

[文章编号] 1007-7405(2015)02-0128-06

# 基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统

涂婉丽, 徐轶群

(集美大学轮机工程学院, 福建 厦门 361021)

**[摘要]** 为了解决以往工业组态软件开发的船舶动力装置虚拟操作训练系统的网络功能局限性, 文章对基于 web 的虚拟训练操作系统进行了研究. 提供了系统基于 B/S 模式的架构, 并详细阐述了系统开发过程中的关键问题和解决方案, 如基于 Web 的系统操作界面及动态交互功能的实现、多人协同开发的解决方案等. 并以 .NET 为开发平台设计了基于 Web 的船舶动力装置的虚拟操作训练系统, 包括用户管理模块、船舶动力装置训练项目操作模块和操作过程记录与评估模块. 以该方案设计的系统已经投入运行, 应用结果表明该系统充分利用了 Internet, 解决了传统船舶动力装置虚拟操作训练系统受时间和空间限制的问题, 提高了远程教学训练的能力, 具有良好的交互性、扩展性及应用价值.

**[关键词]** Web; B/S 模式; .NET; 船舶动力装置; 虚拟操作

**[中图分类号]** TP 391

**[文献标志码]** A

## Design and Implementation of a Web Based Virtual Operating and Training System of a Marine Power Plant

TU Wan-li, XU Yi-qun

(Marine Engineering Institute, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of the Web function limitation of the virtual operating training system for a marine power plant which usually was realized by industrial configuration software, a solution of Web-based training system was investigated. The system architecture based on Browser/Server mode was established and the key problems with their solutions existing in development process were detailed as follows: the implementation of system interface as well as its dynamic interactivity and the solution for multiplayer collaborative development and so on. With .NET development platform, the paper designed a Webbased virtual operating and training system for a marine power plant with function modules including user management modules, operation training modules of the marine power plant and operation record and evaluation module. The designed system was put into operation and the results showed that the system took full advantage of Internet and improved its performance on remote teaching. It had good interactivity, maintainability and scalability and broke the time and space limit of traditional virtual operation and training system.

**Key words:** Web; B/S model; .NET; Automatic; virtual operation

## 0 引言

传统模式下, 船舶动力装置的模拟操作训练主要在实物设备上进行. 随着计算机、操作平台、网

**[收稿日期]** 2014-06

**[基金项目]** 福建省自然科学基金资助项目(2012J01229)

**[作者简介]** 涂婉丽(1982—), 女, 讲师, 硕士, 从事船舶自动化技术、机电检测技术、信息集成等研究.

络、通信等技术的快速发展, 对船员的操作训练信息化的要求也越来越多, 采用虚拟操作系统用于辅助于实际设备的模拟训练, 可以大大节省开发成本和维护成本, 缩短训练周期, 具有重要意义. 目前的船舶动力装置虚拟训练系统基本上都是由建立在客户端/服务器 (C/S) 模式下的传统组态软件来实现的, 仍以单机应用为主. 随着网络应用的普及, 船员虚拟训练系统不再满足于本地的训练功能应用, 越来越多系统要求具有 Web 功能, 如通过 Internet 网络实现远程系统的操作训练、故障诊断等等. 部分组态软件虽具有 Web 功能, 但发布模式复杂, 限制条件多, 对 Internet 的利用十分有限, 而且不支持远程发布功能. 当训练系统的用户量达到一定规模, 操作地点分布到一定范围后, 组态软件的 Web 功能已无法满足训练需求<sup>[1]</sup>.

基于上述分析, 本文采用浏览器/服务器 (B/S) 模式, 提出了一种基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统的架构方法, 并设计实现了船舶动力装置虚拟操作训练系统. 当采用该系统对船员进行虚拟操作训练时, 能够不受时间和空间的限制, 将局域网内实现的功能延伸到 Internet 上去<sup>[2]</sup>.

