

基于 VC 与 MATLAB 混合编程的研究

An Approach for Mixed Programming of VC and MATLAB

(1.中科院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)翟军红^{1,2} 王红宣¹

ZHAI JUNHONG WANG HONGXUAN

摘要:本文介绍了 Visual C++和 MATLAB 混合编程的七种方法,分析了各种方法的优缺点和使用场合。并选择其中一种方法应用在电视跟踪伺服系统仿真中。结果表明两者混编有助于提高电视跟踪伺服系统仿真的编程效率,减轻编程工作量,同时为此类仿真软件的开发提供了一种可借鉴的方便灵活的实现方法。

关键词:混合编程; MATLAB 引擎; 电视跟踪伺服系统

中图分类号:TP311

文献标识码:A

Abstract:Seven methods about mixed programming of Visual C++ and MATLAB are discussed in this paper, while discussed them advantages, disadvantages and the corresponding application fields. With an example of a TV follow servo system simulation, the steps about how to mixed programming are illustrated. With the mixed programming of them the programming efficiency can be highly increased, the workload can be saved. The mixed programming of them also can be a good method in simulation software development.

Key words:Mixed Programming, MATLAB Engine, TV follow servo system

1 引言

VC++和 MATLAB 是目前应用最广泛的软件开发工具和工程仿真软件,但是他们有着各自的优点。VC++能方便地形成应用软件中所需要的各种用户界面和工具,并直接与系统及底层硬件交换数据。用 VC++开发的系统具有容易维护、升级、界面友好、代码效率高、移植性好、执行速度快等一系列优点。MATLAB 是 Math Works 公司推出的一种适于科学和工程技术人员使用的开发工具,在矩阵运算、数值分析、信号处理、图画显示等方面具有强大的优势。MATLAB 提供的全面的工具箱函数以及他人编写的相关专业的函数集合可以让开发者大大地缩短仿真周期。结合二者的优点,在 VC++中实现 MATLAB 功能的调用,完成核心算法的设计,将为科学研究、工程技术、软件开发提供更强的技术支持,达到事半功倍的效果。本文介绍了 VC++和 MATLAB 混合编程的七种方法,并分析了各种方法的优缺点和使用场合,同时在电视跟踪伺服系统仿真软件开发中得到验证。

2 VC++和 MATLAB 混编的途径

2.1 通过 MATLAB Engine 方式

所谓 MATLAB Engine 是指一组 MATLAB 提供的支持 C 语言的接口函数(Engine API 函数)。MATLAB Engine 采用客户机/服务器(Client/Server)的计算方式, MATLAB Engine 作为服务器, C 应用程序作为前端客户机,通过 Windows 的动态控件(ActiveX)与服务器通信,向 MATLAB Engine 传递命令和数据信息,从 MATLAB Engine 接收数据信息。用户可以在 C 应用程序中调用这些接口函数,实现对 MATLAB 的控制。在 MATLAB 引擎函数库中总共提供了 13 个 C 语言的引擎函数。通过这 13 个引擎函数 VC++程序调用 MATLAB 可完成任何计算机计算、绘图操作,对所有的数据结构都提供 100%的支持。它的缺点

是会打开一个新的 MATLAB 进程,运行效率低。

2.2 VC++直接调用 MATLAB 的 C/C++数学函数库

MATLAB 中提供了可以供 C/C++语言调用的 C/C++数学函数库,这些函数涉及到线性代数、数值分析、傅立叶变换、多项式计算、解微分方程等,并且函数库中提供了大量各种矩阵操作函数,在 VC++中可以直接使用这些函数,通过这些函数可以在 VC++中方便的实现在 MATLAB 中矩阵运算功能。可以看出用这种方法可以很灵活的调用 MATLAB 来编写应用程序,但使用这种方法调用 MATLAB 的工具箱函数有很大困难,适合对 C/C++语言比较熟悉的用户使用。

