

VC++与MATLAB混合编程研究及开发实例*

王周益^{1,2}, 刘继兴², 柳长安¹

(1. 华北电力大学(北京) 计算机科学与技术学院, 北京 102206; 2. 中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳 518057)

摘 要: 在介绍了两种VC++与MATLAB混合编程接口环境配置方法的基础上, 结合一个双臂机器人左臂运动控制仿真实例, 详细描述了各个编程接口的实现过程, 并对两种接口方法进行了比较。

关键词: VC++; MATLAB; Matcom; 混合编程; 接口

中图法分类号: TP311 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)05-0154-02

Research and Developing Instance of Combination Programming for MATLAB and VC++

WANG Zhou-yi¹, LIU Ji-xing², LIU Chang-an¹

(1. College of Computer Science & Technology, North China Electric Power University, Beijing 102206, China; 2. ZTE Corporation, Shenzhen Guangdong 518057, China)

Abstract: After the introduction of two methods of the interface environment configuration of the VC++ and MATLAB, the authors describe in detail the implementation process of them with a simulation instance of a two-arms robot manipulating its left arm, lastly the comparison of the two method is presented.

Key words: VC++; MATLAB; Matcom; Hybrid Programming; Interface

MATLAB是美国MathWorks公司于20世纪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、图像处理、系统识别等各个领域,具有极好的可读性和可移植性。MATLAB的突出特点是简洁,它利用丰富的函数资源,给用户带来最直观、最简洁的程序开发环境,但MATLAB也存在着交互性差,不能独立于MATLAB的运行环境等缺点。VC++是微软公司开发的一个功能强大的开发平台,它与其他开发工具相结合已经形成一个无所不包的开发工具套件。

Matcom是MathTools公司推出的世界上第一个由MATLAB到C++的编译开发软件平台,提供对MATLAB程序文件(M文件)的解释执行和开发环境支持。它可将MATLAB的源代码译成同等功能的C++源代码,既保持了MATLAB的优良算法,又保持了C++的高执行效率。

将MATLAB与VC++结合起来,充分发挥它们各自的优点,就可以建立一个开放式的、编程效率极高的开发环境。由于这两种方法的混合编程完全脱离MATLAB运行环境,所以程序执行的速度和效率均得到大幅度提高。

1 MATLAB编译器与VC++接口配置

在MATLAB环境中将MATLAB函数编译成可以脱离MATLAB环境使用的动态链接库,在VC环境中编写应用程序界面并加载调用动态链接库,实现两者之间的无缝连接。该种

方法的配置步骤(注:笔者所用开发软件的版本及安装路径分别为VC++ 6.0 → D:\Program Files\Microsoft Visual Studio, MATLAB 6.5 → E:\MATLAB6P5, MATCOM 4.50 → D:\matcom45)如下:

(1) 在MATLAB的Command Window中运行Mex-setup命令选择其中的Microsoft Visual C/C++ version 6.0 in D:\Program Files\Microsoft Visual Studio编译器。

(2) 在MATLAB的Command Window中运行Mbuild-setup命令,设置选项同上。

(3) 选择VC++ 6.0编译器下工具 → 选择 → 目录 → Include files添加E:\MATLAB6P5\EXTERN\INCLUDE路径,在Library files下添加E:\MATLAB6P5\EXTERN\LIB\WIN32\MICROSOFT\MSVC60路径。

(4) 选择VC++ 6.0编译器下工程 → Project Settings → C/C++ → General → 预处理程序定义中添加MSVC, MSWIND, IBMPC。在工程 → Project Settings → Link → General → 对象/库模块中添加libmx.lib libmat.lib libmatlb.lib libmmfile.lib。

(5) 将工程 → Project Settings → C/C++ → Code Generation → Use run-time library下拉列表框选项改为Multithreaded DLL。

2 Matcom编译器与VC++接口配置

利用Matcom可以非常方便地将M文件直接翻译成同等功能的C, C++代码,而不需要利用烦琐的命令行方式在MATLAB环境下将M文件编译成动态链接库文件(DLL文件)。这种方式的接口配置步骤如下:

(1) 在工程 → 添加工程 → Files中添加v4500v.lib,该文件路径为D:\matcom45\lib\v4500v.lib。

- (2) 在工程 → Project Settings → C/C ++ → Preprocessor → 附加包含路径中添加 D: \matcom45。
- (3) 在工具 → 选择 → 目录 → Include files 添加 D: \MATCOM45 \LIB 路径。

