

基于 Web 的控制系统仿真平台设计^①

Web - based Control System Simulation Platform design

涂继亮 陶秋香 俞子荣 (南昌航空工业学院电子信息工程学院 江西南昌 33006)

摘要:本文在研究 Matlab 的网络应用及其运行机制的基础上,提出了基于 Matlab Web Server 进行控制系统仿真的方法,并运用 Web 技术及其 CGI 功能,开发了 Matlab 网络应用程序,建立了基于 B/S 模式的控制系统仿真平台。测试表明该平台具有结构简单、易扩展和维护、交互性强等特点,有较高的实用价值,能被广泛应用于工程教育、网络教学系统等领域。

关键词:Matlab web server CGI 控制系统仿真

控制系统仿真就是利用计算机研究控制系统性能的一门学问^[1]。传统的仿真方法一般建立在单机上,互操作性和可移植性较差,特别是对于控制工程类系统的仿真,大多成本较高,且学习周期长。随着网络技术的发展,基于 Web 的控制系统仿真方法应运而生。利用基于 Web 的系统仿真方法,服务器端的实现程序与客户端的设置程序相分离,用户只需在客户端进行简单的设置就可以进行系统仿真。

Matlab 是美国 MathsWorks 公司的科学计算软件,该软件为控制系统的分析和设计提供了强大的功能^[5],本文借助于 Matlab6.5 的 Matlab Web Server (MWS)工具箱,将 Matlab 的计算能力和 Web 浏览器的远程访问能力相结合,同时利用其强大的控制系统仿真功能,建立起了一种基于 Web 的控制系统仿真方法。

1 控制系统仿真平台实现原理

MWS 是 Matlab 下新开发的工具箱之一,利用它可通过客户端设计运行在服务器端的 Matlab 仿真程序,而仿真的输出按预设置的 HTML 文件,通过 Web 浏览器输出至客户端。利用 MWS 建立的系统仿真环境由以下 3 部分组成(Matlab Web 服务器, Matweb 以及 Matlab 的 M 文件),其原理体系结构如图 1 所示。

Matlab Web 服务器是一个多线程可执行的 TCP/

IP 应用程序 Matlabserver.exe, 是 Matlab 应用程序运行的服务器环境,负责管理 Web 应用与 Matlab 间的通讯。Matweb 是一个可执行程序 Matweb.exe, 是 Matlab Web 服务器的 TCP/IP 客户端,同时也是 Web 的 CGI 扩展,它将对 Matlab 的请求重新定向到 Matlabserver.exe 进行处理。Matweb.M 是要调用的 Matlab 应用程序。系统的工作原理是:在客户端,用户通过网页浏览器进入系统,进行仿真环境和系统参数的设置并提交给服务器。Matlab Web 服务器通过调用 Matlab.M 来处理 HTML 文档中隐藏字段 mlmfile 所指定的 M 文件,在 HTML 文件、Matlab 和 M 文件之间建立联系。客户端应用程序可利用 JavaScript、HTML 和 CSS 技术相结合实现。

2 控制系统仿真平台设置

2.1 服务器端配置

在安装有 Windows 2000 Server 和 IIS5.0 的服务器端上,通过运行 MATLAB 6.5 安装程序安装 MATLAB 和 Matlabserver,安装完毕后启动 Matlabserver 服务。

2.2 设置 IIS

在 IIS 管理器中新建 Web 站点,并在该 Web 站点建两个虚拟目录(并为各目录设置好目录属性)。一个名为“cgi-bin”,用来存放 CGI 文件(如 matlab.

^① 本项目获南昌航空工业学院学院科研基金资助

exe), 另一个名为“icons”, 用于存放 MATLAB 文件生成的图片文件和应用程序所需的图片文件, 其它的 HTML 文件和 M 文件放在根目录下。

提交网页时, 通过如下语句将请求发送到 Matlab Web 服务器并调用 Matlab 程序进行处理:

```
<form action = "/cgi-bin/matweb.exe" method = "POST" target = "outputwindow" >
    <input type = "hidden" name = "mimetype" value = "frequent" >... </form >
```

