

MATLAB

实例精品系列丛书

MATLAB 7.x

深入浅出

混合编程

董维国 编著

开发 C++、FORTRAN 语言的 MEX 文件

在 MATLAB 中使用动态连接库文件

在 C/C++ 语言中调用 MATLAB 引擎

在 C/C++ 程序中使用 mcc 编译的库函数

在 C++ 程序中使用 COM 组件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 实例精品系列丛书

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程

董维国 编著



机械工业出版社

本书介绍了 MATLAB 7.x 版本与其他语言混合编程的方法。内容包括在 MATLAB 中以文件方式导入、导出数据；在 Windows 和 Linux 开发 C/C++ 语言的 MEX 文件；在 Windows 和 Linux 开发 FORTRAN 语言 MEX 文件；在 MATLAB 中使用动态连接库文件；在 C/C++ 语言中调用 MATLAB 引擎；使用 MATLAB 编译器，以及如何在 C/C++ 程序中使用 mcc 编译的库函数；在 C++ 程序中使用 MATLAB 的 COM 编译器产生的 COM 组件等。

本书可以作为高等院校各工程专业的教学参考书，也可作为广大科技工作者的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程/董维国编著. -北京: 机械工业出版社, 2005. 10

(MATLAB 实例精品系列丛书)

ISBN 7-111-17612-X

I. 深… II. 董… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB 7.x-程序设计
IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 122372 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱英彪 责任编辑: 马子杰 版式设计: 李永梅
保定市印刷厂印刷

2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·19.5 印张·479 千字

0001-5000 册

定价: 28.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

作者自序

“工欲善其事，必先利其器”——《论语》

MATLAB 是美国 MathWorks 公司研制开发的软件产品，它是当今世界上使用最为广泛的科学计算软件之一。MATLAB 具有强大、丰富的内置函数，以及高度灵活的可编程性，所以特别适合数据处理以及结果的图形化显示。另外，MATLAB 包含多种根据应用领域划分的工具箱，这些工具箱极大地扩展了 MATLAB 在这些领域的实用功能，其中应用最为广泛的工具箱包括数字信号处理、图像处理等。现在，无论是在学术界还是在工业界，MATLAB 逐渐成为大多数科研人员的首选计算语言，而 MATLAB 本身也逐渐成为一种工业界通用的计算语言。一些工业产品的研究与开发已开始完全使用 MATLAB，比如日本丰田汽车公司的引擎控制单元（ECU）系统的研发等。在 MathWorks 公司的网站上可以看到更多关于 MATLAB 的工业应用的实例。

尽管 MATLAB 在科学研究以及工业技术开发方面有着极为广泛的应用，但这并不意味着在解决实际问题时，MATLAB 总是无往不利。事实上，在某些情况下，完全使用 MATLAB 作为开发工具虽然能够完成任务，但它并不是最佳手段。这里“最佳”的意义包括高效的程序开发过程、高效的程序执行速度，以及简单易行的程序部署方法等。

幸运的是，MATLAB 提供了灵活而又强大的接口技术，使用者可以在 MATLAB 程序里调用其他语言编写的功能，比如可以把一些繁重的计算模块以 C/C++ 或者 FORTRAN 编写，然后利用 MEX 接口在 MATLAB 调用这些模块，从而提高整个程序的执行效率。另外也可以利用其他语言如 C/C++ 和操作系统的密切联系，使得 MATLAB 能够调用操作系统提供的一些功能或者实现与硬件系统之间的通信，从而扩展 MATLAB 程序的功能。

MATLAB 的另外一种接口则是如何在其他编程语言中调用 MATLAB 的数值计算和图形功能，从而加强应用程序的功能。这种应用在工业界的使用比较广泛。MATLAB 提供 C/C++ 编译器，可以方便地把 M 方程编译连接成可以在其他编程语言或者应用程序中使用的库函数。

总之，MATLAB 的接口技术可以让使用者不只是局限于一种计算工具，这些接口技术使得人们可以更好地利用手中的工具，结合多个工具的长处，更好地解决实际问题。如果使用者能够灵活、正确地使用各种接口技术，将会有助于他们找到针对实际问题的优秀的解决方案。

但是现在市场上综合介绍 MATLAB 接口技术的专业书籍并不多。MATLAB 的帮助文件非常详细，但它们只能作为使用参考，并不适合初学者学习使用。虽然 Internet 上零星流传一些教程类的信息，但大多数只是针对早期版本的 MATLAB，而且有些信息并不准确，这给初学者带来迷惑，可能让他们白白浪费时间和精力。另外，新版的 MATLAB 不但加强了它的接口技术，同时在使用方面也有了一些变化。所以市场上急需一本能够全面详细地

