

Visual C++ 调用 MATLAB 的方法 及其在精确故障定位综合软件中的应用

龚庆武, 廖文瑶, 吴夙

(武汉水利电力大学电气与信息工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 介绍了 MATLAB engine 的用途、主要库函数及 VC 调用 MATLAB engine 的详细步骤。利用这项技术, 精确故障定位综合软件实现了以 VC 编写主界面, 调用 MATLAB 完成故障分析和波形显示的功能, 从而缩短了程序开发周期, 减少程序员的工作量。文章最后还简单介绍了软件其它功能。

关键词: Visual C++ ; MATLAB engine ; 精确故障定位

中图分类号: TP206+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2001)02-0036-03

1 引言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司自 80 年代中期推出的数学软件, 它在矩阵运算、二维和三维图形的绘制、数值拟合等方面均有极强的功能, 已被广泛运用于数字信号处理、电力系统仿真等各个领域。MATLAB 的突出特点是简洁, 它利用其丰富的函数资源, 给用户带来最直观、最简洁的程序开发环境^[1]。

Visual C++ 是 Microsoft 公司推出的可视化编程环境, 它是目前综合性最高、最强大、也是最复杂的软件开发工具之一, 应用极为广泛^[2]。

精确故障定位综合软件是为多端信号输电线路故障精确定位系统所设计, 它实现的主要功能为:

- (1) GPS 同步循环采样。
- (2) 嵌入超级终端应用程序, 通过 MODEM 实现输电线路两端采样信号的传输。
- (3) 分析故障数据, 判断故障相别, 精确定位故障点位置。
- (4) 根据采样数据绘制故障电压、电流波形以及各相电压、电流的频谱图。

本软件的主界面是采用 VC 编写, 而分析计算故障点位置及波形显示等功能由 MATLAB 实现。为何要这样做呢? 我们知道, VC 的图形界面编程能力强, 菜单、工具条、快捷方式等实现起来很简单, 并且生成的应用程序可脱离 VC 编译环境独立运行, 但要完成数学计算功能如傅立叶变换等就需用户自己编写函数, 繁琐不便。而 MATLAB 有丰富的函数资源供用户直接调用, 且其绘图功能强大, 较之 VC 其语言更为简洁明了, 并且生成的图形可轻松实现多种功能, 诸如图形添加文字说明、缩放、旋转、坐标

轴标注、曲线说明等等, 这些若由 VC 来实现将极为复杂。MATLAB 也有不足, 比如它不能脱离其编译环境运行, 其次是它虽有界面编写功能, 但对于一个综合性的软件来说其界面尚嫌简单粗糙, 也不及 VC 编写直接快捷。综上所述, 可各取 VC 与 MATLAB 所长, 而这就涉及到如何在 VC 中调用 MATLAB 的问题。

2 关于 MATLAB Engine

2.1 MATLAB engine 简介

MATLAB engine 是其它编程语言如 C、Fortran 与 MATLAB 的应用程序接口, 我们可以从自己的程序中调用它来完成计算等功能。比如, 若要在自己的程序中完成矩阵计算、求逆、LU 分解或是进行傅立叶变换时, 利用 C 语言等编程可能很复杂, 而 MATLAB 是以矩阵和向量为基本数据单位, 且有丰富的库函数, 调用 MATLAB engine 来完成这些功能会很容易。再比如说, 要编制一个雷达信号分析综合软件, 可用 VC 作前台界面, 而将分析计算等功能放在后台的 MATLAB 中完成, 这样可缩短程序开发周期。

MATLAB engine 可作为程序中一个独立的过程在后台运行, 这种特性有如下优点:

- 在 UNIX 上, MATLAB engine 可运行在我们自己的计算机(本地机)上, 也可运行在工作站内任意一台机上, 即便二者机型不同。故而, 我们可实现用户与工作站的接口后, 在工作站内速度较快的计算机上实现运算功能。

