

# 多元统计课程教辅系统的 MATLAB GUI 设计

周志刚<sup>1,2</sup>, 陈丽红<sup>1</sup>

(1. 武汉纺织大学 数学与计算机学院, 湖北 武汉 430073;

2. 华中科技大学 模式识别与人工智能研究所, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**针对目前多元统计方法课程教学重点内容涉及大量数据的统计处理难以在课堂上现场演示, 学生接受多元统计知识感觉困难、枯燥的问题, 文章利用 MATLAB GUI (Graphical User Interfaces, GUI) 设计了一个多元统计方法课程教学辅助系统, 用于多元统计方法课程的教学和学生实验。教学辅助系统的设计从教学层面和系统设计的技术层面进行了探讨, 设计的教学辅助系统具有使用较方便、良好交互性和可扩展性的特点。同时 MATLAB GUI 开发环境开发出的教辅系统便于学生做二次开发, 可以提高学生动手实践能力及多元统计方法课程的教学质量。

**关键词:** MATLAB GUI; 多元统计方法课程; 教学辅助系统

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2013)01-0229-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.056

## MATLAB GUI Design of Auxiliary Teaching System for Multivariate Statistics Course

ZHOU Zhi-gang<sup>1,2</sup>, CHEN Li-hong<sup>1</sup>

(1. College of Mathematics and Computer, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China;

2. Institute for Pattern Recognition & Artificial Intelligence, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** In view of the problems in the traditional multivariate statistics course teaching, which contain it is difficult to demonstrate in class about principle of key teaching content and statistic treatment of large quantities of data, students feel difficult to receive multiple statistical knowledge, a multivariate statistics course teaching auxiliary system is designed by using MATLAB GUI (Graphical User Interfaces, GUI). The system is used for multivariate statistical methods course teaching and students' experiment. Auxiliary teaching system was discussed from two aspects about teaching and technology and has advantages of convenient use, good interactivity and expansibility. At the same time, this system also facilitate students to do the secondary development, can improve students' practical ability and multivariate statistical methods course teaching quality.

**Key words:** MATLAB GUI; multivariate statistics course; auxiliary teaching system

## 0 引言

多元统计方法应用广泛,许多高校在高级本科及硕士阶段理工科等专业开设有关多元统计方法的课程。多元统计方法课程涉及到大量数据处理及分析方法的实践,这些内容只用手和笔是难以实现的,采用传统的教学方式,在有限的学时内无法进行内容的扩展;另一方面学生理解和接受知识时感觉枯燥、难度大。

如何帮助学生在较紧的课时安排内掌握该课程的基本概念和基础理论,切实掌握基本的多元统计方法是教学中的重难点。目前采取的方法是将 SPSS 软件或者 Excel 等具有统计功能的软件引入多元统计方法课程的教学,使学生会用 SPSS 软件或者 Excel 进行多元统计方法的实践。但学生学习 SPSS 或者 Excel 会耗费学生大量精力,况且某些繁琐的命令不方便老师课堂现场演示,软件中的某些功能与结果教材并不涉及,学生对软件运行出的结果不易理解,不能使师生把主要精力放在多元统计方法课程核心内容的教与学上。MATLAB 软件的推出为该门课的教学提供了有利工具,利用 MATLAB 的 GUI 功能结合多元统计方法课程的核心教学内容构造开放式的用户界面,既可充分发挥 MATLAB 的强大的计算与图形功能,又可避免记忆

收稿日期:2012-05-14;修回日期:2012-08-17

基金项目:2011 年湖北统计科研计划重点项目 (HB111-10);2012 年湖北省教育科研项目 (B20121703, B20121704);2012 武汉纺织大学教研项目

作者简介:周志刚(1977-),男,讲师,博士生,主要研究方向为控制科学与工程。

繁琐的命令,不仅方便老师在课堂直观演示,而且简便的操作使得学生便于进行多元统计方法实验,能集中精力学习多元统计方法课程。对某些有 MATLAB GUI 基础的学生课后可以自己添加代码实现更多的多元统计方法演示功能,提高学生的动手能力,充分调动学生学习多元统计方法的积极性,全面提高多元统计方法课程的教学质量。为此,利用 MATLAB 的 GUI 环境设计了多元统计方法课程教学辅助系统(以下简称教辅系统)。