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程

阐述最新 MATLAB 接口技术及其使用的参考书。本书将以实际应用为主要目的，以简明、准确的原理阐述，再辅以多种具实际使用意义的实例，给读者展现各种接口技术的使用方法。

写书的想法缘自 Simwe 论坛发起的编写 MATLAB 系列丛书的活动。后来该活动因故搁浅，不过一来我本人对相关主题有浓厚的兴趣，在科研实践中积累了一些经验；二来承蒙编辑朱英彪先生的支持。这两个因素促使我决定接受挑战，编写这本有关 MATLAB 接口编程的参考书。

在结构方面，本书基本上分为两个部分，第一部分讲述如何在 MATLAB 里调用其他编程语言；第二部分讲述如何从其他编程语言调用 MATLAB。在每个部分，将以具体的编程语言作为不同章节。而在每个章节的安排上，将首先讲述基础知识，以及使用中需要注意的事项包括一些命令和参数的使用说明，然后将辅以多种实例来展现具体应用。

在内容上，本书争取给读者比较全面的信息。内容不仅包括一般的接口技术如 C-MEX, FORTRAN-MEX, MATLAB 计算引擎以及 MATLAB 的编译器等，同时还会涉及许多新技术，比如在 MATLAB 中使用普通 DLL 文件以及 COM 编译器等。全书配有大量浅显易懂的实例以说明一些值得注意或者容易让初学者感到困惑的问题，对有些应用还从 Windows 和 Linux 等操作平台分别进行讨论。这种内容安排，相信将能够满足广大读者的需求。

董维国

前 言

本书共有 8 章，第 1 章介绍 MATLAB 7.x 版本的新特性，第 2 章~第 8 章分别介绍了在 MATLAB 中调用其他语言，以及从其他语言调用 MATLAB 的相关问题。每章的内容相互独立，阅读时可以根据实际需要，随意调整阅读顺序。

第 1 章简要介绍了 MATLAB 的发展历史以及 MATLAB 扩展接口在实际应用中的优点，还介绍了 MATLAB 7.x 版本在接口技术方面的一些主要更新。

第 2 章介绍如何在 MATLAB 中以文件方式导入、导出数据。主要介绍了 3 种常用的数据文件：文本文件、二进制文件，以及 MAT 文件。本章以实例详细地介绍了各种 MATLAB 文件操作命令。重点讲解了在 MATLAB 7.x 才被引入的新命令 `textscan`，以及内存映射方式的文件读写。另外也以 C++ 面向对象的例子介绍了如何在 C++ 程序中不使用 MATLAB 库函数来读取 MAT 文件中的数据。

第 3 章介绍如何在 Windows 和 Linux 开发 C/C++ 语言的 MEX 文件。本章以实例讲解了如何在 MEX 文件中使用包括 MATLAB 函数句柄在内的各种数据类型。该章也介绍了包括 MinGW gcc 在内的多种编译器的配置，以及如何在 Visual C++ 7.1、Eclipse 3.0.2 和 Editplus 2.12 中以不同的方式开发 MEX 文件。

第 4 章介绍如何在 Windows 和 Linux 开发 FORTRAN 语言的 MEX 文件。本章讲解了如何利用 `gnumex` 在 Windows 上配置使用 MinGW `g77` 编译器，也介绍了如何在 Windows 和 Linux 上配置使用 `g95` 开发 FORTRAN 90/95 语言的 MEX 文件。

第 5 章介绍另外一种在 MATLAB 调用其他语言的方式，那就是在 MATLAB 中使用动态连接库文件。这是在 MATLAB 6.5 中被引入的功能。MATLAB 7.0.4 也支持在 Linux 上调用动态连接库文件。这章以实例介绍了如何调用系统函数替换 MATLAB 的 Figure 窗口的图标，以及如何在 MATLAB 中调用著名文件管理软件 Total Commander 的 WCX 插件。

第 6 章介绍如何在 C/C++ 语言中调用 MATLAB 计算引擎。本章以实例讲解了如何在 Visual C++ 7.1 集成开发环境中开发调用 MATLAB 引擎的 Win32 控制台或者 MFC 图形界面程序。另外，该章也以实例介绍了如何利用 `wxWidgets` 在 Windows 和 Linux 上开发跨平台的调用 MATLAB 引擎的图形界面函数。

第 7 章介绍如何使用 MATLAB 编译器，以及如何在 C/C++ 程序中使用 `mcc` 编译的库函数。该章以大量的实例讲解了如何在命程序、MFC 程序，以及 `wxWidgets` 程序中调用 `mcc` 产生的库文件。本章也介绍了 3 种在 Win32 图形界面程序中嵌入 MATLAB 的 Figure 窗口的技术，其中一种技术是以 `wxWidgets` 实现，所以也适用于 Linux 平台。

