智能指导、实验习题自动批改、数字化资源管理、师生互动交流和系统管理等子系统。

门户网站：一个动态 Web 系统，系统内容包括实验中心介绍、课程介绍、实验教学、实验队伍、设备与环境、教学特色、公告等。

教学管理：虚拟实验安排、实验习题批改、成绩管理统计等。

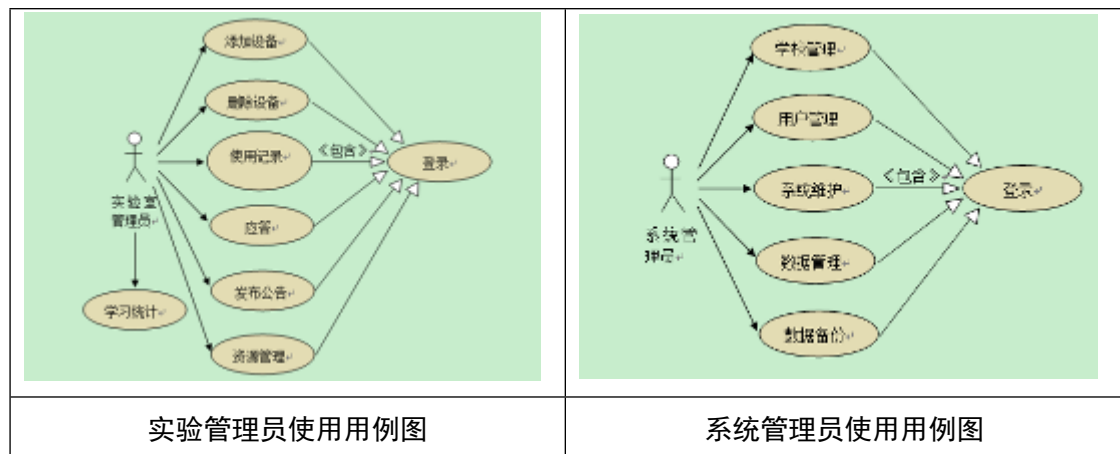
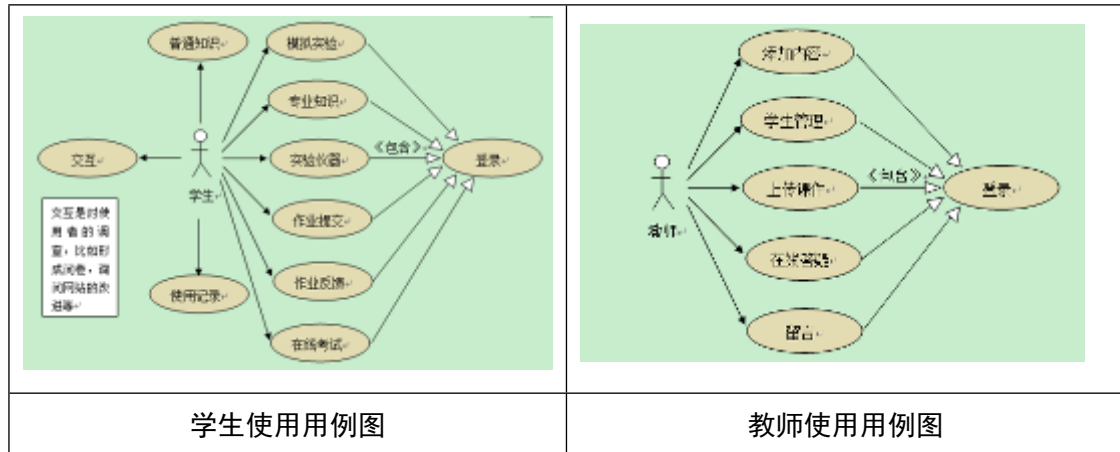
理论学习：实验前学生通过示范视频、课件等方式学习实验理论知识。