教辅系统力求达到以下目的:

(1)系统应包含多元统计方法中的常用的基本方法,教师容易现场演示这些基本的多元统计方法的数值结果及图形结果,以便教师课堂教学和批改作业;

(2)系统具有良好的交互性:首先学生能通过查看教辅系统帮助文档可以快速使用教辅系统,其次学生能够通过教辅系统的相关控件查阅多元统计方法基本原理,再次对 MATLAB GUI 编程感兴趣的学生可以查看教辅系统的程序,把教辅系统作为一个 MATLAB GUI 编程案例提供给学生学习;

(3)系统具有较好的可扩展性,方便具有多元统计知识与 MATLAB GUI 编程能力的学生扩充系统功能,锻炼学生使用数学知识与计算机处理实际问题的能力。

为达到以上目的,系统的设计有两个关键问题:从教学层面上如何体现多元统计方法的重难点;从系统设计的技术层面上如何设计界面、界面中的用户控件及各种控件的交互响应。文中就这两个关键问题做些探讨。

## 1 图形用户界面设计简介

MATLAB 的 GUI 编程可以用两种方式实现。一是 GUI 设计工具 GUIDE,它的优点是容易入手,风格很像 VB,相关控件可以随意拖动,GUI 设计简单、省时,但 GUIDE 的一个严重缺点是无法直接创建核心对象;二是利用 M 函数构建 GUI,即 M 文件界面设计,这种方法需要解决数据传递问题,如何正确实现回调函数中用户菜单或控件的句柄传送是 M 文件成功创建 GUI 的关键,文中的教辅系统采取这种方式编程。不管采用哪种设计方法,事先都要分析界面所要求实现的主要功能,明确设计任务,并站在使用者的角度审查界面功能及界面的控件布局,然后进行代码编写,对功能进行逐项检查,调整完善界面功能。图形用户界面设计的一个基本原则要求具有简单性,即设计界面时应力求简洁、清晰地体现出界面的功能和特征,为此要尽量使用用户所熟悉的标志和符号,尽量删去可有可无的功能,尽量多采用图形结果,尽量减少窗口数目,

力避免在不同窗口之间进行来回切换<sup>[1]</sup>。

## 2 教辅系统总体设计

### 2.1 多元统计方法课程教学内容的选取

根据多元统计方法的教学重点结合学生接受知识的难易程度,教学核心内容可从以下四个方面选取:

一是简化数据结构的方法,即数据降维方法,包括主成分分析与因子分析;

二是分类与判别的方法,即归类问题,包括聚类分析与判别分析;

三是建模预测方法,主要是多元回归分析方法;

四是统计推断问题,主要是多元正态分布的均值向量及协方差阵的估计和假设检验<sup>[2]</sup>。

在设计多元统计方法教辅系统时选取了主成分分析、因子分析、聚类分析、判别分析、回归分析、统计推断、其它方法七个有关多元统计方法模块及程序查阅模块、系统帮助模块、系统退出模块,教辅系统的模块结构如图 1。有关多元统计方法模块根据教学重点和实用性选取恰当的方法,如聚类分析选取系统聚类法。某些多元统计方法模块根据多元统计模型及方法的不同进一步细分成不同子块,如回归分析模块选取多元线性回归分析及多元逐步回归分析两个子块。

