

基于 Matlab Web Server 的远程控制 实验室仿真模块实现

蔡丽萍, 李茂青, 王 颖

(厦门大学自动化系, 福建 厦门 361005)

摘要: 讨论了基于 Matlab Web Server 的 Matlab 网络应用开发原理, 介绍了 Matlab Web 程序处理的一般流程和相关配置文件的详细配置方法, 并给出 Matlab Web 开发中的两个关键问题: 通过输入模块从 HTML 页面获取输入参数和通过输出模块生成包括输出数据和图片的 HTML 文件. 利用 Matlab Web Server 环境实现了远程控制实验室的控制效果仿真, 并以二维图形的输出形式显示仿真结果, 为网上控制实验室的建立提供了控制参数选择以及试验结果验证参照. 本远程数据处理方法可推广应用到不同的远程数据处理领域, 具有很高的推广价值.

关键词: Matlab Web Server; 远程控制实验室; 仿真

中图分类号: TP 311

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479 (2005) 04-0499-04

随着 Internet 的日益普及, 网络的作用越来越强大且其功能也朝着多元化的方向发展, 人们已经可以通过网络进行复杂的运算和二维 / 三维图形的绘制. 传统的实现思路是编写专门的嵌入式程序作为计算或绘图模块嵌入到网页中. 但这种做法不但工作量大且程序的通用性和可移植性不强, 而在 Matlab 中, 利用其现成的控制工具箱 Matlab Web Server 就能实现以上工作. Matlab Web Server 是 Math Works 公司顺应网络发展而开发的 Matlab 工具箱^[1], 通过它可以为远程用户提供 Matlab 的计算服务, 即用 Matlab Web Server 实现客户 - 服务器的运算模式^[2], 极大地提高编程效率和编程质量, 缩短开发周期.

目前, Matlab Web Server 已经被应用于异地调用等方面, 文献 [3] 介绍了基于 Matlab Web Server 的磁方位设计远程协作系统, 文献 [4] 中利用 Matlab Web Server 环境实现了 BP 神经网络分析程序的异地调用, 文献 [5] 中设计了基于 Matlab 的机械设备远程信号分析及远程故障诊断系统. 但在网上实验室系统中, Matlab Web Server 还未得到广泛应用, 关于利用 Matlab Web Server 实现远程仿真, 并应用于远程控制实验室这一方面还未见到正式发表的相关成果. 本文介绍了利用 Matlab 强大的计算功能在网上实现远程的 PD 控制仿真的方法, 实现了客户机和服务器之间参数和结果数据的交互, 并以二维图形的输出形式显示仿真结果.

1 研究背景

该课题的背景为电阻炉远程控制实验室, 以电阻炉温度为控制对象, 使用户通过网络对电阻炉温度控制实验系统进行温度调整和控制. 电阻炉网上控制实验室仿真部分的目的是建立电阻炉的数学模型, 以供用户申请对电阻炉进行实际远程控制之前, 对其设定的 PD 参数的控制效果进行远程仿真, 验证其控制参数设定 (如 PD 参数等) 是否恰当, 得到的控制效果是否理想, 并尝试进行适当的修正, 以期对 PD 三个参数的控制作用及取值不当所带来的后果有较好的认识, 学习如何整体协调三个控制参数的取值使其最终获得较好的控制效果, 最后将能有效控制仿真模型的控制参数加入到电阻炉物理实验系统中进行远程实时控制.

远程仿真控制实验室中的仿真模块的功能主要体现在负责接收远程用户输入所设置的 PD 参数, 在后台进行仿真计算, 将接收到的 PD 参数值带入到拉氏传递函数模型中, 计算出时域响应曲线, 并以图表或图形的方式将计算出的结果显示给用户, 使其观看所设置参数的具体仿真效果. 仿真控制模块的实现即采用 Matlab, 利用其现成的控制工具箱 Matlab Web Server 结合 httpd 服务器实现以上工作.

2 Matlab Web Server 配置

2.1 Matlab Web Server 工作原理及服务器环境设置

收稿日期: 2004-09-01

作者简介: 蔡丽萍 (1980 -), 女, 硕士研究生.

Matlab Web Server的核心是作为CG程序的可执行文件 matweb.exe 基于 TCP/IP 协议, Matlab Web Server通过创建一个 Matlab应用程序来接收从客户端传送过来的数据, 该文件负责解释客户机通过 HTML 网页发送的请求, 转换为运行 Matlab应用程序所需要的参数, 接着启动一个 Matlab 进程, 并将指定的 Matlab应用程序及其参数传递给该进程进行计算. 计算完毕后, Matlab程序还要负责将计算结果以 HTML 网页的方式, 通过 matweb输出给客户端的浏览器. 这个过程是网关程序 matweb和用户编制的 Matlab应用程序协作完成的.