## 1 B/S 模式下的船舶动力装置虚拟操作训练系统的架构

B/S 模式采用的是浏览器、Web 服务器和数据库服务器的体系结构, 如图 1 所示. 应用程序全部放在 Web 服务器上, 所有的客户端只是浏览器, 通过 Web 服务器实现对数据库服务器的访问, 可以在任何地方进行操作而不用安装专门的软件. 只需要管理服务器, 客户端零维护, 无论用户规模有多大, 只需要把服务器连接入网即可, 实现远程维护、升级和共享, 系统的扩展也非常容易.

B/S 模式下的船舶动力装置虚拟操作训练系统是基于 Web Service 的应用程序, 系统架构可分成应用表现层、业务逻辑层、数据服务层<sup>[3-4]</sup>, 如图 2 所示.

应用表现层即用户端通过 Internet 浏览器界面直接与 Web 服务器端进行动态交互, 代替了专门的客户端软件. 业务逻辑层体现在用户端通过嵌在 Web 页面的 ActiveX 控件对数据端口进行访问, 将数据写入数据库服务器保存, 而 Web 服务器将数据库服务器的实时数据动态发布到网上, 客户端则通过 Internet 浏览器进行远程监控. 数据服务层指的是采用数据库服务器进行数据处理, 数据库服务器不直接服务于每个客户机, 而与 Web 服务器沟通, 系统的开放性得到很大提高, 开发与维护更加方便.

## 2 船舶动力装置虚拟操作训练系统的模块功能与实现

本文设计的基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统可以分为以下几个功能模块: 用户管

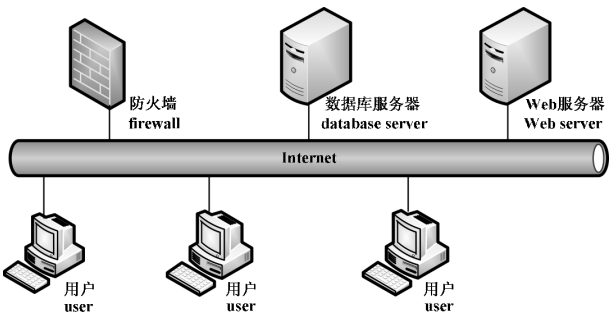


图 1 B/S 模式的体系结构  
Fig.1 The architecture of B/S mode

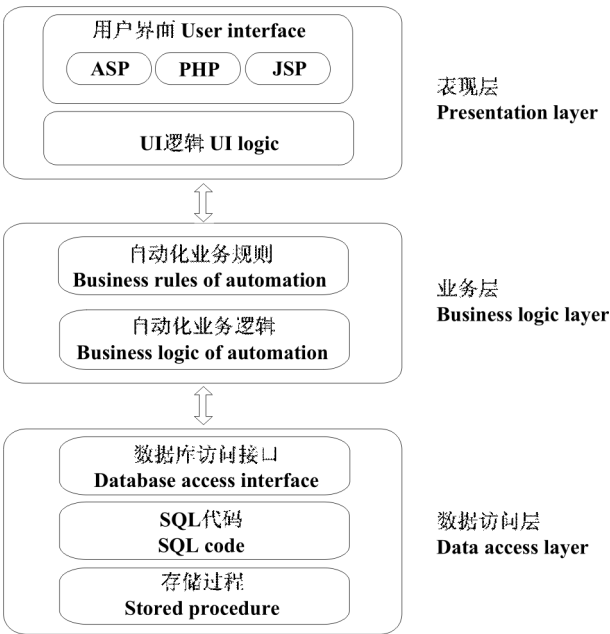


图 2 基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统的体系架构  
Fig.2 The architecture of a Web based virtual operating and training system for a marine power plant

用户管理模块主要对被训练学生和管理员的信息和权限进行设置。学生登录系统后,进入船舶动力装置训练项目模块,学生选取要操作的训练项目,如:压缩空气系统、冷却水系统、锅炉系统等,每个训练项目均对应一个操作页面,如图4是选择锅炉系统的交互界面。操作部分分成两块:左边部分是锅炉系统的管路原理图,右边部分是对锅炉系统进行虚拟控制的电气控制箱。学生每进行一步操作,均可以在界面右下方看到操作记录,每个训练项目操作完成之后提交,后台的操作过程记录与评估模块对学生的操作进行记录和评估。管理员登录系统之后,可以进行考生信息管理、训练项目管理、评估成绩管理等操作。



