

基于 MNSS 的医学影像虚拟仿真实训平台设计

孙 谦, 胡俊峰, 石雯谕, 肖雪雯, 吴 响

(徐州医科大学 医学信息学院, 江苏 徐州 221004)

摘要: 医学影像诊断学是一门实践性较强的学科, 学生既要掌握理论知识, 又要通过接触大量的临床影像病例来提高阅片能力, 理论与实践相辅相成达到较好的教学效果; 然而学生临床见习时间比较少, 见习时学生比较多, 实践教学效果不够理想, 针对这一问题开发一套具有自主影像诊断学习功能的医学影像虚拟仿真实训平台, 该平台采用 C/S 架构, PACS 影像存储服务器使用 Linux+FTP+Mysql 技术架构; 利用 F5_BIG_IP 负载均衡技术和 MNSS (Medical Network System Simulator) 仿真软件, 构建了一个分布式的医学影像虚拟仿真平台; 经过学生的课堂实验测试, 系统运行稳定, 能够满足学生的诊断学习需求, 具有较好的推广价值。

关键词: 医学影像诊断学; 虚拟仿真; MNSS; F5_BIG_IP

Design of Medical Image Virtual Simulation Training Platform Based on MNSS

Sun Qian, Hu Junfeng, Shi Wenyu, Xiao Xuwen, Wu Xiang

(School of Medical information of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China)

Abstract: Medical imaging diagnostics is a subject with strong practicality. Students should not only master theoretical knowledge, but also improve their reading ability by contacting a large number of clinical imaging cases. Theory and practice complement each other to achieve better teaching results. However, students have less clinical probation time, more students are on probation, most of them are on the lookout, and the effect of practical teaching is not ideal. To solve this problem, a medical image virtual simulation training platform with autonomous image diagnosis learning function is developed. The platform adopts C/S architecture, and the PACS image storage server uses Linux+FTP+Mysql technology architecture. Using F5_BIG_IP load balancing technology and MNSS (Medical Network System Simulator) simulation software, a distributed virtual simulation platform for medical images is constructed. The system runs steadily and meets the students' needs of diagnostic learning, which has good popularization value.

Keywords: Medical imaging diagnostics; virtual simulation; MNSS; F5_BIG_IP

0 引言

医学影像诊断学是临床医学的重要分支学科, 随着计算机科学与医学影像技术的迅猛发展, 其在疾病的诊疗过程中发挥越来越重要的作用。医学影像诊断学是一门实践性较强的学科, 不仅要学习书本的理论知识, 更要接触大量的临床影像数据进行实践, 理论与实践相结合才能达到更好的临床教学效果。然而学生临床见习时间比较少, 见习时学生比较多, 实践教学效果不够理想^[1-3]。开发一套医学影像虚拟仿真实训平台, 让学生足不出户就可以进行医学影像诊断的仿真练习, 提高了实践教学效果。

系统采用 C/S 架构, 需要安装客户端才能进行医学影像仿真实验, 为了避免软件的安装和版本的反复更替带来的不便, 以及客户端电脑的操作系统对医学影像仿真实验的影响, 利用 F5_BIG_IP 负载均衡技术和 MNSS (Medical Network System Simulator) 仿真软件, 构建了一个分布式的医学影像虚拟仿真平台, 实现多服务器协同工作^[4-6]。学生通过浏览器可以登录远程桌面进行医学影像虚拟仿真练习, 提高了学生学习效率, 充分发挥医学影像虚拟仿真实训平台在教学中的作用。其中, MNSS 仿真软件是徐州医科大学自主研发的, 其提供一种简单的方法来设计和建造任何规模的网络架构, 而不需要硬件的支持。将 MNSS 引入到医学影像虚拟仿真实训平台构建的仿真实验中, 通过虚拟化技术模拟真实网络系统及服务器, 可以很大程度降低实验成本^[7-8]。

1 系统总体架构

本系统采用 C/S 架构。C/S 模式 (Client/Server 客户/服务器模式), 它是软件开发系统架构, 通过它可以充分利用两端硬件环境的优势, 将任务合理分配到 Client 端和