客户端只要装有 Web 浏览器就可以访问 Web Server 服务器端则由 Matlabserver及 httpd 服务器组成, 两者可以位于一台机器上, 也可以分开. 本系统最初采用 Matlabserver和 httpd服务器处于同一台服务器的配置, 但是经过实际的实验测试, 发现当 Matlabserver被多用户同时访问, 启动多个计算进程, 处理速度下降明显, 因此, 调整为 Matlabserver和 httpd服务器分别处于单独的一台服务器的结构, 处理速度显著提高. 操作系统默认使用微软的 IIS 互联网服务器作为 httpd 服务器.

2.2 Matlab Web Server主要组件及基本配置

主要组件包括 matlabserver, matweb, matweb.m 和 matweb.conf 四部分^[6]. 关系如图 1 所示.

仿真模块所进行的 Matlab Web Server的基本配置包括以下几部分内容:

(1) 系统配置文件

Web Server的系统配置文件位于 %Matlab%\web-server\matlabserver.conf 此文件初始值为: m 1. 该参数表示允许同时运行的 Matlab进程数, 默认值为 1. 根据该仿真模块的需要及考虑服务器端内存, 把可同时并发的最大线程数改为 50, 即允许 50 个用户同时做远程控制仿真实验.

(2) 应用程序信息配置

Web Server的配置文件位于: %Matlab%\toolbox\webserver\wsdemos\matweb.conf

Web Server的CG程序位于: %Matlab%\toolbox\webserver\wsdemos\matweb.exe

设置的时候将这两个文件复制到站点路径下的 cgi_bin 文件夹中, 也就是在服务器端设置的时候建立的虚拟文件夹. 随后编制的输入输出模板以及 Matlab Web Server应用程序 (即具体实现模块, 见第 4 部分) 都保存在该目录下.

复制后对 matweb.conf 进行修改, 添加为 Matlab 仿真程序设置工作路径的程序段:

```
[ testweb ] <! -Matlab 仿真程序名 -->
mserver = <服务器的 ip 地址或域名 >
mdir = <cgi_bin 文件夹在服务器上的实际位置 >
```

3 仿真模块实现

3.1 仿真模块

该系统中的 PD 控制是将用户设置的 PD 参数直接传送到单回路控制器 Foxboro761, 由 Foxboro761 根据实时温度偏差和接收到上位机所传递的 PD 参数值来计算当前相应的控制量. 控制原理如图 2 所示.

因此在仿真模块需要传送的参数为 P 、 I 、 D 三个物理量, 其中 P 表示比例带, 为比例增益的倒数, 即 $P = \frac{1}{K_p} \times 100\%$, 其取值范围是 (0 ~ 8 000%); I 表示积分时间, 单位为分钟, 即 $I = (T_i/60)$ min, 其取值范围是 (0.01 ~ 200 min); D 表示微分时间, 单位为分钟, 即 $D = (T_d/60)$ min, 其取值范围是 (0 ~ 100 min); 另外