2.3 VC++调用 MCC 编译生成的代码

使用 MATLAB 自带的编译器 MATLAB Compiler,也就是 MCC 编译器。用 MATLAB Compiler 的作用是将 M 文件转化成 C/C++代码,这种源代码需要用 C/C++编译器编译连接成独立应用程序,在将 M 文件转成独立应用程序的过程中生成的 C/C++文件,原则上是可以被其它的 C/C++代码调用的,编译器可以通过设置 MCC 命令的选项,将 M 文件编译成动态链接库文件、C/C++文件、可执行文件等一系列文件。MATLAB Compiler 的 M 程序转换成 C/C++代码功能有很多限制,如不能转换脚本 M 文件,只能转换 M 函数;不能使用 MATLAB 对象;不能用 input 或者 eval 操作 MATLAB 空间变量;不能动态地命名变量,然后用 load 或者 save 命令来操作;不能处理具有嵌套调用其他 M 文件的 M 文件;不能使用 MATLAB 内联函数等。

2.4 VC++调用 MEX 程序

所谓 MEX 即程序,是 MATLAB Executable 程序的缩写,即 MATLAB 可执行程序,它是扩展文件名为 DLL 的动态链接库。具体地说,就是利用 MATLAB 的 32 位动态链接库,生成相应的可以被 C++调用的 DLL,用来提供二者之间的基本支撑环境,只需在用户程序中加载该 DLL,即可实现其数据段的共享,然后在用户程序中操作对 MATLAB 的调用,其形式可以是混合编程或函数调用,非常方便高效。

2.5 通过第三方软件 Matcom/Mideva

翟军红:硕士研究生

基金项目:中科院二期创新项目(C04708Z)

Matcom/Mideva 是由 Math Tools 公司开发的可以将 M 文件转换成相同功能的 C++ 代码的工具软件, 它在一定程度上解决了代码复用、执行效率和源代码保密等问题。它具有以下优点: 转换过程简单, 容易实现; 可以方便的生成动态链接库文件 (DLL) 和独立可执行文件 (EXE); 可以转换独立的脚本文件, 也可以转换嵌套脚本文件; 设置环境后, 可以使用 MATLAB 的工具箱函数。同样它也有自己的不足, 比如对 Struct 等类的支持有缺陷, 还有部分绘图语句无法实现或得不到准确图像, 尤其是三维图像。

2.6 VC++调用 MATLAB 生成的 COM 组件

COM 是 Component Object Module 的简称, 它是一种通用的对象接口, 任何语言只要按照这种接口标准, 就可以实现调用它。MATLAB 6.5 新推出来的 COM Builder 就是把用 MATLAB 编写的程序做成 COM 组件, 供其他语言调用。该方法实现简单, 通用性强, 而且几乎可以使用 MATLAB 的任何函数, 因此在程序较大、调用工具箱函数或调用函数较多时推荐使用。

2.7 MATLAB Visual Studio Add in 的应用

MATLAB Add in 提供了一个 MATLAB 和 VC++ 直接集成的途径。它具有一些新的特征: 快速集成 M 文件到 C++ 工程中, 创建独立的 C/C++ 应用程序; 通过 M 文件创建共享库或 MEX 文件; 内含 Visual Matrix Viewer, 调试过程中可以查看矩阵变量的值; 直接修改 M 源文件而不是修改生成的 C/C++ 文件; 方便快捷地打包应用程序等。这种方式即避免了生成导入库 Lib 文件的麻烦, 又不需要 Matcom/Mideva 的介入。

上述七种 VC++ 与 MATLAB 混编途径, 除 MATLAB Engine 方式不能脱离 MATLAB 环境运行外, 其它的方法经过打包发行, 都可以脱离 MATLAB 运行, 拥有自己的代码产权。上述七种方法可以根据软件开发人员的需要, 单独使用, 或是同时使用。