第 8 章介绍如何在 C++ 程序中使用 MATLAB 的 COM 编译器产生的 COM 组件。这章以大量的实例讲解了如何在 Win32 控制台以及 MFC 图形界面程序中调用这种 COM 组件。这些例子包括如何在 MFC 程序中使用 MATLAB 产生的 COM 组件中的事件 (Event) 实现 COM 组件和程序之间的交互，以及如何使用 COM 组件中的复数数据等。

书中实例的源程序放于 http://www.cmpbook.com/jk_xz.asp 供读者下载，有问题可发邮件到 zhuyingbiao@126.com 进行交流。

目 录

作者自序

前言

第 1 章 概述	1
1.1 关于 MATLAB 的接口技术.....	1
1.2 MATLAB 7.x 的新特点.....	5
第 2 章 MATLAB 接口技术中的数据交流	7
2.1 数据交流概述	7
2.2 在 MATLAB 7.0 及更新版本中引入的新功能.....	7
2.2.1 在 MATLAB 7.0 中引入的有关数据导入、导出的新功能	7
2.2.2 在 MATLAB 7.0.1 中引入的有关数据导入、导出的新功能	8
2.2.3 在 MATLAB 7.0.4 中引入的有关数据导入、导出的新功能	8
2.3 文本文件	9
2.3.1 高级命令	9
2.3.2 低级命令	23
2.4 二进制文件	33
2.4.1 二进制文件的打开	34
2.4.2 二进制文件的读写	35
2.4.3 文件读写位置控制	40
2.4.4 二进制文件的关闭	41
2.5 MAT 文件	42
2.5.1 在 MATLAB 中读写 MAT 文件	42
2.5.2 在普通的 C++ 程序中读写 MAT 文件	43
2.6 以内存映射 (Memory-mapping) 的方式读写文件	64
2.6.1 功能概述	64
2.6.2 内存映射方法的使用	66
2.7 本章小结	69
第 3 章 MATLAB 调用 C/C++	71
3.1 MEX 技术概述	71
3.2 工作环境的设置	72
3.2.1 系统要求	72

3.2.2	使用 Visual C++.....	74
3.2.3	在 Windows 平台使用 gcc.....	75
3.2.4	Linux 上使用 gcc 编译 MEX 文件.....	77
3.3	MEX 文件的编译以及 mex 命令的使用.....	78
3.3.1	mex 命令的使用.....	78
3.3.2	Windows 平台上 mex 配置文件的使用.....	80
3.3.3	UNIX 上 mex 配置文件的使用.....	80
3.4	C-MEX 详解.....	81
3.4.1	C-MEX 文件的构造.....	81
3.4.2	内存分配和管理.....	82
3.4.3	C 语言 MEX 文件使用范例.....	84
3.4.4	C++语言 MEX 文件.....	92
3.5	在 MATLAB 环境之外编译 MEX 文件.....	95
3.5.1	在 Visual Studio .Net 2003 集成开发环境中编译 MEX.....	95
3.5.2	在 Windows 上用 EditPlus 编辑、编译 MEX 文件.....	97
3.5.3	在 Windows 和 UNIX 平台上使用 Makefile 编译 MEX 文件.....	99
3.6	关于 MEX 文件的调试.....	102
3.6.1	使用 mexPrintf 打印调试信息.....	102
3.6.2	使用调试工具.....	103
3.7	Windows 平台系统函数的调用.....	107
3.7.1	把窗口最大化或者设成最前端.....	107
3.7.2	在 MATLAB 捕捉 F1 等功能键的动作.....	111
3.8	本章小结.....	116
第 4 章	MATLAB 调用 FORTRAN.....	118
4.1	工作环境的设置.....	118
4.1.1	系统要求.....	118
4.1.2	在 Windows 上配置 DIGITAL Visual FORTRAN 编译器.....	119
4.1.3	在 Windows 上配置 g77.....	119
4.1.4	在 Linux 上配置 g77.....	120
4.2	F-MEX 详解.....	121
4.3	使用范例.....	124
4.4	调试 FORTRAN 语言 MEX 文件.....	133
4.4.1	编译调试版本 MEX 文件.....	133
4.4.2	在 Windows 平台调试.....	133
4.4.3	在 UNIX 平台调试.....	134
4.5	使用 FORTRAN 90/95 编写 MEX 文件.....	134
4.5.1	配置 FORTRAN 90/95 编译器.....	134