智能指导：学生在虚拟实验过程中遇到问题，系统给出指导信息。

资源管理：各种虚拟实验、示范视频、演示动画、多媒体课件的上传，发布。

互动交流：实时答疑、在线留言等。

系统管理：用户、分组、角色、权限、日志、备份管理等





平台建设由联合开发的软件公司承担研发，以上平台软件方案由北京润尼尔网络科技有限公司及成都泰盟软件公司提供。平台硬件环境分服务器、客户机两部分。服务器根据用户数据容量和性能要求由联合开发公司异地配置并维护。服务器采用主流专用服务器，并采用双机备份方式运行。大学只需负责配备实验管理员进行人员、实验项目管理，不需购置、管理服务器及平台系统维护，从而发挥校企各自优势，节约成本，提高效率。

3. 平台内容开发与建设

相对于平台硬件建设，虚拟实验具体内容的开发与建设是重中之重，平台所需的内容建设主要包括：

(1) 虚拟实验项目的开发

虚拟实验通过在计算机系统中建立的仿真实验环境，使实验者可以像在真实的实验环境中一样运用各种仿真实验器械和设备，对“实验动物或标本”进行仿真操作，完成各种预定的实验项目，起到学习训练的作用，甚至对于一些现实中无法开展或者很难开展的实验项目也可以制作成虚拟实验，利于学生系统的进行自主学习。

医学机能实验学虚拟实验项目主要可以分类如下：

①心血管系统 Cardiovascular System: 心肌细胞动作电位、家兔失血性休克、家兔血压的调节、离体兔心及药物的作用、急性心力衰竭等实验项目。

②呼吸系统 Respiratory System: 家兔呼吸运动的调节及呼吸功能不全、胸膜负压的观察、氨茶碱和异丙肾上腺素的平喘作用、急性缺氧、家兔肺水肿等实验项目。

③泌尿系统 Urinary system: 影响尿生成因素及利尿药的作用等实验项目

④消化系统 Digestive system: 消化道平滑肌的生理特性、胃肠运动的观察、离体肠管及药物影响等实验项目。

⑤蛙类实验 Experiment for Frogs: 刺激强度与刺激频率与肌肉收缩反应的关系、神经干动作电位的引导、神经兴奋传导速度的测定、神经干兴奋不应期的测定、反射弧分析、期前收缩与代偿间歇等实验项目。

虚拟实验项目的开发主要由本校教师与联合企业共同完成，即按照软件开发要求及实际教学要求，将现有教学实验项目与待开发的虚拟实验项目按照软件流程重新设计，加入实验理论、实验仪器、实验指导指示、实验要点、实验操作评价、相关习题及参考答案等元素，构成虚拟实验项目设计方案，然后交联合企业进行软件编程设计，制作成虚拟实验软件，再经过调试、试用、纠错，最终形成每个具体的虚拟实验项目模块。

(2) 虚拟教学资源建设

平台所用的虚拟教学资源主要分为：实验教学课件、手术示范操作录像、实验习题/题库、实验资源（实验动物、实验设备介绍、实验数据）等。

虚拟教学资源主要将本校及外校优秀的教学课件、手术操作录像等资源按照平台要求的格式进行转换、录入。实验设备介绍及实验结果显示数据需收集以往实际教学使用获得的数据资料或取得可靠数据进行录入，以确保虚拟实验数据的准确。

五. 取得的进展及成效

1. “医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台建设

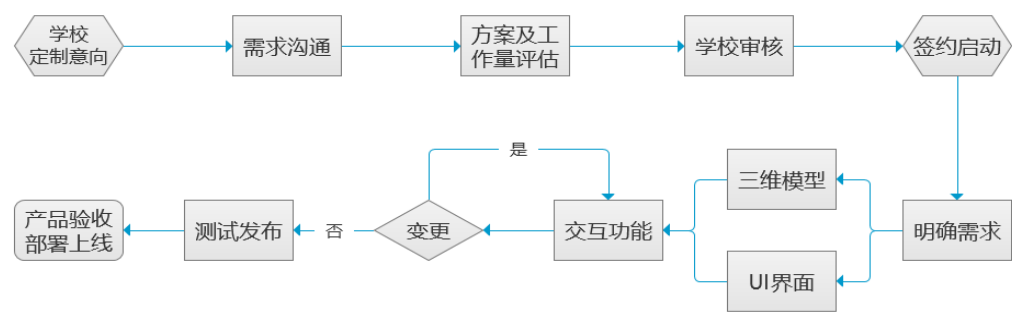
平台的体系结构采用 B/S 架构，服务器采用多层结构方式开发，客户端遵循 W3C 标准，达到与学校校园信息化平台的无缝集成，同时系统能够生成教