3 仿真平台程序结构及功能简介

通过仿真实验来研究机器人的各种性能和特点,是目前国内外机器人研究的普遍方法,同时仿真结果也为机器人技术在实际中的应用提供了有效的参考依据。仿真系统利用计算机的计算功能和可视化手段模拟机器人的动态特性,有助于研究人员理解机器人的工作空间的形态及性能参数,揭示机器人的运动学、动力学及有效的控制算法,从而解决机器人在运行过程中的问题,避免直接操作实体可能造成的事故和不必要的损失^[1]。

本项目利用操作机械手臂的实例来说明VC ++ 与 MATLAB 混合编程在该类科研中的应用。程序结构框架如图 1 所示。

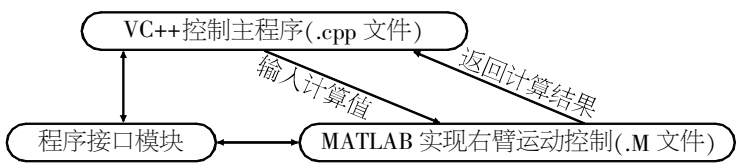


图 1 双臂机器人仿真运动控制程序框架

4 实现一: 利用 MATLAB 编译器

完成 MATLAB 与 VC ++ 接口环境配置后,就可以按照以下步骤实现对机器人左臂进行控制操作。

(1) 在 MATLAB 环境下编写左臂控制函数,假定该 M 文件为 increase. m,作用是使机器人左小臂绕 y 轴逆时针旋转。程序如下:

```
function y = increase( t)
    y = t + 1. 0;
    return y;
```

(2) 利用 mcc -t -W lib: increaseDLL -T link: lib increase libmmfile. mlib 编译命令将 increase. m 文件编译成 C 代码。将生成后的 increaseDLL. dll, increaseDLL. h, increaseDLL. lib 文件拷贝到 VC ++ 6. 0 所在的工程目录下。

(3) 对 increaseDLL. h 进行一些修改,在 #ifdef __cplusplus 与 #endif 之间加入 'extern " C" { ',在 #ifdef __cplusplus 与 #endif 之间加入 '}'。

(4) 在 VC ++ 6. 0 工程中引入头文件: #include " increaseDLL. h"。

(5) 在工程 → 添加工程 → Files 中添加 increaseDLL. h 和 increaseDLL. cpp。

(6) 在工程 → Project Settings → Link → General → 对象/库模块中添加 increaseDLL. lib。

(7) 在构造函数中加入 increaseDLLInitialize(); 初始化由 M 文件编译过来的动态链接库。在析构函数中加入 increaseDLLTerminate(); 释放系统资源。

(8) 左臂控制函数如下:

```
void CTwoHandsRobotView: : OnRight_Arm_Motion_Planning_1 ( )
{
    double a[ 1] ;
```

```
a[ 0] = frightaxis21; /* 取 VC 输入参数,放到数组中* /
mxAArray * A = mlfDoubleMatrix( 1, 1, a, NULL) ;
/* 定义变量并赋值* /
mxAArray * B = mlfIncrease( A) ;
/* 调用 MATLAB 函数计算,并将结果保存到数组矩阵 B* /
double * mt = mxGetPr( B) ; /* 获得数组指针的实部* /
frightaxis21 = mt[ 0] ;
/* 将结果赋给 VC 全局变量 frightaxis21* /
mxDestroyArray( A) ;
mxDestroyArray( B) ; /* 销毁变量,回收空间* /
PostMessage( WM_PAINT) ;
}
```

5 实现二: 利用 MATCOM 编译器

完成 MATCOM 与 VC ++ 接口环境配置后,同样可以按照下列步骤实现对机器人左臂同样的控制操作。

(1) 将 increase. m 文件放到 d: \matcom45 \samples \目录下,运行 MathTools 4. 50,在 File 菜单下选择 Compile to dll,编译后的文件在 d: \matcom45 \samples \Debug 目录里,从生成的 14 个文件中选择 increase. c, increase. cpp, increase. h, increase. dll, increase. lib 拷贝到 VC ++ 所在的工程目录下。

(2) 在 VC ++ 6. 0 工程中引入头文件: #include " increase. h"。

(3) 在工程 → 添加工程 → Files 中添加 increase. h 和 increase. cpp。

(4) 在构造函数中加入 initM(MATCOM_VERSION) ; 初始化 Matcom 库,在析构函数中加入 exitM(); 结束调用 Matcom 函数或过程。