收稿日期: 2019-01-22; 修回日期: 2019-02-26。

基金项目: 江苏省产学研合作项目 (BY2018124); 江苏省高校自然科学基金 (18KJB520049)。

作者简介: 孙 谦 (1993-), 男, 江苏徐州人, 硕士, 主要从事医学影像诊断学教学系统方向的研究。

胡俊峰 (1969-), 男, 江苏徐州人, 博士, 教授, 主要从事医学工程与医学仿真教学方向的研究。

Server 端来实现, 降低了系统的通讯开销。C/S 结构的长处是可以充分发挥了客户端方面计算机的处理能力, 许多工作能够在客户端电脑上处理一部分后再交给服务器端。它的优势是客户端程序的响应的速度快^[9]。如图 1 所示, 医学影像虚拟仿真实训平台由客户端、认证服务器、PACS 影像服务器、诊断报告服务器四大部分组成。客户端采用 Visual Studio 2012 平台进行开发, 界面友好, 操作简便。认证服务器使用 MySQL 数据库存放与用户认证相关的数据以及实验数据, 用于验证用户登录及返回实验列表。PACS 影像服务器用于存放患者影像数据, 包括用户空间和公共空间, 其中用户空间存放用户标注的图像, 公共空间存放患者原始图像及正确标注图像。诊断报告服务器用于存放患者的影像诊断报告, 同样包括用户空间和公共空间, 用户空间存放用户书写的诊断报告, 公共空间存放标准的影像诊断报告。用户使用医学影像虚拟仿真平台客户端, 输入用户名密码进行登录, 验证成功后, 获取实验列表并进入系统主界面。选择一个病例进行实验, 获取改病例的原始图像进行诊断, 对图像的病灶区域进行标注, 标注完成后进行上传到个人的用户空间, 同时可以与正确标注图片进行对比, 检查自己的不足之处。根据影像图像的表现, 书写诊断报告, 书写完成后上传到个人的用户空间, 在有疑惑的时候可以查看正确的诊断报告。

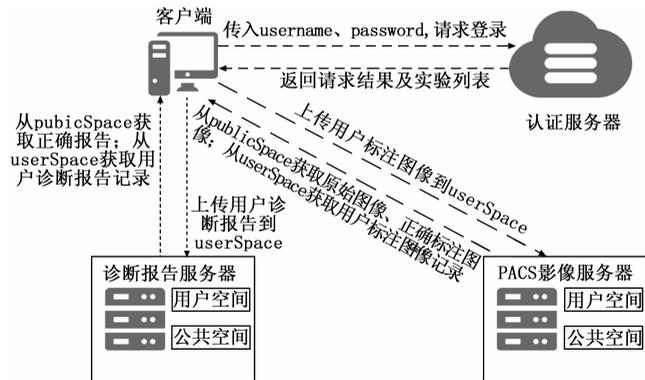


图 1 系统总体架构

2 系统总体设计

通过可行性分析和需求分析, 充分考虑系统的实用性, 按照结构化程序设计的要求, 医学影像虚拟仿真实训平台主要分为用户模块、信息采集模块、图像模块、报告模块。用户模块包括用户注册、用户登录; 信息采集模块包括模拟病人登记、模拟图形采集; 图像模块包括图像查看、图像处理、图像标注、图像上传; 报告模块包括报告查看、报告书写、报告上传; 具体功能如图 2 所示。

2.1 用户模块设计

用户模块主要包含用户注册、用户登录; 注册: 在使用本系统之前, 需要进行用户的注册, 点击注册用户按钮, 自动跳转到注册界面。输入用户名, 密码, 确认密码后, 点击确认进行注册, 如果注册成功则会弹出注册成功提示

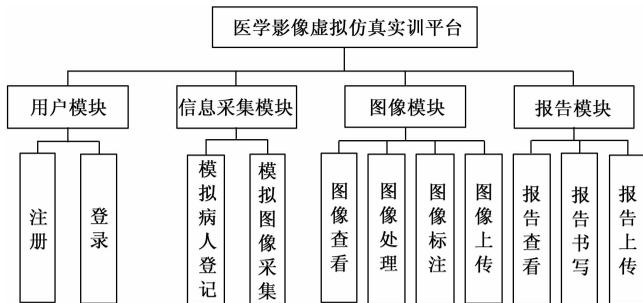


图 2 系统功能模块图

框, 注册成功后, 用户将获得个人云存储空间。登录: 输入用户名、密码, 点击登录即可登录, 登录成功后进入主界面, 登录失败会提示登录失败, 用户需要检查用户名、密码是否正确, 网络是否通畅。