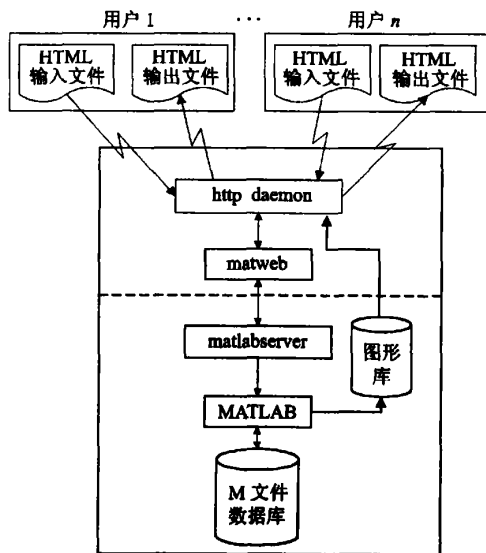


图 1 Matlab Web服务器主要组件

Fig 1 Basic module of Matlab Web Server

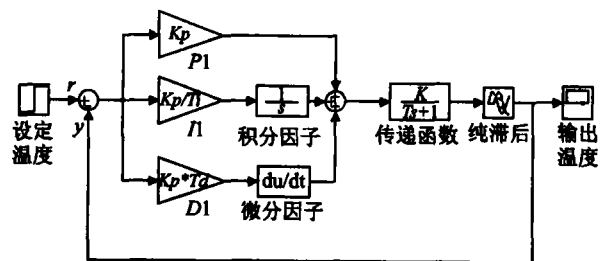


图 2 控制原理图

Fig 2 Graph of control principle

还需要初始温度、温度上升幅度及仿真时间长度这几个用户设置参数.所有的用户设置参数通过 HTML 网页中的表单传送,提交后启动用于计算电阻炉温度控制系统仿真模型的 Matlab 进程,结合网关程序 matweb 在 Matlab 进程中转化为比例、积分、微分等参数,带入到拉氏传递函数模型中,计算出时域响应曲线作为结果输出.

3.2 输入输出模板的编写

(1) 输入模板

在该仿真模块的输入 HTML 页面中,参数的提交是通过表单来完成的.表单 `<form>` 的 `action` 属性设置为 `"/cgi-bin/matweb.exe"`,表明在用户单击 Submit 按钮时调用 matweb 程序进行处理.

输入模板的表单中必须有一个隐含输入变量 `mInfile`,用来处理该表单的 Matlab 程序名,参数值的类型是字符串类型,参数值为 matweb 需调用的 ".m" 程序名.

随后填写其他参数,采用 HTML 的文本输入框,基本格式为:

```
<input type="text" name="my_input_variable_1">
```

将其中的 `my_input_variable_1` 替换为 Matlab 需要的输入变量名.如果该变量有默认数值,可以利用 `value` 实现.

仿真模块的 Matlab 应用程序需要的输入参数有 P 值、 I 值、 D 值、初始温度、温度上升幅度、仿真时间长度等变量.分别为这些变量在输入模板的表单里各写一行输入.

为了更好的说明该模板,将输入模板的 .asp 文件的主要结构显示如下:

```
<! -建立表单 ->
<! -添加隐含输入项 mInfile, value 的值为实际的 Matlab
程序名 ->
<input type="hidden" name="mInfile" value="testweb"
>
<! -添加 Matlab 应用程序的输入变量 ->
<input type="text" size="8" name="P_value" value="
50">
<input type="text" size="8" name="I_value" value="
55">
<input type="text" size="8" name="D_value" value="
1.25">
...
<! -添加其他 HTML 语句 ->
<! --submit 按钮,单击按钮提交时启动 Matlab 程序 -->
<input type="submit" name="submit" value="submit"
>
```

(2) 输出模板

输出模板把从 Matlab 应用程序 .m 文件处理完成后传递来的结果在 HTML 页面上显示出来.该文件是一个预先编制的文件,包含了事先设计好的页面布局、文字说明等信息,其中用到 Matlab 程序输出变量的地方都用 `$var_name` 的形式表示.

由于我们的仿真程序输出的是图片,所以涉及到图片生成、传递和显示的问题.由 Matlab 程序生成时域响应曲线,传递到输出模板的 HTML 文件.图片的显示是用事先写好的标记符 `` 来实现.将输出模板简化和注释后主要部分如下显示:

```
<! -文字说明 ->
<p>仿真结果为: </p>
<! -图片显示 ->

```

3.3 编写 Matlab Web Server 应用程序

Matlab 应用程序与 HTML 页面的交互需要一个入口,入口的形式为:

```
Function retstr = testweb (instruct, outfile)
```

其中, `instruct` 是一个 `struct` 类型的结构变量,包含该 matweb 网关程序传送过来的参数和该程序的工作目录.所有域都是字符串形式的,需要的时候,可以用 `str2double` 把它们转换为数值类型.

Matlab 程序将变量进行处理后,计算得到的结果作为输出变量全部保存在结构变量 `outstruct` 中.随后,调用子程序 `htmlrep`,生成用于输出的 HTML 文件. `htmlrep` 的调用语法为:

```
retstr = htmlrep (outstruct, templatefile)
```

其中, `outstruct` 是包含所有输出参数的 `struct` 结构; `templatefile` 是一个 HTML 模板文件,即输出模板文件; `retstr` 是一个返回字符串,实际上就是返回的 HTML 文件内容.

由于仿真程序需要输出图片并显示,所以在 Matlab 应用程序中必须能生成图片,并把生成的图片传送到输出的 HTML 页面中去.在此,采用 Matlab 生成图片的推荐做法,即用 `wsprntjpeg` 命令生成 jpeg 格式图片: `wsprntjpeg (fig, jpegfilename)`;

由以上各个处理函数结合 Matlab 仿真模型,编制出具体的关于 PD 仿真控制的 .m 程序 `testweb.m`.