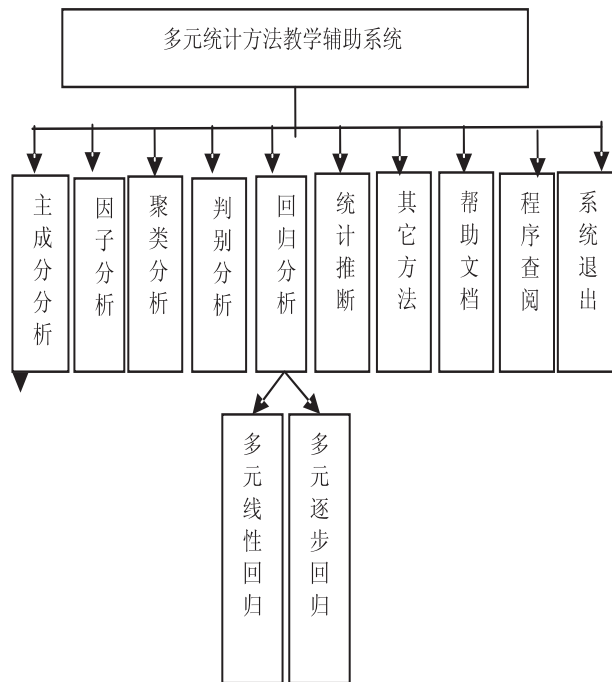


图 1 多元统计方法教学辅助系统模块结构

### 2.2 主界面的设计

可视化设计的思想是先创建图形窗口父对象,然后在图形窗口父对象上添加坐标轴和用户接口对象(UI 对象)子对象,包括面板和按钮组、UI 控件、菜单、表格等,最后添加某些 UI 对象的回调函数。

系统的主界面如图 2。主界面由 figure 函数创建

图形窗口,设置了图形窗口的屏幕显示位置及图形窗口名称等属性;图形窗口包括一个轴对象,由 axes 函数创建,显示二元正态密度函数图像,让用户明白 GUI 是关于多元统计的。图形窗口还包含四个不同颜色的面板,由 uipanel 函数创建,主要是美化主界面;以图形窗口为父对象由 uicontrol 函数创建函数 uicontrol 创建了一个 text 类型控件,用来显示“多元统计方法教辅系统”文本;以面板为父对象由 uicontrol 函数创建十个 push 类型按钮控件,分别对应六个多元统计方法模块按钮、一个“其它方法”模块按钮、一个帮助模块按钮、程序查阅按钮及退出系统按钮。每个按钮控件都有一个“callback”属性,用以激活回调函数来完成相应的功能。在主界面中点击退出模块按钮,则主界面关闭,退出教辅系统,点击程序查阅按钮,学生可以阅读主界面的程序代码,但没有权限编辑程序代码,以免造成系统运行不稳定。

点击其它六个多元统计方法模块按钮,可打开相应多元统计方法的界面,如点击主成分分析模块按钮,此时主界面关闭,进入如图3所示的主成分分析界面,进行主成分分析。“其它方法”模块是为学生扩展系统功能设置的,学生所做的工作只需编写所用多元统计方法的程序函数,在已编写好的教辅系统的“其它方法”模块程序代码中的“callback”属性中设置此函数即可,点击“其它方法”模块按钮可以进入学生自己设计的功能界面。主界面的帮助按钮是通过按钮的“callback”属性打开一个WORD文档,对教辅系统的

使用进行详尽的说明,包括 MATLAB 运行环境、各功能模块的使用方法等,使得用户短时间内能正确使用教辅系统。一般的帮助按钮控件是通过“callback”属性打开一个“Listbox”列表框或“Static text”静态文本框来帮助用户使用 GUI 的功能,但对于文本较多,特别是文本包含图片和数学公式的时候采取这类方式设计帮助按钮控件是不适合的。在由 M 文件代码编写主界面程序时,图形窗口每个子对象的位置控制是个难点,但如果熟悉句柄图形对象的“units”及“position”属性使用 M 文件代码编写界面程序可以精细控制图形窗口及窗口子对象的位置。图2的界面 M 文件代码中将图形窗口的“units”属性设置为“normalized”,即图形窗口左下角点的坐标为(0,0),右上角点坐标为(1,1),如主界面中“多元统计方法教辅系统”的 MATLAB 7.0 及以上版本代码如下:

```
text1 = uicontrol( fig, 'style', 'text', 'units', 'normalized', ...  
'position', [0.09, 0.87, 0.82 0.085], 'string', ...  
'多元统计方法教辅系统', ...  
'fontsize', font_size1, 'fontweight', 'bold', ...  
'fontname', '华文楷体', 'foregroundcolor', ...  
[1, 0.5, 0], 'backgroundcolor', [0 0.55 1], ...  
'fontunits', 'normalized' )
```