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程

4.5.2 编写和编译 FORTRAN 90/95 语言的 MEX 文件.....	138
4.6 常见错误.....	142
4.7 本章小结.....	143
第 5 章 MATLAB 调用一般动态连接库.....	144
5.1 概述.....	144
5.2 MATLAB R14 提供的新功能.....	144
5.3 MATLAB 的动态连接库函数接口.....	145
5.3.1 动态连接库文件的打开.....	145
5.3.2 数据准备.....	146
5.3.3 动态连接库文件中函数的调用.....	150
5.3.4 动态连接库文件的卸载.....	151
5.4 使用范例.....	151
5.4.1 在 MATLAB 中使用 FORTRAN 动态连接库.....	151
5.4.2 调用 Windows API 改变 MATLAB 的 Figure 窗口或 GUI 程序图标.....	153
5.4.3 在 MATLAB 中使用 TotalCommander 的 WCX 插件.....	156
5.5 本章小结.....	159
第 6 章 C/C++调用 MATLAB 计算引擎.....	161
6.1 概述.....	161
6.2 MATLAB 计算引擎库函数的使用.....	162
6.3 在 MATLAB 环境编译引擎程序.....	164
6.3.1 在 Windows 平台编译引擎程序.....	164
6.3.2 在 Windows 平台使用 MinGW gcc 编译 C/C++语言引擎程序.....	165
6.3.3 在 UNIX/Linux 平台编译引擎程序.....	166
6.4 运行引擎程序所需的系统配置.....	167
6.5 在 MATLAB 环境之外编译引擎程序.....	167
6.5.1 在 Windows 上用 MinGW gcc 编译 MATLAB 引擎程序.....	168
6.5.2 在 Visual C++ 7.1 中使用 MATLAB 引擎.....	170
6.5.3 与 wxWidgets 结合使用实例.....	173
6.6 本章小结.....	190
第 7 章 MATLAB 编译器的使用.....	192
7.1 概述.....	192
7.2 MATLAB 7.x 编译器新特点.....	193
7.2.1 MATLAB 编译器 4.x 的新特点.....	193
7.2.2 C/C++代码的生成.....	194
7.2.3 MATLAB 组件运行环境 (MCR).....	195
7.2.4 组件技术文件 (CTF).....	195

7.2.5	MATLAB 编译器选项.....	195
7.3	MATLAB 编译器的安装、设置和使用.....	197
7.3.1	安装.....	197
7.3.2	设置.....	197
7.3.3	MATLAB 编译器的使用.....	198
7.3.4	编译后程序的发布.....	198
7.4	C/C++调用 mcc 产生的库函数.....	199
7.4.1	在 MFC 应用程序中使用 mcc 产生的库函数.....	199
7.4.2	在 MFC 应用程序中隐藏 MATLAB 的 Figure 窗口.....	202
7.4.3	在 wxWidgets 开发的跨平台应用程序中隐藏 MATLAB 的 Figure 窗口.....	211
7.4.4	在 Win32 应用程序的窗口中嵌入 MATLAB 的 Figure 窗口.....	235
7.5	使用 mcc 创建独立可执行文件.....	243
7.5.1	编译 Loadlibrary 函数.....	243
7.5.2	使用%#external 编译指示实现 MATLAB 和 C/C++混合编程.....	251
7.5.3	去除经编译后 MATLAB 程序产生黑色窗口的方法.....	253
7.6	本章小结.....	259
第 8 章	MATLAB 产生的 COM 组件的调用.....	260
8.1	概述.....	260
8.2	MATLAB 的 COM 编译器.....	261
8.2.1	MATLAB 的 COM 编译器简介.....	261
8.2.2	运行 MATLAB COM 编译器的必要条件.....	261
8.2.3	MATLAB 7.0.4 中 COM 编译器的新功能.....	262
8.3	MATLAB COM 编译器的安装、配置及使用.....	262
8.3.1	安装及配置.....	262
8.3.2	使用 MATLAB COM 编译器创建 COM 组件.....	262
8.4	MATLAB COM 组件.....	265
8.4.1	关于 COM 组件的一些概念.....	265
8.4.2	MATLAB COM 编译器产生的 COM 组件.....	267
8.4.3	在 C++中使用 COM 对象.....	268
8.5	在 C++中使用 MATLAB COM 编译器产生的 COM 组件.....	270
8.5.1	在控制台程序中使用原接口.....	271
8.5.2	在控制台程序中使用智能指针.....	273
8.5.3	在 C++程序中以后期绑定方式动态调用 MATLAB COM 组件.....	276
8.5.4	在 MFC 应用程序中使用 MATLAB COM 编译器产生的组件.....	278
8.5.5	在 MFC 应用程序中使用组件产生的事件.....	286
8.6	本章小结.....	298