- 在调用 MATLAB engine 时, 我们的程序只需与较小的 engine 库连接, 而不必与整个 MATLAB 相连, 从而节省内存空间。

2.2 MATLAB engine 库函数

MATLAB engine 库中主要函数有 engOpen, eng

Close, engEvalString, engGetArray, engPutArray 等, 这些函数可实现诸如启动、退出 MATLAB engine、执行 MATLAB 命令等等功能, 其详细说明及用法可见 MATLAB 的帮助文件 Help Desk 下 Application Program Interface, 具体例子可参考 Matlab\extern\examples 下 engwindemo.c(windows), 这里就不一一说明。

3 软件编写详细步骤

本软件编制的环境如下:

pwin98, VC++ 6.0, MATLAB5.3, 假设 VC 与 MATLAB 均在 C 盘下。

(1) 生成几个连接库文件

VC++ 要成功调用 MATLAB engine, 还需要有库文件的支持, 故而先要创建几个连接库文件。

目录 c:\Matlab\extern\include 下有如下函数定义文件: libeng.def libmx.def libmat.def, 进入此目录, 在 DOS 下, 用 lib 行命令生成相应的导入库文件:

```
c:\>cd\matlab\extern\include\
c:\MATLAB\extern\include>lib/def:
libeng.def /out:libeng.lib
c:\MATLAB\extern\include>lib/def:lib
mat.def /out:libmat.lib
c:\MATLAB\extern\include>lib/def:lib
mx.def /out:libmx.lib
```

然后, 把生成的这三个库文件加入 VC++ 的项目连接选项即

Project -> Settings -> Link

Category: Input

Object/library modules 中。

(2) 编写后台执行的 .mat 文件

在 MATLAB 编译环境下, 编写实现软件各功能的函数文件^[1]。例如, 本软件中有电压波形分析功能, 可直观显示绘电压波形, 其函数文件从采样程序自动生成的故障数据文件中读取数据至矩阵 C, abc 三相各采样点电压值分别对应于矩阵 C 的第二、三、四列值(这与本软件采样数据的格式有关), 以电压为纵坐标, 时间 t(采样 6 个周波 960 个点, 采样频率 8k)为横坐标, 于是用 plot 语句即可作出电压波形。程序流程图如图 1。m 侧 abc 三相电压波形图见图 2。

(3) 生成 VC 主界面

VC++ 有强大的可视化编程能力, 可很容易地创建适合于本软件的菜单、工具条和快捷方式, 并设

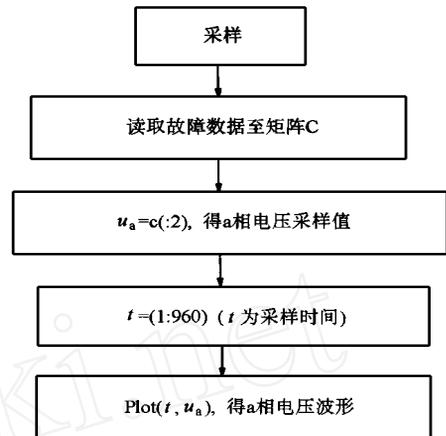


图 1 程序流程图

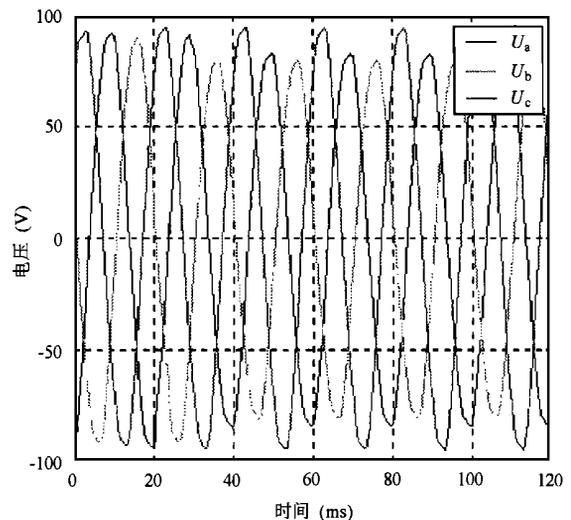


图 2

计一表示输电线路的新图标。

(4) 将(2)中生成的 .M 文件加入 VC 工程中调用 MATLAB engine, 将(2)中生成的 .M 文件加入 VC 工程中, 以实现后台调用 MATLAB 完成计算及波形分析功能。

首先, 在调用 engine 的文件开头加入: #include "engine.h".