教育部每年要求的 SJ1-SJ7 数据报表，格式与教育部要求完全一致。系统使用多层架构开发模式。包括：持久层、业务层、表示层。持久层使用 Hibernate 框架实现；表示层使用 MVC model2 模式；视图(V)采用 Freemarker；控制器(C)采用 Struts2，通过使用 Struts2 来实现 MVC model2 模式。以上平台门户网站、虚拟实验教学管理平台以及系统管理由北京润尼尔网络科技有限公司已开发完成，此结构的平台已用于：北京邮电大学电子信息虚拟仿真实验平台、南京信息工程大学大气科学与气象信息虚拟仿真实验平台、吉林大学地质资源立体探测虚拟仿真实验教学平台等国家级虚拟仿真实验教学中心。该结构的平台已较为成熟，可以满足本方案对于平台功能的条件，符合教育部对于虚拟仿真实验平台建设的要求。




运用该结构开发的已投入运行的国家级虚拟仿真实验平台（北京润尼尔网络科技有限公司）

与北京润尼尔网络科技有限公司进行校企联合平台建设流程如下：

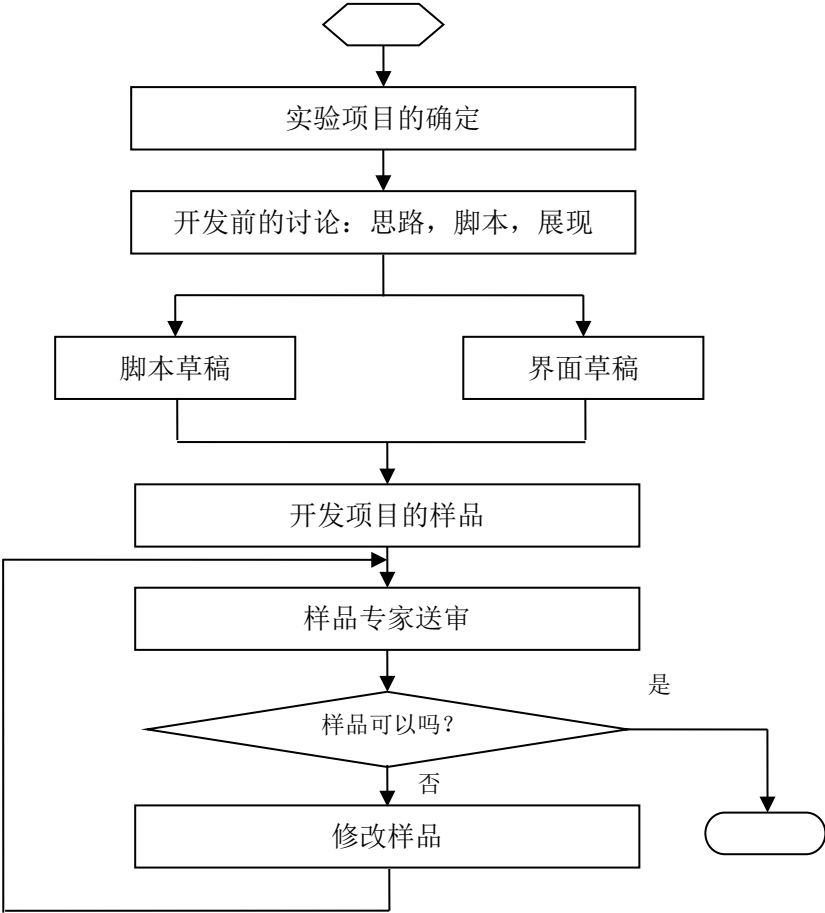


2. “医学机能实验学”虚拟实验项目模块软件开发

目前我校“医学机能实验学”实验教学所使用的主要仪器设备为“BL 系列

机能实验系统”，课程主要实验项目均由该设备系统完成实验教学，系统由成都泰盟软件公司设计生产，该公司主要进行基础医学实验仪器及相关软件开发，平台所使用的虚拟实验项目模块由我校“医学机能实验学”教师与成都泰盟软件公司合作开发，能够较好的与我校实际教学配套。