将图形窗口的“units”属性设置为“normalized”的好处是当放大或缩小图形窗口时窗口中的子对象成比例放大或缩小,避免点击图形窗口放大图标时出现窗口子对象位置错乱。在主界面窗口设计编程时利用 figure 函数的“Visible”属性先创建一个隐藏的窗口,当把窗口所有子对象创建好后,再显示窗口,这样会大大提高程序的运行效率。因为每创建一个窗口子对象,窗口都要重绘一次,而若先设置窗口为隐藏,则节省了多次重复且没必要的重绘,直接绘制一次窗口<sup>[3]</sup>。主界面可以进行背景优化,如窗口用图片做背景,也可以进行按钮优化,将按钮背景设置为图片,有时为了突出界面的主题,可以在适当的位置嵌入一个动画演示,让界面变得具有动感。但是界面优化要根据具体界面适当优化,否则背离界面设计简单性原则。

### 2.3 模块界面及功能设计

主界面六个多元统计方法模块按钮的回调函数是整个教辅系统程序的核心。

六个多元统计方法模块界面及功能设计主要考虑的问题有:

1) 模块运算时所用算法对应的函数在 Matlab 是否有内部函数,没有则编写相应的函数;

2) 在满足学生所需多元统计方法的各种数值或图形结果下,模块的界面如何设计才能简洁明了;

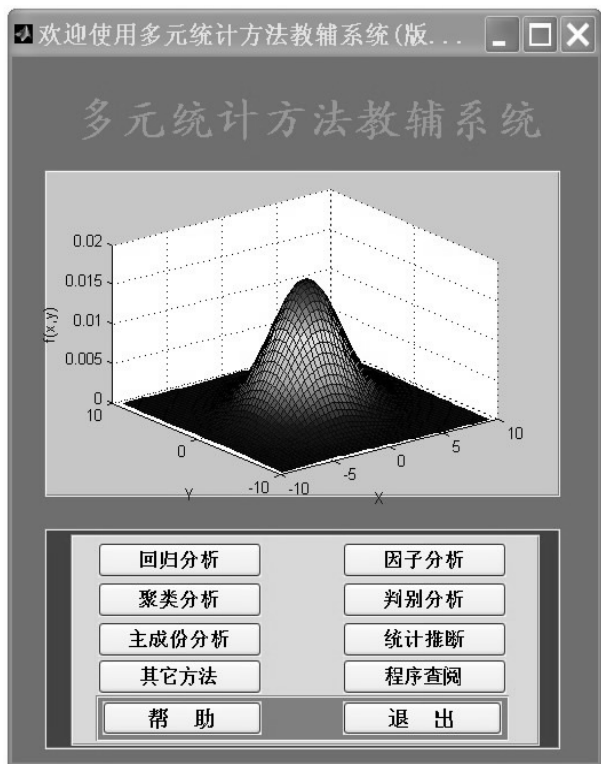


图2 多元统计方法教辅系统主界面



3)可视化的输入与输出,函数或结果的图形显示;

4)模块功能可以扩充,满足不同学生的需要。

下面以主成分分析模块的界面及功能设计为例作进一步阐述。主界面主成分分析按钮控件的代码为:

```
uicontrol( panel2,'style','push','units','normalized',  
...  
'pos',[0.1 0.297 0.32 0.163], 'string','主成分分析',...  
'fontsize',font_size2,'fontweight','bold','fontunits',  
...  
'normalized','callback',[ 'zcf;', 'close 欢迎使用多  
...  
元统计方法教辅系统(版权所有:周志刚 陈丽红);'] )
```