Fig.3 Functional modules of a Web based virtual operating and training system for a marine power plant



Fig.4 Interface of a boiler system in a marine power plant system for training purpose

### 3 关键技术及实现

#### 3.1 在浏览器中形成监控系统的人机交互界面 HMI

基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统必须能够在 IE 等浏览器中实现监控系统操作界面的动态交互, 因此要采用一种可以产生和执行动态的、交互式、高效率的 Web 服务器应用程序的工具, 如 Dreamweaver 可视化工具、.NET Framework (以下简称 .NET 平台) 框架平台、Java Script 的 HTML 页面等均可以生成系统的动态交互操作界面, 本文采用了微软的 .NET 平台, Windows 7 中包含了 .NET 平台的最新版本.

#### 3.2 动态交互逻辑功能的实现

在船舶动力装置虚拟操作训练系统中, 客户端通过 Internet 浏览器对系统进行动态操作时, 界面上对象的状态变化要与实际的动力装置系统一致. 如上所述的锅炉系统中, 管路、阀门、电源开关、泵的启停按钮、仪表指示灯、液位计等均要能够进行实时交互. 这种动态交互逻辑功能的实现是设计虚拟训练系统的难点, 解决方案有采用图片和动画技术实现, 或者直接采用 ActiveX 控件技术实现. 关于 ActiveX 控件技术的使用方法, 可以参考文献 [7]. 本系统管路的流动效果是以图片和动画技术来实现的, 而其他开关量和模拟量的控制是采用 ActiveX 控件技术实现的. 通过虚拟电气控制箱, 可以对压缩系统中被控对象进行操作, 系统交互画面生动, 对象状态跟随控制指令实时变化.

在实现系统对象的动态交互逻辑功能时, 服务器端主要负责生成界面和逻辑功能的脚本, 并发送给客户端浏览器. 客户端浏览器负责解析这些脚本并在系统交互操作时实时刷新页面. 当需要和服务端进行数据通信时, 客户端才发送所需的加密数据, 这样就减轻了服务器端的负担, 提高了交互的速度. 通过测试, 即使是船舶动力装置虚拟操作系统中管路最多、逻辑功能最复杂的模块, 在多人异地同时操作的情况下, 系统交互页面的实时刷新也不会出现卡的现象.

#### 3.3 系统开发过程中多人协同开发的实现

在系统的开发中, 还有一个难题来自于开发人员本身. 在动态网页的设计中, 操作对象的定位、页面的美工、特别是逻辑交互功能的编辑等方面, 均需要由专业的软件开发技术人员来完成. 对于一般工程技术人员, 虽然对自动化系统的控制逻辑较为熟悉, 但由于不是计算机专业出身, 在实现这些功能时会遇到困难. 此外, 船舶动力装置系统是一个复杂的工程系统, 在开发时间有限的情况下, 需要多位技术人员协同开发完成. 为了提高开发效率, 同时保证动态网页的开发质量, 在系统开发时采取了以下方案: 首先由系统负责人给各技术人员分配任务模块, 并制定出统一的规则来实现对象的命名、对象的显示方法、对象逻辑功能的定义等; 然后各技术人员在 .NET 平台上利用 WinForm 进行各自任务模块交互界面的设计, 并完成单机上业务逻辑的编辑与调试; 最后通过调用统一的 GetCode () 转换程序转换到 Web 页面上. 其中的 GetCode 转换程序由系统负责人单独开发. 图 5 显示了所采用的协同开发平台架构和工作流程图.