“医学机能实验学”虚拟实验项目模块软件开发我校教师负责实验项目确定、思路、脚本、实验数据等具体内容，以确保模块开发后符合我校教学实际情况，泰盟软件公司负责将方案制作成实验项目模块。开发流程如下：



3. 我校虚拟实验项目的开发

本方案部分相关建设内容获 2011、2013 年石河子大学教改立项批准，已完成了部分工作。2016 已设计完成的“医学机能实验学”虚拟实验模块：“家兔呼吸运动调节及呼吸功能不全”（呼吸系统），获得“泰盟杯 2016 年全国高校医学虚拟仿真实验设计大赛”二等奖。

	
虚拟实验项目模块设计方案：家兔呼吸运动调节及呼吸功能不全（部分截图）及证书	

4. 虚拟教学资源建设

（1）网络习题 按照《医学机能实验学》教学大纲的要求掌握程度分类、整合并录入计算机，建立了网络题库，目前题库及参考答案的整理分类、录入习题 2135 道。

（2）手术操作示范录像资源 按照各个授课实验项目的重点、难点等进行分类整理共 12 个手术示范录像资源。

已完成整理的手术操作示范录像

文件类型：AVI， 分辨率：720*576， 码率：1156 kbps

序号	实验动物	实验项目名称	网络录像资源名称	文件格式	视频时间
1	蛙	蛙类手术通用录像资源	蛙类手术器械介绍	AVI	1 分钟
2	蛙	蛙类手术通用录像资源	蛙标本的制备	AVI	3 分钟
3	蛙	蛙类手术通用录像资源	腓肠肌的分离	AVI	1 分 04 秒
4	蛙	蛙类手术通用录像资源	破坏蛙脑及脊髓	AVI	1 分 04 秒
5	蛙	蛙类手术通用录像资源	蛙心的制备	AVI	1 分 07 秒
6	蛙	蛙类手术通用录像资源	坐骨神经标本制备	AVI	3 分 14 秒
7	蛙	刺激频率与反应的关系	设备连接及实验现象	AVI	1 分 13 秒
8	蛙	刺激强度与反应的关系	设备连接及实验现象	AVI	1 分 34 秒
9	蛙	期前收缩与代偿间歇	设备连接及实验现象	AVI	2 分 48 秒
10	蛙	神经干不应期的测定	设备连接及实验现象	AVI	2 分 28 秒
11	蛙	神经干传到速度的测定	设备连接及实验现象	AVI	1 分 29 秒
12	蛙	神经干动作电位的引导	设备连接及实验现象	AVI	2 分 16 秒

(3) 实验教学课件

已完成收集、整理的医学机能实验学网络教学课件

文件类型：JPG， 分辨率：1209*756，

序号	实验动物	实验项目名称	文件格式
1	家兔	家兔基本手术操作	JPG
2	家兔	家兔实验性肺水肿	JPG
3	家兔	家兔失血性休克及其实验性治疗	JPG
4	家兔	家兔实验性心力衰竭	JPG
5	家兔	氨在肝性脑病发病机制中的作用	JPG
6	家兔	酸碱平衡紊乱及其实验治疗	JPG
7	家兔	呼吸功能不全	JPG
8	家兔	高钾血症及其解救	JPG
9	小鼠	缺氧实验	JPG
10	家兔	硝酸甘油的扩血管作用	JPG
11	小鼠	胰岛素过量反应及其解救	JPG
12	家兔	药物对兔眼瞳孔的作用	JPG
13	小鼠	不同机能状态对药物作用的影响	JPG
14	家兔	呋塞米对家兔的利尿作用	JPG
15	家兔	药物对离体兔心的影响	JPG
16	小鼠	镇痛药和解热镇痛药实验	JPG
17	家兔	消化系统药物对家兔肠管的影响	JPG
18	家兔	普鲁卡因的脊髓麻醉作用	JPG
19	小鼠	氯丙嗪对电刺激小鼠激怒反应的影响	JPG
20	家兔	局麻药的作用强度比较	JPG