元统计方法教辅系统(版权所有:周志刚 陈丽红);'] )



图 3 主成分分析界面

点击主成分分析按钮,触发回调函数“zcf”,并关闭主界面窗口,此时进入主成分分析界面。主成分分析界面的帮助功能设计采取带下拉菜单表的菜单控件,下拉菜单表包含主成分分析原理和主成分分析界面七个按钮控件的使用说明,点击下拉菜单中的主成分分析原理通过回调函数打开一个 WORD 文档,以便用户了解主成分分析原理,下拉菜单中的其他选项的回调函数都采取打开一个“text”类型静态文本框的方式设计。点击导入数据文件按钮,打开一个对话框,选取预先保存在教辅系统程序所在文件夹中的.mat 或.m 数据文件,可以将数据导入到图 3 左边的“输入的原始数据矩阵”列表框中。

多元统计方法教辅系统主界面函数“dytj”与主成分分析模块界面函数“zcf”的程序结构关系如图 4。对于主成分分析,用户关心的数值结果有对原始数据标准化后的数据矩阵,样本相关矩阵,单位化特征向量,

主成分方差,方差贡献率,这些结果都可利用 MATLAB 内部相关函数得出,并以字符串形式显示在“主成分分析的数值结果”列表框中,可以通过拖拉垂直和水平滚动条查看所有结果。

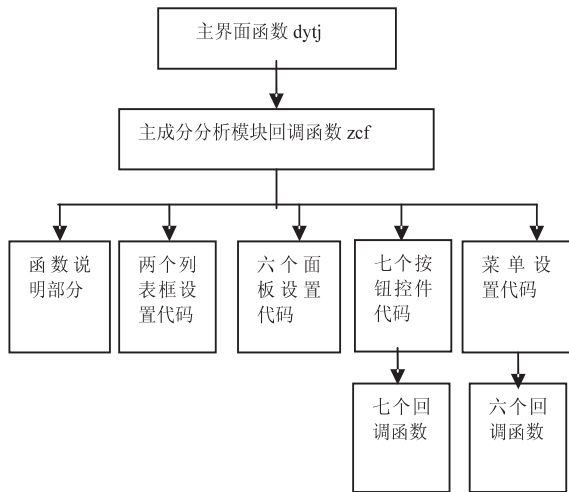


图 4 主界面函数与主成分分析模块界面函数程序结构

图 5 是一个实例的演算结果界面。点击“查看图形结果”按钮,会打开如图 6 的界面,左边图形窗口结果告诉用户原始数据不同指标的数据变换范围,当不同指标的数据变化差异很大时,需要对原始数据进行标准化处理,图 6 中显示原始数据第二个指标比其他指标的变化要大的多,故需对原始数据标准化处理,标准化后的数据已显示在图 5 中的“主成分分析的数值结果”框中。



图 5 主成分分析实例演算结果界面

图 6 右边的图形结果显示了经主成分分析后选取了前三个主成分及前三个主成分方差占总方差的比例,比例超过 80%,表明前三个主成分的信息足以代表原始数据的信息,这些图形结果是学生非常关心的数据。点击“保存结果”按钮,学生可以保存这些数值或图形结果,以便学生再次使用。点击“功能扩充”会

弹出主成分分析界面的所有 MATLAB GUI 程序,可以对程序进行阅读、修改、保存,得到学生关心的更多数值结果或图形结果,进一步扩充界面功能,为了系统使用稳健,如果学生编写程序出现错误,系统会给出警告,系统会返回到没有更新状态。“功能扩充”按钮可以提高教辅系统的扩展性,提高学生学习多元统计方法的自主性以及利用数学方法与计算机处理实际问题的实践能力。点击“退出”按钮会关闭主成分分析界面,返回到多元统计方法教辅系统主界面,进行其他功能使用或退出教辅系统。对于其它多元统计方法模块 GUI 可以类似设计,不再赘述。