(5) 当外部条件都准备好后,就可以在 VC ++ 6. 0 下直接用 Matcom 语句调用生成的 MATLAB 函数了。下面是与实现一同等功能的左臂控制函数:

```
void CTwoHandsRobotView: : OnRight_Arm_Motion_Planning_2 ( )
{
    double a_mn[ 1] ;
    a_mn[ 0] = frightaxis21; /* 取 VC 输入参数,放到数组中* /
    Mm mn; /* 使用矩阵类 Mm 创建矩阵* /
    M_VECTOR( mn, a_mn) ;
    /* 把 double 型转换成 Matcom 特有的 Mm 型所用的宏* /
    dMm( m_sn) ; /* 创建并命名矩阵* /
    m_sn = increase( mn) ; /* 调用 Matcom 编译过的函数* /
    frightaxis21 = m_sn. r( 1, 1) ;
    /* 取出计算结果并赋给 VC 全局变量* /
    PostMessage( WM_PAINT) ;
}
```

6 仿真结果

双臂机器人原始的状态如图 2 所示,对其左臂实施控制操作后,其状态如图 3 所示。基于该仿真平台可以实现更加复杂的运动控制,以验证机器人在外太空自由漂浮状态下的各种动力学运动控制算法,即该平台具有可扩展性。本项目完成的最终仿真目标如下:机器人在外太空已经双臂抓住目标物,在给目标物体施加一初速度的情形下,推导出机器人手臂各个关节(本系统每个机械臂有三个关节)的转动情形和机器人本体(基座)中心点的移动状况;将在 MATLAB 环境下编程实现的动力运动学算法移植到本仿真平台即可验证该算法的正确性与否。

(下转第 171 页)

(2) 消息处理模块。每当接收到新的数据流时, JabberStream 将输入流内容传入 XMLParser, XMLParser 负责将输入流中的 JabberBlock 识别出来传给 DataBlockDispatcher, DataBlockDispatcher 针对所接收到的 JabberBlock 类型采取不同的操作, 如将接收到的 Message 信息反映到用户界面上, 或者更新本地用户列表的 Presence 信息等。

当用户在操作界面上执行发送消息, 改变自身的 Presence 状态等操作时, 产生的信息被传入 XMLMessageGenerator, 它负责将信息封装在符合 Jabber 协议规范的 XML 流中, 然后将流交给发送模块 Sender, 发送到无线网络中。

(3) 用户界面、命令及其他相关模块。用户界面为用户提供输入将要发送的消息和接收方用户名的输入栏, 并将在本地利用 J2ME 的 RecordStore 维护一个联系人列表, 同时将双方进行文本对话的内容显示在会话窗口之内。用户可以通过 Menu 中的命令执行一系列操作。

(4) 客户端使用图示。Jabber 系统中, 用户名的形式与 E-mail 相同, 如 xxx@ xxx. xxx。服务器通过地址后缀查找用户所在的网络, 并将消息转发到用户所属的服务器, 由该服务器查找用户所在, 并选择合适的方式与用户通信, 运行状态如图 3 所示。

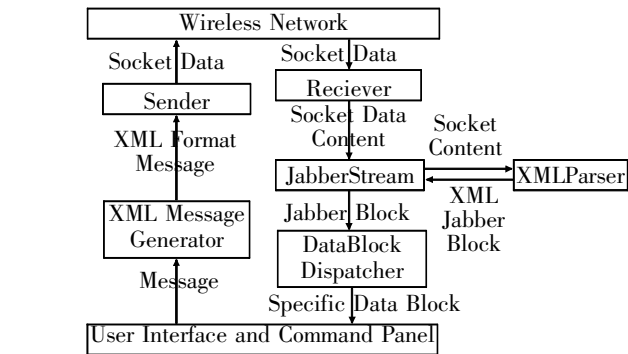


图 2 Jabber 系统 J2ME 客户端模块结构划分



图 3 模拟器运行图

4.3 程序扩展性

由于 Jabber/XMPP 是一种开放的并且高度可扩展的即时

通信协议, 所以该系统可以在不影响原有功能的情况下增加新的扩展功能, 如文件传输、语音、视频流的播放等。并且由于 J2ME 体系结构所具有的跨平台特性, 该系统可以使用在不同厂商的移动通信产品上, 而无须例进行修改。所以整个系统无论在软件方面还是硬件方面都具有良好的可扩展性。