第1章

概 述

1.1 关于 MATLAB 的接口技术

MATLAB 是美国 Mathworks 公司开发和发行的一个软件产品。它是一个交互式的开发系统，这个系统的一个核心组成部分就是被称作 MATLAB 的脚本编程语言。MATLAB 具有强大的数值计算和图形显示能力，以及易用的编程开发环境。这些特点使 MATLAB 逐渐成为世界上大部分科学家和工程师首选的科技仿真计算工具。MATLAB 在实际中的典型应用包括如下几个方面：

- 数学分析和数值计算
- 各种算法开发
- 数据采集
- 建模、仿真以及产品的原型设计与开发
- 数据分析、探测及显示
- 科学、工程领域的专业图形制作
- 应用软件的开发，包括图形界面的创建

MATLAB 是英文 MATrix LABoratory 中几个大写字母的合成。顾名思义，MATLAB 是一个和矩阵运算有关的软件工具。最早的 MATLAB 是由当时美国新墨西哥大学 (University of New Mexico, UNM) 的 Cleve Moler 于 1977—1984 年编写的。根据 Cleve 后来自己描述，最早的 MATLAB 是用 FORTRAN 编写的，其中使用了 LINPACK 和 EISPACK 软件库中的一些子程序。早期的 MATLAB 是一个交互式的矩阵运算工具，没有图形界面。原作者 Cleve 只是在有限的范围内发布了这版 MATLAB 的源程序，它并没有成为一个商业软件。后来，Cleve 和另外两个合作者 Steve Bangert 及 John Little 一起于 1985 年创立了 Mathworks 公司，由 Steve Bangert 和 John Little 用 C 语言重新编写了早期 MATLAB，并且不断地加入 Simulink、句柄图形技术以及图形开发环境等新的功能，使其逐渐演变成为应用极为广泛的一种工程计算语言工具。早期的 MATLAB 的安装文件大概只有 900KB，而现在最新版 MATLAB 7.0.1 的安装文件则有大约 1.2GB。令人感到惊奇的是，早期的 MATLAB 还是能够运行在现在的计算机上。根据 Cleve 在 2004 年的一次讨论中说，他现在还会时常在自己

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程

的计算机上给别人演示早期的 MATLAB。

一般来说，MATLAB 系统包括以下 6 个主要的组成部分：

1. 开发环境

这是一些可以有助于用户方便使用 MATLAB 的功能和文件的工具集。这些工具中有很多都有图形用户界面，如 MATLAB 工作台和命令窗口，命令历史记录，程序编辑器和调试器，帮助文件浏览器，工作环境、文件及搜索路径的设置和管理工具等。

2. MATLAB 数学函数库

这个函数库包含大量的可以被调用的数值计算算法。其中既有基础算法，比如求和（sum）、正弦函数（sine）、余弦函数（cosine）和复数运算等，也有一些复杂算法，比如矩阵求逆、矩阵的特征值、贝塞尔函数以及快速傅里叶变换等。

3. MATLAB 编程语言

这是一种高级矩阵/数组编程语言。它包括程序流控制、函数、数据类型、输入/输出，以及支持面向对象编程技术等特点。人们既可以利用它来快速开发一些简单的测试程序，也可以用它来开发一些大型、复杂的实际应用程序。

4. 图形技术

MATLAB 有非常强大的以图形化显示矩阵和数组的能力，同时也能给这些图形增加注释并且打印这些图形。MATLAB 的图形技术既包括一些可以方便地产生二维、三维科技专业图形的高级绘图函数，也包括一些可以使用户灵活控制图形特点的低级绘图命令。另外，用户还可以利用 MATLAB 的句柄图形技术创建图形用户界面。

5. MATLAB 应用程序编程接口

这是一个让用户编写的 C、FORTRAN 程序和 MATLAB 交互的函数库。使用 MATLAB 的外部程序变成接口，用户可以方便地在 MATLAB 环境调用其他以 C 或者 FORTRAN 编写的代码，也可以在 C 或者 FORTRAN 等语言程序里调用 MATLAB 计算引擎来执行一些 MATLAB 代码。另外，用户也可以使用 MATLAB 编程接口来读、写 MATLAB 专有的 MAT 文件。

6. Simulink

Simulink 是一个可以对动态系统进行建模和仿真的软件包。Simulink 能够在连续时间域、离散时间域或者二者的混合来对线性及非线性动态系统进行建模和仿真。它甚至可以对一个系统的不同部分的仿真采用不同的采样频率。Simulink 运行于 MATLAB 命令行环境，但是它有独立的图形用户界面。而且，Simulink 没有使用像 MATLAB 那样的文本式的编程语言来对需要的系统建模，而是使用一种图形编程语言（Graphical Programming Language）。在 Simulink，一个系统可以由相互联结的、具有不同功能的方框图来表示。这使得在 Simulink 创建所要研究的系统变得既简单又有趣。同时，Simulink 可以方便地调