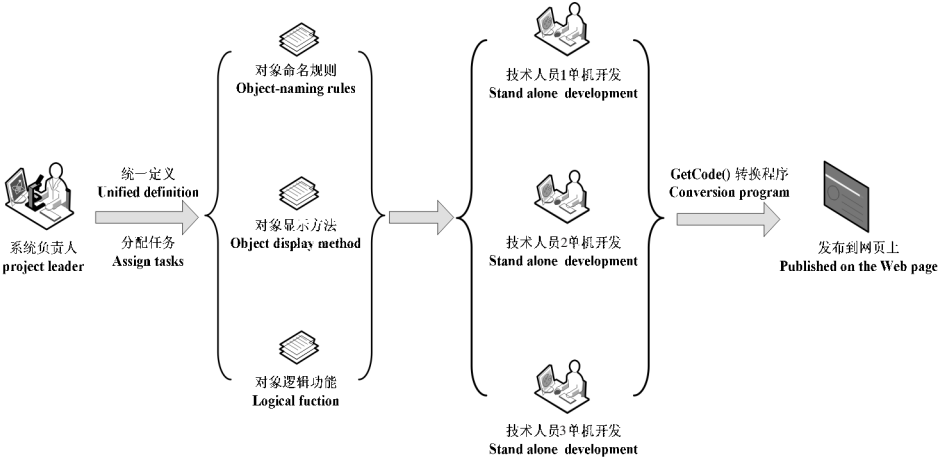


图 5 协同开发平台架构和工作流程图

Fig.5 Collaborative development platform and work flow chart

```
private void FrmMain_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //以下调用转换程序
    GetCode gc = new GetCode();
    //取得需转换的 *.cs 源文件路径
    gc.path = m_path;
    gc._Form = this;
    gc.Explorer();
}
```

3

```
//追加文本
```

• • • • •

```
}
```

### 3.4 SQL Server 数据库

本文设计的船舶动力装置虚拟操作系统中数据库服务器和 Web 服务器共享为一台,系统数据库选用 Microsoft SQL Server 2005 ~ 2008. SQL Server 是一个关系型数据库管理系统,可跨越多种平台使用,其内部建立了一种可以与 Web 服务器相连接的机制,具有使用方便、可伸缩性好、相关软件集成程度高等优点.

## 4 结论

目前计算机、操作平台、网络、通信都进入一个快速发展的新时期,船舶动力装置虚拟操作训练系统也必然从单机应用向智能化,网络化方向发展.以往的虚拟操作训练系统中存在的问题,如用户规模的增大、地域的分散、系统逻辑的复杂等问题,在本文设计实现的基于 Web 的船舶动力装置虚拟操作训练系统中,均得到了解决.此外,该方案实现了快速组态的具有 B/S 架构的功能.该虚拟训练系统解决了时间和空间限制的问题,以此方案设计的船舶动力装置的虚拟操作系统目前已经投入运行,实践表明,受训人员能够较全面掌握动力装置系统的结构组成和工作原理,系统提高了远程教学训练的能力,具有良好的交互性、维护性和扩展性.当然,针对高安全性要求的实际船舶动力装置系统,还有待进一步提高虚拟操作训练系统的稳定性及可靠性.

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 欧金成,欧世乐,林德杰,等. 组态软件的现状与发展 [J]. 工业控制计算机, 2002, 4: 1-5.
- [2] 李亨,王丽萍,郭克宇,等. 基于 Web 技术的工业信息远程实时监测系统 [J]. 计算机应用研究, 2000, 7: 63-65.
- [3] 朱韶平. 基于 Web ActiveX 数据控件的网络虚拟实验室构建 [J]. 计算技术与自动化, 2010, 29(4): 104-106.
- [4] 贺超波,陈启买. 基于 Web 的实时数据监测系统的研究和实践 [J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(3): 200-204.
- [5] 徐筱欣. 船舶动力装置 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
- [6] 姚寿广,肖民. 船舶动力装置 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [7] 李跃峰,王文海. 基于 ActiveX 技术的组态软件 Web 服务功能的设计和实现 [J]. 工业控制计算机, 2007, 7: 47-49.

(责任编辑 陈 敏 英文审校 郑青榕)