5 结论

本文利用 J2ME 技术, 在移动嵌入式设备上开发了基于 Jabber/XMPP 的即时通信应用。在 MIDP 框架内, 各个模块结构清晰、功能明确, 并具有很强的扩展性, 可为用户提供真正的随时在线服务。

随着移动嵌入式设备硬件的发展, 设备处理能力会增强, 该系统也可以随之扩展, 提供更加丰富的服务。

参考文献:

[1] 美] Iain Shigeoka. Instant Messaging in Java[M] . Manning Publications.
[2] [美] Michael Juntao Yuan. Enterprise J2ME Developing Mobile Java Application[M] . 北京: 清华大学出版社.
[3] Yanna Vogiazou. Wireless Presence and Instant Messaging Knowledge Media Institute the Open University[R] . JISC Report.
[4] Jerry Gao, Mansi Modak, Satyavathi Domadula, et al. Mobile Jabber IM: A Wireless-based Text Chatting System San Jose State University [C] . Proceedings of the IEEE International Conference on E-Commerce Technology.
[5] A J H Peddemors, et al. Presence, Location and Instant Messaging in a Context-aware Application Framework[C] . Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Data Management.

作者简介:

张弛(1981-) 男, 陕西西安人, 硕士研究生, 主要研究方向为 P2P 技术、移动切换、软件测试技术; 陈建明, 男, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为系统仿真、软件测试技术; 刘敏, 女, 博士研究生, 主要研究方向为网络测量和移动切换; 赵秋霞, 女, 硕士研究生, 主要研究方向为移动 IPv6 技术、无线计算机网络。

(上接第 155 页)

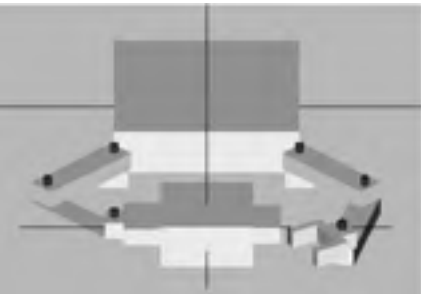


图 2 实施运动控制前

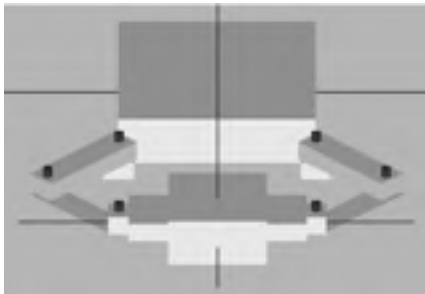


图 3 实施运动控制后

7 小结

本文介绍了 MATLAB 与 VC++ 两种混合编程方法, 并用实例来演示了如何在脱离 MATLAB 运行环境的情况下, 实现对 MATLAB 函数和过程的调用。利用 MATLAB 编译器将 M 文件翻译成动态链接库这种方法连接不仅接口环境配置烦琐, 而且需要对编译过来的函数(或过程) 进行比较大的修改, 以开发这个项目的经验来说, 编译调试时很容易出错, 需要做很多重复性的工作。而用 Matcom 编译器时, 就不存在以上问题。最重要的是使用后一种方法程序运行速度更快, 因为它可以将

Matcom 翻译成 C++ /C 代码与 VC++ 开发环境完全融合, 而前一种方法需要调用动态链接库。这种运行效率上的优势在进行复杂计算时显得尤为明显。

参考文献:

[1] 陈哲, 吉熙章. 机器人技术基础[M] . 北京: 机械工业出版社, 1997.
[2] 刘志俭. MATLAB 应用程序接口用户指南[M] . 北京: 科学出版社, 2000.
[3] 黄维通, 关继来. 边学边用 Visual C++ 编程[M] . 北京: 清华大学出版社, 2001.
[4] 张培强. MATLAB 语言[M] . 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1995.
[5] 何清华, 胡建华, 黄志雄, 等. 如何用 Visual C++ 和 MATLAB 联合开发软件[J] . 微机发展, 2002, (4) : 13-15.
[6] 林岚, 周云波. Matcom: MATLAB 与 C++ 结合的有效途径[J] . 微处理机, 1999, (2) : 50-52.

作者简介:

王周益(1980-) , 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 主要研究方向为计算机网络、Web 技术; 刘继兴(1973-) , 男, 湖南人, 主任工程师, 硕士, 主要研究方向为移动增值业务、接入技术; 柳长安, 男, 黑龙江人, 副教授, 博士, 主要研究方向为人工智能、机器人技术。