2.2 信息采集模块设计

信息采集模块主要包含模拟病人登记、模拟图像采集; 病人模拟登记: 对病人信息进行登记, 填写完整后, 点击开始登记按钮完成病人登记, 新登记的病人会显示在已登记队列中。图像模拟采集: 病人登记完毕后, 会显示在已登记队列中, 需要对已登记的病人进行图像的模拟采集, 选择要进行图像采集的病人然后点击图像采集按钮完成图像的模拟采集。这些模拟的图像存放在公共的云存储空间中, 数量众多, 案例典型。

2.3 图像模块设计

图像模块主要包含图像查看、图像处理、图像标注、图像上传; 图像查看: 图像采集完成后, 可以对已经采集过图像的病人进行图像的查看, 选择一个病人进行双击。采用双显示器, 图像将显示在另一台显示器上, 便于查看和分析。图像处理: 图像处理是对图像的位置、窗宽、窗位、灰度、伪彩色、正相反相及比例的调整, 使图像获得最佳的效果。如模糊不清的原始图像不利于对微小病灶的显示, 直接影响诊断的准确率, 而通过调整, 则可以避免这一消极影响, 提高准确性, 避免误诊和漏诊。图像标注上传: 利用医学影像虚拟仿真实训平台的标注功能, 可以对图像的重要部分加上文字或图形标注, 以便于教学演示和资料交换等。对图像的病灶进行标注并上传到用户的个人云储存空间, 这样就有了图像的标注历史记录, 用户可以查看自己的所有标注记录, 在有疑问的情况下可以点击查看专家标注图像, 以检查自己图像标注中的不足与错误。如图 3 所示。

2.4 报告模块设计

报告模块主要包括报告查看、报告书写、报告上传; 报告书写: 根据病人的图像进行报告的书写, 在右侧的模板知识库中有相应的模板, 可以辅助报告的书写, 并可以与专家报告进行核对, 以检查自己诊断报告中的不足与错误。报告上传: 同时学生的诊断报告可以上传到云端, 记录到个人报告学习记录中, 方便教师 and 个人的查阅与批改。这大大调动了学生学习的积极性, 增强了其实践动手

能力, 为以后进入临床工作打下坚实的基础^[10]。如图 4 所示。

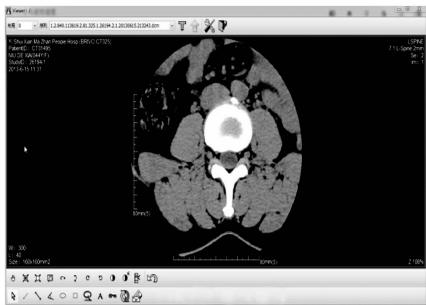


图 3 图像模块



图 4 报告模块

3 F5 负载均衡技术的应用

3.1 拓扑设计

医学影像虚拟仿真实训平台采用 C/S 架构进行开发, 可以充分利用两端硬件环境的优势, 但是有其固有的缺点: (1) 客户端电脑需要安装相应的软件 (2) 对客户端电脑的操作系统有一定的限制。为了解决这些问题, 利用 F5 BIG-IP 负载均衡技术和 MNSS (Medical Network System Simulator) 仿真软件, 构建了一个分布式的医学影像虚拟仿真平台, 将医学影像虚拟仿真平台封装在 windows 服务器中, 每次实验课时, 用户只需通过浏览器进行远程桌面的访问。F5 BIG-IP 会为每个用户分配一个桌面服务, 用户独立拥有一个远程服务器, 可以在远程桌面中打开医学影像虚拟仿真平台进行实验, 系统运行流畅, 达到了很好的教学效果。

负载均衡拓扑如图 5 所示: 使用 F5 公司的 BIG-IP 镜像设备实现不同源 IP 地址的 http 服务请求的负载均衡, switch 交换机使用 Cisco IOS 镜像将三台服务器 PACS1、PACS2、PACS3 流量汇总, 同时处理通过 BIG-IP 设备的 PACS 访问请求, 依照轮询机制将不同源 IP 的 HTTP 流量分配给三台服务器。PACS 服务器是封装了医学影像虚拟仿真平台的 windows 系统, 用户通过浏览器远程访问 windows 桌面。Cloud 设备作为在 MNSS 虚拟仿真平台中 BIG-IP 设备等模拟网络设备与 Internet 网数据联通的桥梁设备。BIG-IP 设备与 switch 以及 PACS 服务器群组成一个小型局域网简称内网, BIG-IP 设备作为 Internet 网与内网