3 VC++和 MATLAB 集成在电视跟踪伺服系统仿真中的应用实例

MATLAB/Simulink 用来对动态系统建模仿真, 具有框图化的设计方式和良好的交互性, 方便工程人员的使用。从图 1 MATLAB 体系结构可以看出 MATLAB/Simulink 可以通过 MATLAB Engine 的方式被 VC++ 调用, 或是使用实时代码生成工具 Real Time Workshop (RTW)。RTW 使用户可以直接将 Simulink 框图模型转化为实时标准 C 代码, 镶嵌到 VC++ 中进行实时仿真, 或是下载到目标板进行半实物仿真。这里采用 MATLAB Engine 方式。

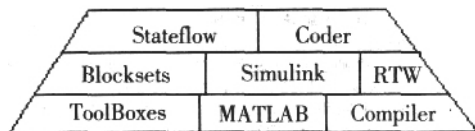


图 1 MATLAB 体系结构

3.1 系统仿真模型的建立

电视跟踪伺服系统是一个单输入、单输出位置随动系统, 速度回路, 位置回路双闭环, 同时采取超前-滞后校正, 或是滞后超前校正, 且加入了速度滞后补偿, 加速度滞后补偿。电视跟踪伺服系统 SIMULINK 仿真框图如图 2 所示。

3.2 VC++调用 MATLAB Engine 的步骤

准备工作, 对 VC++ 进行配置:

- (1) 启动 VC++, 创建新的工程;
- (2) 工程创建完毕后, 需要配置 Tools Options Directories

Include Files 和 Library Files, 分别添加 MATLAB 根目录下 include, MATLAB 根目录下 extern\lib;

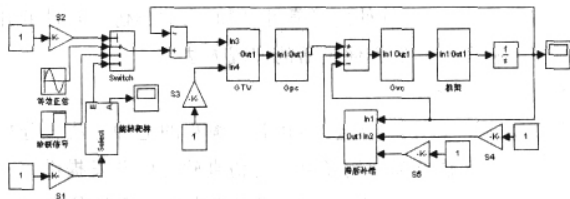


图 2 电视跟踪伺服系统 SIMULINK 仿真框图

(3) 在 DOS 命令模式下, 进入用户安装 VC++ 的目录下, 假设为 C:\Program files\Microsoft Visual Studio\vc98\bin, 然后按下格式运行命令 lib:

```
Lib/def:c:\Matlab6p5\extern\include\libmx.def/machine:ix86/
out:libmx.lib/NOLOGO
```

```
Lib/def:c:\Matlab6p5\extern\include\libeng.def/machine:ix86/
out:libeng.lib/NOLOGO
```

```
Lib/def:c:\Matlab6p5\extern\include\libmat.def/machine:ix86/
out:libmat.lib/NOLOGO
```

(4) 在 VC++ 环境中, Project Add To Project Files, 将这三个静态链接库添加到当前工程。并在 StdAfx.h 中加入 #include "engine.h"

完成上面的四步准备工作, 就可以在 VC++ 中对引擎程序进行编译, 调试和运行了。建立一个基于对话框的 VC++ 工程 SERVO, 可以在界面上设置系统参数, 并在其内部驱动 MATLAB 计算和绘图函数, 得到期望的数据或图形, 还有驱动 MATLAB/SIMULINK 仿真模型进行动态仿真。VC++ 可以将仿真结果, 就是跟踪误差通过 CDC 绘制 2D 图, 或是 OpenGL 进行 3D 制作视景。界面 1 (图 3) 主要是提供对伺服系统参数的设置, 然后驱动 MATLAB 计算, 最后在界面上显示所设计伺服系统的性能指标, 并可以驱动 MATLAB 绘图函数绘制 BODE 图。界面 2 (图 4) 可以选择输入信号, 并设置输入信号参数。设置仿真时间。通过计算在界面上显示方位, 俯仰输入信号的角度, 角速度, 角加速度, 且给出跟踪误差。通过 CDC 绘制平面图。将仿真结果以 OpenGL 实现场景的方式展示在工程人员眼前, 更直观些, 如图 5 所示。