用 MATLAB 提供的各种功能。正是因为这些原因, Simulink 逐渐成为科技工作人员越来越喜欢的一种仿真以及基于建模的产品研发工具。

MATLAB 和外部程序的编程接口总的来说有两大类:一是关于如何在 MATLAB 里调用其他语言编写的代码;二是如何在其他语言程序里调用 MATLAB。这些技术拓宽了 MATLAB 在实际使用中的应用范围,给开发者提供了多种灵活多变的解决问题的途径。从而也提供了 MATLAB 在市场上的竞争力。

对外部程序的编程接口是在 MATLAB 5.0 就开始出现的。在这些接口技术中有一个功能比较重要,那就是如何把 MATLAB 程序转换成 C/C++ 代码。这个功能是由 MATLAB 编译器来实现的。在接口技术的初期阶段, MATLAB 编译器的性能并不是特别突出,产生的 C/C++ 代码的执行效率没有市场上同类产品的效率高。这里有必要提一下当时在市场上的另外一个竞争者 MATCOM。MATCOM 是当时美国 Mathtools 公司的一个软件产品。MATCOM 的核心技术是 Matrix。这是一个用 C++ 写成的 高效矩阵数学运算函数库。MATCOM 完全兼容 MATLAB 5.x, 它的功能是把 MATLAB 函数转换成 C/C++ 代码。从生成的代码质量来看,当时的 MATCOM 要优于 MATLAB 编译器,而且 Mathtools 公司当时还有另外一个和 MATLAB 有关的工具叫做 Mideva,它能够解释执行 MATLAB 程序,也能结合 MATCOM 方便地把 MATLAB 程序转换成 C/C++ 代码,或者进而编译成可以在其他编程语言包括 VB 中使用的 DLL 文件,甚至可以直接把 MATLAB 代码编译成 Windows 可执行文件。

后来, Mathworks 公司收购了 Mathtools 公司。Mathtools 公司的创建人以及一些技术人员也同时加入了 Mathworks,这大大加强了 Mathworks 在开发 MATLAB 编译器方面的技术力量。就像 MATLAB 系统中的其他工具那样, MATLAB 的编程接口技术逐渐走向成熟和强大。如今,在最新版本 7.01 中, MATLAB 给用户提供了非常丰富的接口技术,包括和其他语言程序的接口,在不同程序之间共享数据的接口,基于微软组件技术或者 DDE 的客户端或者服务端通信接口,以及直接从 MATLAB 环境和计算机外围设备的通信接口。具体来说,现在的 MATLAB 接口技术包括如下几个方面的内容:

- 数据的导入和导出。这些技术主要包括在 MATLAB 环境里利用 MAT 文件技术来进行数据的导入和导出。
- 和普通的动态连接库 (DLL) 文件的接口。从 MATLAB v6.5 起,用户可以在 MATLAB 环境里直接调用普通的 DLL 文件中导出的函数。
- 在 MATLAB 环境里调用 C/C++、FORTRAN 语言代码的接口。这个接口是通过 MEX 技术实现的。MEX 是英文 MATLAB Executable 的首字母缩写,表示能够在 MATLAB 中执行。利用 MEX 技术,C/C++ 或者 FORTRAN 代码通过实现一个特殊的入口函数,就能够被编译成 MEX 文件。MEX 文件其实是一种动态连接库文件。在 Windows 操作系统,MEX 文件以 DLL 为后缀名;而在 Linux 操作系统,MEX 文件则以 so 为后缀名。MEX 文件可以像一般的 m-函数那样在 MATLAB 里使用,而且调用级别比普通的 m-函数高。如果在 MATLAB 的搜索路径上同时有同名的 m-函数和 MEX 文件:foo.m 和 foo.dll, MATLAB 会优先调用 foo.dll。