边界设备, 负责将 Internet 网的流量按照源 IP 均衡分配给内网 PACS 服务器。

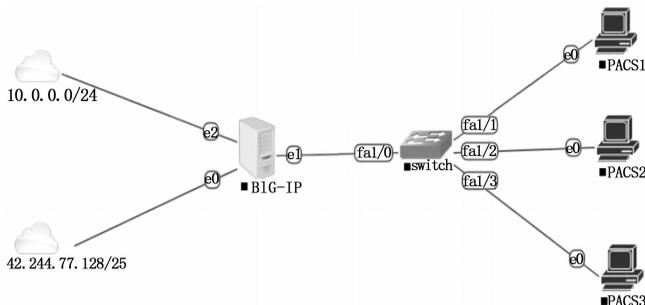


图 5 负载均衡拓扑结构

3.2 相关网络设备 IP 地址

各网络设备 IP 地址配置如表 1。

3.3 关键设备配置

下列步骤是核心设备上的具体配置如下。

BIG-IP:

1) 在 MNSS 虚拟仿真平台的中单击 BIG-IP 设备图标, 通过 web 浏览器远程登陆仿真设备, 使用“config”命令将 BIG-IP 设备的管理 IP 地址从 192.168.0.254 更改为 42.244.77.134。完成 IP 地址更改后, 在浏览器中访问 https://42.244.77.134 进入 BIG-IP 的配置界面, 通过“Network—VLANs—VLAN List”配置内网 VLAN 为 200, 端口号为 1.1, 外网 VLAN 为 300, 端口号为 1.2, 内外网端口均不标记。具体操作如图 6 所示。

表 1 IP 地址具体分配

设备名	端口	IP 地址	备注
PACS1	E0	192.168.1.100	该网段的 IP 地址掩码为 255.255.255.0
PACS2	E0	192.168.1.101	
PACS3	E0	192.168.1.102	
Switch	VLAN 1	192.168.1.3	255.255.255.128
BIG-IP	E0	42.244.77.134	
	E1	192.168.1.1	
Cloud1	E2	10.0.0.198	该网段 IP 地址掩码为 255.255.255.0
		10.0.0.0	
Cloud2		42.244.77.128	255.255.255.128

2) 内外网 VLAN 配置完成后, 对内外网 IP 地址进行配置。在“Network—Self IPs—New Self IP”, 其中 IP 地址如表 1 所示, 配置内网 IP 地址中“VLAN/Tunnel”设置为“internal”模式, 外网则配置为“external”模式。

3) 内外网配置完成, 建立 Nodes 节点, 开启 Pool 池服务与 Virtual Servers 虚拟服务, 提供公网请求的统一服务请求接口。通过配置界面中的“Local Traffic—Nodes—New Node”, 配置过程中“Name”选项与“Address”选项填写 PACS1 服务器 IP 地址, 此过程依次配置完三台服务器。与此同时, 开启节点的“Default Monitor”功能, 监控并检测 PACS 服务器与公网的 ICMP 报文发送与接收。

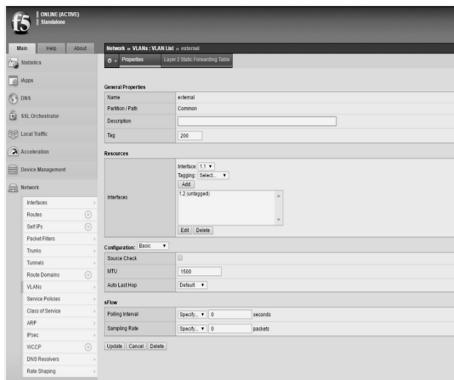


图 6 VLAN 配置

4) 开启 Pool 池服务, 将三台 PACS 服务器加入 BIG-IP 的管理池中, “Name” 模块命名为 “server”, 开启 BIG-IP 对面向三台服务器的 “HTTP” 请求服务的放行, HTTP 默认端口为 80, 将 “Resources” 中 “New Members” 选择 “Node List”, 将三台 PACS 加入服务中。

5) 开启 Virtual Server 服务, 将对于多服务器的访问提供唯一访问入口, 在 “Local Traffic—Virtual Servers” 中将 “Name” 命名为 server, “Type” 设置为 Performance (Layer 4), “Destination” 设置为 10.0.0.198, “Default Pool” 设置为 “server”。

Switch:

配置 vlan 地址

```
switch(config) int f1/0
```

```
switch(config-if) no switch port
```

```
switch(config-if) ip add 192.168.1.2 255.255.255.0
```

```
switch(config-if) no shutdown
```

```
switch(config-if) exit
```

```
switch(config) no ip domain name
```

3.4 验证与实现

网络拓扑配置完成之后, 右键启动所有节点。打开 chrome 浏览器, 在地址栏中输入 `http://10.0.0.198`, BIG-IP 分发空闲的服务器给用户, 用户通过远程桌面的形式对服务器进行操作, 点击桌面上的系统快捷图标进入虚拟仿真实训平台。具体步骤如下。

1) 下载最新版本的 chrome 浏览器, 点击安装, 完成基础环境的搭建;

2) 任课教师进入后台拓扑界面, 网络拓扑配置完成之后, 右键启动所有节点, 开启医学影像虚拟仿真实训平台服务;

3) 学生使用 chrome 浏览器, 在地址栏中输入 `http://10.0.0.198`, 点击回车, BIG-IP 分发空闲的服务器给用户, 用户登录进入远程 windows 桌面。

4) 学生点击远程桌面上的医学影像虚拟仿真实训平台快捷图标, 输入用户名密码,

点击登录按钮, 验证成功后进入系统。

5) 进入系统后可进行信息采集模块学习、图像模块学习、报告书写模块学习。

6) 结束学习, 点击退出系统按钮退出医学影像虚拟仿真实训平台。

系统操作简单便捷, 除了课题教学外, 在课余时间面向全校学生开放, 只要有一台联网的计算机, 学生就能进行自主学习, 突破了时间和空间的限制, 提高了学生学习的能动性。

4 结束语

医学影像诊断学是一门实践性较强的学科, 学生仅仅通过书本理论知识的学习难以达到理想的教学效果, 需要接触大量的临床影像病例来提高疾病诊断能力。针对此问题, 本文设计了一套医学影像虚拟仿真实训平台。为了避免软件的安装带来不便, 以及提高硬件资源的利用率, 系统采用了 F5_BIG_IP 负载均衡技术和 MNSS (Medical Network System Simulator) 仿真软件, 构建了一个分布式的医学影像虚拟仿真实训平台。目前, 该系统已应用于教学实践, 提高了学生影像诊断的能力, 获得了师生的一致好评, 值得在医学高等院校中进行推广使用。

参考文献:

- [1] 王 钊, 王夕欣. 基于 PACS 系统医学影像诊断学教学资源库建设探讨 [J]. 考试周刊, 2018, (68): 44.
- [2] 刘 冰, 彭 楠, 郭鹏德. 翻转课堂结合 PACS 在放射诊断学教学中的应用 [J]. 中华医学教育探索杂志, 2018, (5): 484-487.
- [3] 王海容, 黄 俊, 朱振宇, 等. 仿真 MiniCT 工作站教学系统的设计与实践 [J]. 中国医学教育技术, 2017, (2): 169-172.
- [4] 王 佳, 高引春, 姜 茸. 基于 F5 负载均衡技术的网上选课平台 [J]. 计算机系统应用, 2017, 26 (6): 108-111.
- [5] 于天放, 芮兰兰, 邱雪松. 基于软件定义网络的服务器集群负载均衡技术研究 [J]. 电子与信息学报, 2018, 40 (12): 3028-3035.
- [6] 潘沐铭, 贾 濡, 石 秀, 等. 智慧协同网络负载均衡流量适配方法研究及测试 [J]. 中国电子科学研究院学报, 2018, 13 (5): 555-561.
- [7] 黄怡鹤, 孙秋文, 吴 响, 等. 基于 MNSS 的医院恶意 MAC 地址泛洪攻击防范方案研究及仿真 [J]. 价值工程, 2018, 37 (27): 240-242.
- [8] 陶 帆, 吴 响, 黄怡鹤, 等. 基于 MNSS 的医院 VTP 倒灌防范方案研究及仿真 [J]. 价值工程, 2018, 37 (22): 221-223.
- [9] 任 翠, 袁慧书, 郎 宁. 基于微课的翻转课堂在医学影像诊断学教学中的应用 [J]. 中国医药导报, 2018, 15 (25): 48-50.
- [10] 孙 谦, 肖雪雯, 胡俊峰, 等. 医学影像诊断学自主学习系统的设计与实践 [J]. 计算机测量与控制, 2019 (5): 160-163.