3.4 仿真结果输出

基于多次比较验证,得到最终的电阻炉网上控制实验室的仿真模型,该模型较好的体现了电阻炉温度控制系统的各项特性,用户既可在仿真模型上调整获得较好的控制参数加入实际系统中,又可通过仿真调节参数加深了解 PD 控制各参数对系统控制效果的

影响.

以仿真模型为核心,基于输入输出模板及 Matlab Web Server应用程序共同完成 PD远程仿真控制的功能,仿真结果输出页面如图 3所示.

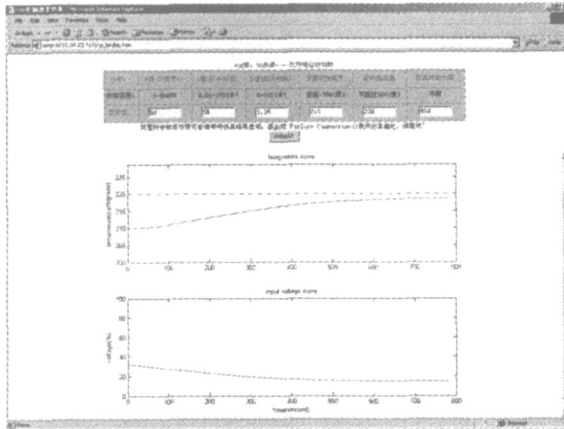


图 3 仿真结果输出页面

Fig 3 Simulation results

根据 Matlab的. m仿真计算程序生成温度的时域响应曲线和相应的输入电压曲线图,把输入输出模板结合起来显示在同一页,从而直观地表示出各个参数值的变化对输出结果的影响.远程用户可以通过对各个输入参数的修改进行多次仿真实验,得到不同的温度和输入电压曲线图.

4 结束语

本文基于 Matlab Web Server,实现了 PD参数远程仿真功能,成功应用在电阻炉远程控制实验室仿真

模块中. Matlab Web Server结合 httpd可以直接利用 Matlab强大的计算及绘图功能,提高编程效率和编程质量,且其配置简单,从而具有广阔的应用前景,特别是在远程实验室以及远程教学系统中,可以有更多的实际开发.在运用 Matlab Web Server开发仿真控制模块的过程中也发现了 Matlab Web Server结合 ASP网页运用的一些不足之处,如交互时输入输出模板的格式比较固定,作为输入模板的表单,一定要用 submit类型的提交按钮,且只能提交给当前的表单,来激发 Matlab可执行程序,这对于远程仿真控制实验室网站的建设是一个限制条件,在实际的开发中需进一步找到技术解决方案,进行相应灵活的处理.

参考文献:

- [1] 何强,何英. Matlab扩展编程 [M]. 北京:清华大学出版社,2002
- [2] 王宏. Matlab的 Web应用和开发 [J]. 计算机应用,2001, 21: 89 - 91.
- [3] Zhao Aiping Matlab Web Server and its application in remote collaborative design of magnetic bearing systems[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2001, 14 (2): 179 - 183.
- [4] 周德廉,孙庆鸿,何杰,等. 基于 Matlab Web服务器的 BP神经网络分析资源的异地调用 [J]. 机械与设计制造工程, 2001, 30 (6): 54 - 56
- [5] 张金玉,张优云,王汉功. 基于 Matlab的远程信号分析与诊断系统的开发 [J]. 电子技术应用,2001, (10): 56 - 58
- [6] Math Works Inc Matlab Web Server, The Language of Technical Computing[EB /OL]. www.mathworks.com. 1999.

Realization of Web Based Control Laboratory Simulation Module Based on Matlab Web Server

CA ILi-ping, L IMao-qing, WANG Ying

(Department of Automation, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The principle which applies the Matlab into network using Matlab Web Server was discussed and the general process and configuration of Matlab Web program were introduced. Two key problems of programming which are how to receive parameters from web pages and how to create the HTML files including data and graphics were given. Based on the environment of Matlab Web Server, the web based control simulation module was built which can give the simulation results in the form of two-dimensional graph. The simulation module provided important reference on the parameters selection and the results examination to the Web based control laboratory. The method is compatible and practicable, so it can be applied in various remote data processing fields.

Key words: Matlab Web Server; Web based control laboratory; simulation