- 在 MATLAB 调用 Java。从 v6.0 起, MATLAB 增加了对 Java 的支持, 其后的各个版本的 MATLAB 工作桌面的图形用户界面就是用 Java 编写的。这些版本的 MATLAB 都包含一个 Java 虚拟机, 所以用户可以通过 MATLAB 命令来使用 Java 语言解释器, 从而实现对 Java 对象的调用。
- 对 COM 和 DDE 的支持。DDE 是 Windows 的一个技术。Windows 应用程序之间可以通过 DDE 方便地交换数据。MATLAB 从 v4.x 就开始支持 DDE。这方面的一个典型应用是 LabVIEW 通过 DDE, 给 MATLAB 传递一些数据, 然后调用 MATLAB 命令进行数据处理, 然后再接受数据处理结果。不过, 从版本 5.1 起, MATLAB 停止了对 DDE 支持的进一步开发。换句话说, 从版本 5.1 以后, MATLAB 对 DDE 的支持没再增加过新内容。现在 Mathworks 公司推荐用户使用 MATLAB 的 COM 接口。从 6.5 版本起, MATLAB 增加了对 COM 接口的支持。这是通过使用 MATLAB 的 COM 编译器来实现的。这个编译器是 MATLAB 编译器的一个扩展。MATLAB 的 COM 编译器能够把 MATLAB 函数转换、编译成 COM 对象。产生的 COM 对象能够在多种编程语言中使用。
- 在 MATLAB 使用网络服务。网络服务一般是指一些基于 XML 并且能够通过网络连接实现远程调用的技术。MATLAB 能够向提供网络服务的服务器发出申请, 也能够在受到服务器的回应后处理接收到的信息。从网络服务的技术角度讲, MATLAB 充当的是客户端。
- 和串行口的通信接口。这个接口是和计算机硬件的接口技术。通过这个接口, MATLAB 可以和连接在计算机串行口的其他外围设备进行通信。

下面介绍使用接口技术的原因。

1. 代码重用

代码重用是每个软件开发人员都努力争取的目标之一。对于一个机构, 甚至是科研人员个人来说, 在长期的研究与开发过程中, 可能已经积累了相当数量的代码。这些代码大多已经在以往的课题研究实践中被证实能够正确完成其设计功能。能否在现在或者将来的开发过程中利用这些已有的成果显得非常重要。如果能够通过一定的技术, 灵活地利用以往的开发成果, 无疑将会给我们的研发带来事半功倍的效果。反之, 如果由于技术限制无法利用已有的代码, 而需要重新开发相同的功能, 则无疑是一种资源浪费。MATLAB 的接口技术提供了和其他主要的编程语言, 比如 C/C++、FORTRAN 等相互调用的机制, 将有助于开发过程的代码重用。

2. 合理使用开发组资源

软件开发的另外一个目标是快速完成开发任务。对于一些复杂应用程序的开发, 往往需要一个团队的高度合作。团队成员的专业背景以及技术长处可能各不相同。如果团队领导者在初期制定技术方案时能够考虑到各个开发人员的长处, 根据实际问题以及各种编程语言、工具的特点, 合理定制开发方案, 无疑将会加速整个开发过程, 而且也更有可能会开发出高效的软件。MATLAB 的接口技术给开发者提供了多种和其他编程语言交互的使

用途径，将有助于人们制定和实施高效的开发方案。

3. 方便发布

传统的 MATLAB 应用软件多以一个或者多个 M 文件组成，客户必须先安装 MATLAB 系统才能够使用这些应用程序，这样并不是很方便。另外，考虑到 MATLAB 的价格，这样做也不经济。MATLAB 的接口技术给开发者提供了多种实用的应用软件发布手段。利用 MATLAB 的接口技术，这些应用软件可以通过动态连接库 (*.dll)、可执行文件 (*.exe)、COM 对象 (*.dll) 等形式发布，这将有助于缩短产品从开始开发到推向市场所需的时间。

4. 提高程序运行效率

相比于其他的需要编译的编程语言比如 C/C++ 或者 FORTRAN 来说，MATLAB 能够缩短开发时间。这主要得益于 MATLAB 所提供的丰富的矩阵运算功能，涵盖多个科技领域的工具箱，以及强大的图形显示功能等。MATLAB 特别适合于开发小型应用，或者对算法的验证与开发。然而对于一些大型、复杂的应用程序来说，完全使用 MATLAB 开发的程序可能在执行时显得太慢。对于这种情况，一种可行的办法是利用 MATLAB 的 MEX 技术，使用 C/C++ 或者 FORTRAN 来编写计算量繁重的功能，然后在 MATLAB 里直接调用 MEX 文件。实践证明这是一种有效的提高程序运行效率的方法。

1.2 MATLAB 7.x 的新特点

现在 MATLAB 的主版本号是 7。MATLAB 7.0 有时也称做 MATLAB R14，是 2004 年 5 月发布的。现在最新版本是 MATLAB 7.0.1，也叫做 MATLAB R14SP1，是在 2004 年 9 月发布的，它主要是为了提高 MATLAB 7.0 的稳定性和运行性能。MATLAB 7.0 之前的版本是 MATLAB 6.5.1，也叫做 MATLAB R13SP1，是在 2003 年 8 月发布的。