其次, 启动 MATLAB engine, 代码如下:

```
Engine *ep;
if (! (ep = engOpen(NULL)))
{
    MessageBox("Can't start MATLAB engine",
    NULL, MB-OK);
    Return 0;
}
即创建一指向 Engine 的指针 ep, engOpen 实质
```

即创建一指向 Engine 的指针 ep, engOpen 实质

上打开了一个通往 MATLAB 的 ActiveX 通道, ActiveX 是一种开放式的标准, ActiveX Automation 是允许一个应用程序(控制端)去控制另一个应用程序(服务端)的协议。若启动出错则 `ep` 返回值为 0。

接下来, 对应于菜单: 波形分析 - > 电压波形, 只需在对应的代码段中加入:

```
engEvalString(ep, 'vv')
```

其中, 函数 `engEvalString(Engine *ep, const char *string)` 中, `string` 是命令字符串, 凡可在 MATLAB 命令窗口中执行的命令均可用上述函数执行, 举例说明, 绘 0~2 的正弦曲线, 可用如下命令:

```
engEvalString(ep, 'x = 0:0.01:2 * pi ; y = sin(x) ;  
plot(x,y) ;');
```

而 `vv` 是在第(2)步中编制的绘电压图的函数文件, 它可在 M 命令窗口执行, 故可实现显示电压波形的功能。

其它如电流图、频谱图、故障分析功能的实现也与上述类似。

调用完毕后, 加入语句: `engClose(ep)` 退出 `engine`。

(5) 设置其它编译项

其它相关设置还包括:

- 在 DOS 命令下运行 `MATLAB / regserver`, 此命令是在 win98 的注册簿中登录关于 MATLAB 的 ActiveX 项

- 在 VC++ 编译环境下

Project - > C/C++ - > Preprocessor - > Preprocessor definitions 中

添加: `MATLAB.MEX.FILE`

Tools - > Options - > Directories

Include files 中

添加: `c:\matlab\extern\include`

Library files 中

添加: `c:\matlab\extern\include`

这是将 VC 编译中需要的 MATLAB 的几个函数定义文件及其连接库文件包括进来。

4 软件主要功能

本软件主要实现了采样、通讯、计算、波形分析、帮助等功能, 现简要分述如下:

· 采样:

由于本系统需在与输电线路相关的多端母线处采集电流、电压信号, 并且这些信号必须是同时同步

采集到的, 故而采用了基于 GPS 的同步采样, GPS 的特点是可为全球各地随时提供一个高精度的时钟, 并能保证各地间的时间误差在 $1\mu\text{s}$ 以内, 这样就保证了各端信号的同步^[3]。

采样程序可完成下述功能: 1) 由 GPS 同步的高精度采样; 2) 自动判别电力系统是否发生故障; 3) 数字量输入输出; 4) 自动判别电力系统故障是否切除; 5) 自动保存电力系统故障时的电流、电压和时间; 6) 当电力系统故障切除后, 自动发信号, 呼唤值班员; 7) 自动修正采样误差; 8) 设置了看门狗(Watchdog), 具有死机后自复位功能; 9) 设置了电流、电压越限监视模块, 当电流、电压数据越限达到一定的值, 能将同步采样卡复位, 使之恢复正常。

采样程序是预先用 C 语言编制的, 将其在 VC 环境下生成可执行文件再调用 SDK 函数 `CreatProcess` 嵌入 VC 运行。

· 通讯

建立超级终端连接, 使用调制解调器(Modem)通过通信通道, 实现双端通讯, 一端可向对端传输数据文件, 从而达到利用采集到的双端电压、电流信号实现故障线路精确定位的目的。

因 Windows 附件中的超级终端应用程序亦为可执行文件, 故也可调用 SDK 函数 `CreatProcess` 将其嵌入 VC, 运行时新建一连接, 手动拨号即可实现信号传输与交换。