其中 frequent 为二阶系统仿真计算的 M 文件名, 在该文件中对来自网页的数据进行处理, 再利用 Matlab 绘图功能生成直观的二维或三维图形。

3.2 应用程序 M 文件

M 文件主要对接收到的客户端参数进行仿真计算并将结果以网页形式进行输出。其技术难点就在于参数的获取和仿真结果的输出。为说明仿真平台通用的构建过程, 下面给出二阶系统时域响应的仿真应用程序的 M 文件, 并对其主要代码进行解释。

```
function rs = frequent(in ,outfile) % 仿真函数,
句柄 in 用于接收表单数据
rs = char ( ' ');
s.zunibi = in.zunibi ;
s.jiaopin = in.jiaopin ;
m lid = getfield(in , m lid)';

cd(in.m lid) ; % 设置图形存储目录
wscleanup ( 'icons/ml * freq. jpeg', 1 ) ;
jiaopin = str2double ( in.jiaopin ) ; zunibi =
str2double(in.zunibi) ; % 数据类型转换
n1 = 2 * jiaopin * zunibi ; n2 = jiaopin * jiaopin ;
den = [1, n1 , n2 ] ;
num = [n2 ] ;
t = 0 :0.1 :20 ;
[y1] = step ( num ,den ,t) ; % 阶跃响应仿真
[y2] = impulse(num,den,t) ; % 脉冲响应仿真
f = figure ( 'visible','off') ; % 生成仿真结果图片
subplot(1,2,1); plot ( t ,y1,'r') ; title( 阶跃响应仿
真曲线) ; grid ;
set( gca , 'ytick',0:0.3:1.6) ;
```

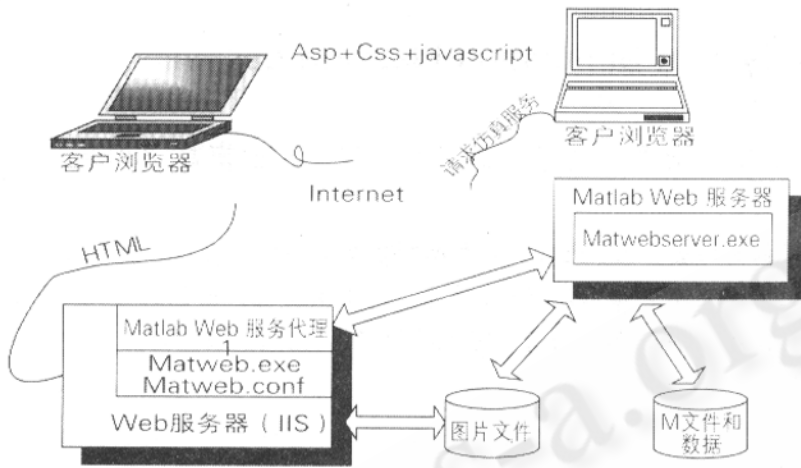


图 1 控制系统仿真平台体系结构原理图

2.3 建立并设置 MATLAB 配置文件

在新建 Web 站点的根目录下, 对文件 matweb.conf 和 matwebserver.conf 两个文件根据具体客户端程序要求进行相应配置。

matweb.conf 的内容如下:

```
[Mfilename] / * 应用程序 M 文件 * /
mlserver = 10. 1. 42. 12 / * 仿真服务器 IP 地址或主机名 * /
mldir = d:/toolbox/webserver/fangzhen。 / * 目录 * /
```

注意: 每增加一个 MATLAB Web 应用, 需在 matweb.conf 中按照上面相同格式增加一项配置。

matwebserver.conf 的内容如下:

```
/m 1 / * 服务器端并发执行最大线程数, 默认值为 1 * /
/p 80 / * 端口号, 默认值为 80 * /
```

3 基于 Web 的控制系统仿真平台实现

下面以控制系统中典型二阶系统的时域响应仿真来详述基于 Web 的控制系统仿真平台的实现过程。

3.1 客户端程序设计

用户在客户端完成控制系统各种参数的设置, 设置可以通过一系列 HTML 页面完成。

```
subplot(1,2,2);plot(t,y2);title('脉冲响应仿真  
曲线');grid;
```