六. 主要经验及改革思路

1. 方案意义及创新点：

- (1) 通过此平台的建设，可以集合优秀教学资源，以自学为主、教师指导为辅的思路探索医学生开放式虚拟自学的教学模式，这对于提高“医学机能实验学”整体实验教学水平十分有益。
- (2) 能够通过虚拟实验完成以往实际教学中不能或者很难开展的一些医学实验，解决医学基础实验难以开放实验室的问题。
- (3) 本方案可以作为“基础医学虚拟仿真实验中心”建设的重要部分，有利于国家级虚拟仿真实验中心的建设及申报。
- (4) 通过校企联合开发的模式可以节约经费，提高效率，充分发挥校企各自优势，弥补不足，是将来类似平台建设的一个有益尝试。

2. 主要经验、进一步设想

- (1) “医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台的建设可以作为“基础医学开放式虚拟自学实验平台”的骨干，在本方案框架基础上较为容易实现加入：“医学形态学”、“人体解剖学”、“生物及分子生物”等其他基础医学实验的虚拟实验项目模块，实现一个平台完成基础医学相关学科实验的开放式虚拟自学平台建设。
- (2) 后期可以建设“临床虚拟仿真医院”，包括：临床虚拟实验平台和仿真医院（以模拟人和模拟病房为主），这样可以与“基础医学开放式虚拟自学实验平台”构成“基础+临床”医学虚拟仿真实验平台，配合模拟人、模拟病房、模拟手术室，就可以组成“基础-临床”虚实结合、虚实互补的一整套医学实验教学系统。
- (3) “医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台的建设采用校企联合开发、分工合作的模式。我校只负责虚拟实验项目及教师、学生的网络日常管理，不需要大量购买各种硬件设备、购买服务器、选择机房、布线等等。服务器由联合开发企业提供，服务器硬件、软件维护由公司完成，我校“医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台通过网络远程访问，这样平台系统的运行得以保障，发挥开放式系统的优势。

3. 问题及反思

“医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台的建设在目前主要有以下几个问题：

(1) “医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台所需的教学资源涵盖国外、国内、本校。但校外的优秀资源获取途径很有限，虽然很多相关高校提供一些共享资源，大多数优秀的教学资源却难以获得，联合开发的公司由于不熟悉专业，所以提供的资源也不足。本方案目前所获得教学资源以本校教师提供为主，这对于平台资源的扩充是很大的限制，故寻找更多优秀教学资源的途径是当前面临的一个重要问题。

(2) 开放式虚拟自学实验平台的虚拟实验模块设计由少数几位教师很难完成。只有所有相关专业优秀教师的大力配合，才能制作出优秀的虚拟实验项目

设计，最终才能形成丰富、高质量的虚拟实验项目模块库，也只有这样才能供给学生足够数量、优质的网络自学资源。目前能够参与研发虚拟实验项目模块设计的教师还是很少，远远不能满足平台建设的需要。

以上问题主要有以下几个原因：①本方案相关研究均为大学教改项目，项目人员不足，不足以进行大范围设计开发。②本方案现处于自研阶段，整体方案尚未获批正式开展，与联合开发的公司没有签约，只完成样品及合作意向，并无实际约束力。③本方案的实施尤其是平台资源的建设需要大量相关专业教师的参与，虚拟实验项目的设计需要投入大量的时间、精力，取得虚拟实验数据资料也需要长期细心的收集、整理。专业教师有繁重的教学、科研工作，有兴趣、有精力参与虚拟实验项目设计的教师人数不足，没有足够的激励机制很难确保短时间内建成充足的虚拟实验项目库。

总 结

综上所述，“医学机能实验学” 开放式虚拟自学实验平台符合教育部对国家级虚拟仿真实验教学示范中心建设的总体要求。加强开放式虚拟仿真实验教学的管理和共享平台的建设，能够提升我校数字化实验教学及资源建设的水平。方案虽然还存在一些需要解决的问题，但整体方案具有可操作性，开放式虚拟自学平台有建设意义，是我校虚拟仿真实验中心建设的一个良好尝试。