· 计算

利用双端信号实现故障分析, 判断故障相别, 计算故障点精确位置。

· 波形

显示故障波形即电压图, 电流图及频谱图, 用户可获得直观感受。

· 帮助

为方便用户的使用, 本软件还编写了帮助文件, 用户可通过目录和索引方便地查询软件运行环境、软件功能及各菜单项使用方法及用途等。

· 启动封面

很多大型应用程序都有启动封面, 如 Word、VC 等软件。启动封面可显示应用程序的名称和版权等提示画面, 同时还可避免由于应用程序启动前进行大量数据初始化时用户较长时间的等待, 给应用程序增添了许多动态特性和专业规范。基于此原因, 本软件制作了启动封面, 使程序更完整、更具规范性。

(下转第 44 页)

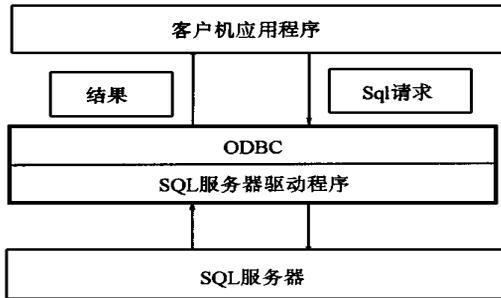


图5

3 网络拓扑

使用心得:

在本套程序投入运行之后,各种文档记录全面、查找方便,大大减少了工作人员的工作量。尤其是缺陷通知单的运用使得故障处理更为快捷,根治了以前工作拖拖拉拉的状况。另外,本 NT 网络的搭建,填补了调度所计算机资源不能共享的空白。

收稿日期: 2000-07-26

作者简介: 张勇(1973-),男,本科,主要从事自动化系统的维护工作; 刘星(1972-),男,本科,工程师,主要从事高压及超高压线路继电保护工作。

Tentative idea and implementation of paper - free office

ZHANG Yong¹, LIU Xing²

(1. Zhuhai Electric Power Bureau, Zhuhai 519000, China; 2. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: Maintenance on dispatching automation is important but also is filled with a lot of trivial details. A tentative idea and implementation of paper - free office is presented in this paper.

Keywords: Automation on dispatching; maintenance; paper - free

(上接第 38 页)

5 结束语

本软件实现了多端信号精确定位故障系统的功能。采用 VC 编制界面使得人机界面友好,操作简单方便,一目了然。而计算及绘图功能 MATLAB 由 MATLAB 后台运行,用户只需按照提示操作比如在弹出的对话框中选择数据文件名即可看到需要的波形或故障分析结果。当然,本软件还有待进一步改进和完善。

参考文献:

[1] 张宜华.精通 MATLAB 5.北京:清华大学出版社,1998.

[2] Kate Gregory. Visual C++ 5 开发使用手册.北京:机械工业出版社,1998.

[3] Qingwu Gong, Yunping Chen, Chengxue Zhang, Zhimei Wang. A Study of the Accurate Fault Location System for Transmission Line Using Multi Terminal Signals. Proceedings of IEEE PES Winter Meeting 2000.

收稿日期: 2000-09-13; 改回日期: 2000-10-17

作者简介: 龚庆武(1967-),男,副教授,主要从事电力系统继电保护和自动化方面的研究; 廖文瑶(1977-),女,硕士研究生,主要从事电力系统继电保护和自动化方面的研究; 吴夙(1971-),男,硕士研究生,主要从事电力系统继电保护和自动化方面的研究。

Method of visual C++ calling MATLAB and its application in integrate program for accurate fault location system

GONG Qing-wu, LIAO Wen-yao, WU Su

(Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, Wuhan 430072, China)

Abstract: The definition of MATLAB engine, main functions contained in the engine library and the explicit steps of how Visual C++ calling MATLAB are presented. By using this technique, the interface can be programmed by VC and MATLAB is called to complete fault analysis and show wave, therefore, programming period is shortened and the work of the programmer reduced. Other functions of this program are introduced at the end of the paper.

Keywords: Visual C++; MATLAB engine; accurate fault location