和以往的主要版本号升级情形一样，这次从 6.x 到 7.x，也表示 MATLAB 产品的一次重大升级。MATLAB 7.x 所带来的新特点包括支持整数和单精度浮点数运算，支持嵌套匿名函数的语法，支持条件断点，可以交互式地产生图形并生成相应的 m 代码，可以在文件编辑器里分块执行 m 代码，M-Lint 的代码检查、桌面功能得到了加强，同时在编程语法、对外接口、图形技术等方面也都有很大的变化。

具体来说，MATLAB 7.x 所带来的和接口技术有关的新特点或者得到加强的功能主要包括以下几个方面：

- MAT 文件默认使用 Unicode 编码的字符串。MATLAB 7.x 在往 MAT 文件中写入字符串或者图形中的文本对象时，默认使用 Unicode 编码。这样的字符串将无法在旧版 MATLAB 里读取。所以为了能够兼容旧版 MATLAB，在用 MATLAB 7.x 写 MAT 文件中的字符串变量时，要手工关掉这个选项，禁止使用 Unicode 编码。
- MAT 文件支持压缩后的数据。这样可以用更快的速度，以及更小的磁盘占用来保存大量的数据。

深入浅出 MATLAB 7.x 混合编程

- 更强的文件输入、输出功能。MATLAB 7.x 能够读取大型、有任意格式的文本文件；也能够存写 Excel 和 HDF5 格式的数据文件。HDF5 是一种高效管理和保存大量数据的库函数，通常应用于海量数据的处理。另外，MATLAB 7.x 也支持文件传输网络协议（FTP）。利用这个功能，数据文件和应用程序可以分别保存在不同的计算机上，应用程序可以实现对那些数据文件的远程调用。
- 在 MATLAB 6.5 里引进的 MATLAB COM 编译器从原来的名字 MATLAB COM Builder 改名为现在的 MATLAB Build for COM。类似地，以前的 MATLAB Excel Builder 也改名为 MATLAB Builder for Excel。新版的 COM 编译器在功能上加强了对自定义接口的实现，事件的触发，以及对 Visual Basic 脚本的支持。
- 更强的 MATLAB 编译器。从 MATLAB 7.0 起，MATLAB 编译器不再使用 MATLAB C/C++ 数学库和图形库，代之以 MATLAB 组件运行环境（MATLAB Component Runtime, MCR），这样做的好处是 MATLAB 编译器能够编译几乎所有的 MATLAB 函数，缺点是 MCR 的初始化时间要比以前的 C++ 数学库及图形库慢很多。另外，从 MATLAB 7.0 起，MATLAB 编译器也增加了对 Solaris 操作系统的支持。
- MATLAB 7.0 支持以 SOAP 方式访问网页服务。

总的来说，MATLAB 7.x 加强了对外接口技术。

第2章

MATLAB 接口技术中的数据交流

2.1 数据交流概述

能够读写文件是一种编程语言的基本功能。MATLAB 提供多种能够进行文件读写的函数，这些函数是 MATLAB 语言的一部分，并不需要任何额外的工具箱的支持。

MATLAB 中对文件的读写函数可以分为两大类：高级函数和低级函数。简单来说，高级函数的调用语法简单，方便使用；但是可定制性差，只使用某些特殊格式的文件类型，缺乏灵活性。相比之下，低级函数调用语法比较复杂，要求使用者有一定的编程能力；好处是具有很好的灵活性，能够处理各式文件。

在实际使用中，很多人会推荐这样一种选择原则：在读取文件时，尽量使用高级函数；在存写文件时尽量使用低级函数，因为用高级函数存写文件时，文件的格式比较单一。

2.2 在 MATLAB 7.0 及更新版本中引进的新功能

2.2.1 在 MATLAB 7.0 中引进的有关数据导入、导出的新功能

关于数据的导入、导出，MATLAB 7.0 增加了如下几个全新或者更新的功能：

- 文本文件读取函数 `textscan`。`textscan` 是 MATLAB 7.0 中引进的新命令。它的功能和 `textread` 相类似，能够从有格式的文本文件中读取数据，并以胞元数组的形式返回。
- 加强的 `save` 命令对结构型数据的保存。从这版起，`save` 命令可以直接操作结构型数据的单元。
- 加强的 `xlsread` 命令。从 MATLAB 7.0 起，`xlsread` 增加了一些新的输入、输出参数以更好地控制从 xls 文件中读取数据。新的输入选项包括 `-1`、`range` 和 `basic`。新的输出参数为 `rawdata`。
- 加强的 `dlmwrite` 命令。MATLAB 7.0 为 `dlmwrite` 增加了一些新的参数，以及以属