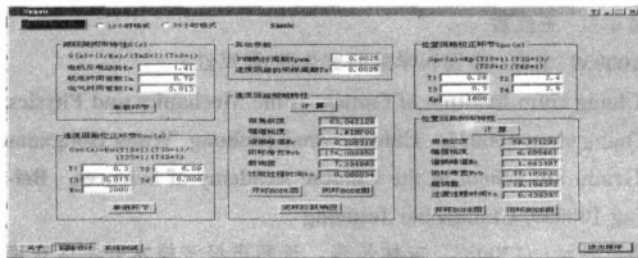


图 3 SERVO 界面 1

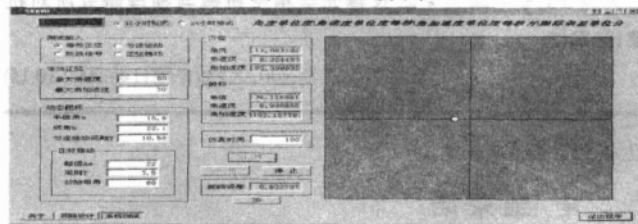


图 4 SERVO 界面 2

4 结论

随着计算机和信息技术不断发展工程技术人员都需要大

量的计算机仿真来解决遇到的各种技术问题。因此,提高编程效率就变得很重要。利用 VC++和 MATLAB 混合编程,可以极大地提高编程效率,提高软件的可靠性,同时为此类仿真软件的开发提供了一种可借鉴的方便灵活的实现方法。

本文作者创新点:

本文阐述了 VC++与 MATLAB 混合编程的七种方法,分析了各种方法的优缺点和使用场合。为仿真软件的开发提供了一种方便灵活的实现方法,并将其应用于光电跟踪系统仿真平台的开发中验证了以上方法的可行性和高效性。

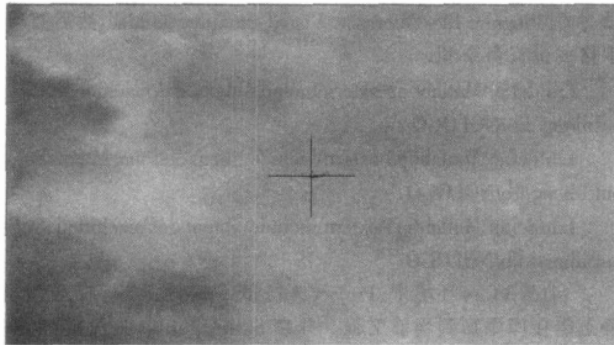


图 5 OpenGL 实现的场景

参考文献

[1]牟成清,王汝霖,李国新.MATLAB 与 VC 接口技术的研究[J].微计算机信息,2006,7-3:275-277.

[2] 刘志俭.应用程序接口用户指南[M].科学出版社,2000.8.

作者简介:翟军红(1982.5-),男,汉族,中国科学院长春光机所硕士研究生,主要研究方向:光电跟踪系统仿真技术;王红宣(1968.3-),女,汉族,中国科学院长春光机所研究员,主要研究方向:精密跟踪与伺服控制。

Biography:Zhai Jun-hong(1982-),male, Han, study in Chang chun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, profession is simulation of a servo system; (1300332 吉林长春 中科院长春光学精密机械与物理研究所)翟军红 王红宣

(100039 北京 中国科学院研究生院)翟军红

(Chang chun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chang chun 130033, China) Zhai Junhong Wang Hongxuan (Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)Zhai Junhong

通讯地址:(130033 吉林长春 长春市经济技术开发区东南湖大路 16 号中国科学院长春光学精密机械与物理研究所对抗部)翟军红

(收稿日期:2007.8.13)(修稿日期:2007.10.15)

(上接第 233 页)

4 结束语

本文中独创了利用区间可拓识别技术来对生物脑电波进行分类,并利用专家系统中的 C-F 模型推理,对脑电波进行了定量的分析,使诊断结果更加具体详细为临床诊断提供了详实的