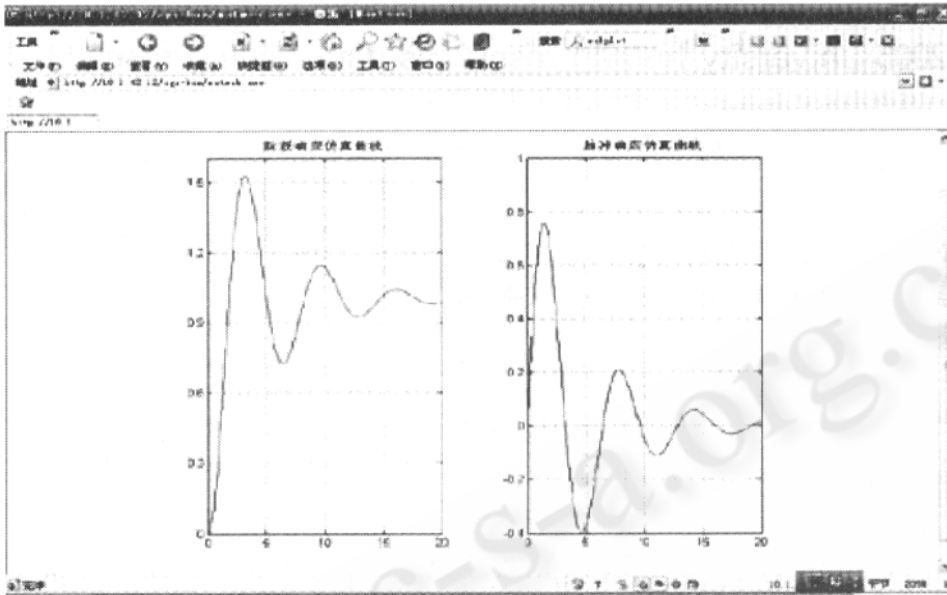


图 2 基于 Web 的典型二阶系统仿真输出

```
drawnow;
s.GraphFileName = sprintf('%sfreq.jpeg', mlid);
% 图片文件写入,图片文件名称为 *freq.jpeg,其中 *
% 为系统进程 ID 号
wsprintfjpeg(f, s.GraphFileName);
s.GraphFileName = sprintf('/icons/%sfreq.jpeg',
mlid);
close all;
templatefile = which('outputfrequent.html');
if (nargin == 1) % 生成输出网页
rs = htmlrep(s, templatefile);
else if (nargin == 2)
rs = htmlrep(s, templatefile, outfile);
end
end
```

3.3 系统输出模板格式

在输出模板 outputfrequent.html 中按语句格式:
< \$ 变量名 \$ > 接收 Matlab 输出的变量。在本系统
中用如下语句接收仿真图形文件: < img src = "
\$ GraphFileName \$" border = 0 >。系统仿真运行后
界面如图 2 所示。

4 结论与展望

本文在探究 Matlab 软件网络应用的工作原理和
开发方法基础之上,采用了 B/S
模式的体系结构,将 ASP/Javas-
cript 技术与 Matlab Web Server
相结合,搭建了基于 Web 和
Matlab 的控制系统分析与设计
的仿真实验平台。仿真实验表
明该仿真平台对于控制系统分
析与设计有明显的辅助作用,
并且简单易用。系统维护和更
新都在服务器端进行,且能阻止
未被授权的用户访问 Matlab 源
码和 Matlab 命令行。总之,本
平台的建立,可以大大节省控制
系统仿真实验设备的软硬件成
本;且本平台在强大的工程计算
软件 Matlab 的基础上开发,能大
大降低开发成本,缩短开发周期。

当然,由于受 Internet 网络速度和 Matlab 语言的
限制,该方法在速度上稍慢。对于更复杂的应用,还
需要作一些改进,例如可以将 Web 服务器和 Matlab
服务器独立开来或将 Matlab 程序改进为执行效率更
高的代码(如 C++ 或者 MEX 文件)等,各种基于
Matlab 和 C++ 的控制算法,非常有利于网络控制系
统的分析与设计。

参考文献

- 1 薛定宇,控制系统仿真与计算机辅助设计[M],北
京:机械工业出版社,2005.
- 2 G. C. Walsh, H. Ye. Scheduling of networked control
systems. IEEE Control Systems Magazine, 2001, 21(2).
- 3 刘峙飞、王树青,网络控制系统的仿真平台设计
[J],仪器仪表学报,2005, 26(6).
- 4 Page E H. Providing Conceptual Framework Support
for DistributedWeb - based Simulation Within the
High Level Architecture [J]. Proceedings of the SPIE:
Enabling Technologies for SimulationScience II, 1998.
- 5 何强、何英, Matlab 扩展编程[M],北京:清华大学
出版社,2002 - 06.