数据支持。

作者创新:本文的创新点是利用区间可拓识别对脑电波按照区间段来识别分类,从而使系统的实时性大为提高。

参考文献

[1]杨玉星.生物医学传感器与检测技术.北京:化学工业出版社,现代生物技术与医药科技出版社中心,2005年9月

[2]李业德,张景元,李业刚,赵光远.基于多传感器的发动机故障诊断模糊专家系统[J].微计算机信息,2006,28,229-231

[3]王万森.人工智能原理及其应用.北京:电子工业出版社,2000年3月

[4]Ing-Ray Chen, Tawei Tsao. A Reliability Model for Real-Time Rule-Based Expert System. IEEE Transactions on Reliability, Vol 44, No.1, 1995 March:56-62

[5]张甫仁,杨昭,郁文红.室内环境评价物元模型及可拓评价方法.天津大学学报, Vol.38 No.4 Apr. 2005

[6]蔡文,杨春燕,林伟初.可拓工程方法.北京:科学技术出版社,1997年10月

[7]胡宝清,何娟娟.区间论域上的区间可拓集及其关联函数.广东工业大学学报, Vol.18 No.1 March 2001, 48-5页

作者简介:孙铁,男(汉族),北京人,北京科技大学信息工程学院,教授,主要从事人工智能专家系统领域的研究;张慧,女(汉族),山东人,北京科技大学信息工程学院 110 信箱 邮编:100083,硕士研究生,专业控制理论与控制工程。

Biography:Sun tie, Male, Beijing, University of Science and Technology of Beijing, Professor, Artificial Intelligent and Expert System; Zhanghui, Female, Shandong, University of Science and Technology of Beijing, Master, major in Control Theory and Control Engineering.

(100083 北京 北京科技大学信息工程学院)孙铁 张慧

(University of Science and Technology of Beijing, Information Engineering School, 10008 Sun Tie) Sun Tie Zhang Hui

通讯地址:(100083 北京 北京科技大学信息工程学院 110 信箱)孙铁

(收稿日期:2007.8.13)(修稿日期:2007.10.15)

《P4PLC 技术应用 200 例》

PLC(可编程控制器)广泛地应用在冶金、机械、机器人、石油化工、电力传动、纺织机械、注塑机、包装机械、印刷机械、造纸机械、机床、自来水厂、污水处理、煤矿机械、焊接机械、榨糖机械、制烟机械、工程机械、水泥机械、玻璃机械、食品机械、灌装机械、橡胶机械、船舶、铁路、窑炉、车辆、智能建筑、电梯控制、中央空调控制、大型医疗机械、起重卷扬机械、大坝闸门、大型泵站……

各行各业机械工程师,电气设备工程师,高级技工都需要具备 PLC 的知识,才能做好本职工作。本书汇集 200 多个硬 PLC 和软 PLC 在各行业的应用实例,PLC 故障诊断实例,PLC 抗干扰措施,PLC 使用经验、PLC 技术发展,均在本书之中论述。

本书适合大专院校机械类、电气类、电力类、自动控制和自动化专业的本科、研究生做毕业设计参考,同时适合老师进行教学、搞科研项目参考。本书是上述各行业的工程技术人员,技术工人的必备参考书,同时也是工厂和科研单位的技术领导,设备采购负责人的参考书。凡具备高中以上文化水平的人均可成为读者。

200 多个西门子、三菱、美国通用电气、施耐德、欧姆龙、罗克韦尔、松下电器、和泉……等 PLC 应用实例,任您选读。一技之长,改变人生。

大 16 开,每册定价 110 元(含邮费)。预购者请将书款及邮费通过邮局汇款至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室

微计算机信息 编辑部 邮编:100081

电话:010-62132436

010-62192616(T/F)

http://www.autocontrol.com.cn

http://www.autocontrol.cn

E-mail:editor@autocontrol.com.cn;

E-mail:control-2@163.com