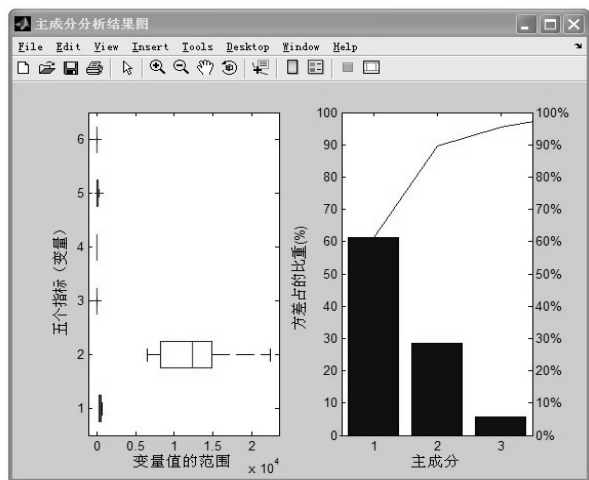


图6 主成分分析实例演算图形结果界面

### 3 教辅系统程序的编译与发布

为了方便用户发布可以在不同平台运行的可执行程序,Matlab 提供了 Matlab 程序编译与发布功能<sup>[4]</sup>。Matlab 文件编译完毕后,生成的可执行程序还需要 Matlab 环境的支持,要发布到没有安装 Matlab 的机器上运行,还需要进行最后一项工作,即打包 Matlab 组件运行环境(Matlab Component Runtime, MCR)<sup>[5]</sup>。

将 MCR 与可执行程序一起打包,拷贝到其他没有安装 Matlab 的机器上,可以将函数文件编译成可摆脱 MATLAB 环境而独立运行的 .exe 可执行文件。Matlab2009a 中,已经内置了 Matlab 编译发布工具箱,在 Matlab 命令窗口中运行 deploytool 命令,即可以调出该工具窗口,通过该工具可以方便、快捷地编译发布 Matlab 程序。

### 4 结束语

基于 MATLAB GUI 的多元统计课程教辅系统开

发为教辅系统软件开发提供了一种全新的思路。目前的主流软件编程语言仍然是 VC、VB、Java 等高级编程语言,然而由于 MATLAB 强大的计算和图形功能,很多软件开发人员已开始考虑采用 MATLAB 语言进行部分软件代码甚至是核心代码的编写<sup>[6-13]</sup>。

利用 MATLAB GUI 制作多元统计方法课程教辅系统具有良好交互性与可扩展性、方便进行各种数据处理的特点,同时 MATLAB GUI 开发环境也较简单,易于学生使用和做二次开发,提高学生动手实践能力及提高多元统计方法课程的教学质量。

### 参考文献:

- [1] 张志涌.精通 MATLAB[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003:468-521.
- [2] 张翼,张庆灵.《多元统计与回归分析》课程设计及教学探讨[J].大学数学,2011,27(6):192-193.
- [3] 罗华飞.MATLAB GUI 设计学习手记[M].第2版.北京:北京航空航天大学出版社,2011:165-530.
- [4] 王战军,沈明.基于 Matlab GUI 的串口通信编程实现[J].现代电子技术,2009(9):38-40.
- [5] 陈安宇,陈伟.Matlab 图形用户界面的应用研究[J].机电工程技术,2008,16(10):16-21.
- [6] 王建锋,张天宏,黄向华.基于 Matlab 的复杂控制系统软件开发[J].计算机工程,2012,38(10):54-56.
- [7] 栾佳雨,王海瑞.基于 Qt 的捣固车自动引导系统图形界面研究[J].计算机技术与发展,2011,21(11):167-169.
- [8] 朱吉佳,蔡家麟.基于 Qt 的业务监控系统界面设计与实现[J].计算机技术与发展,2008,18(3):236-238.
- [9] 隋颖,于秀山,杨豹.GUI 软件测试文档辅助工具的设计与实现[J].计算机技术与发展,2009,19(12):146-149.
- [10] 向修栋,付云芝.在 matlab 中实现旋转曲面的动画设计[J].计算机技术与发展,2011,21(3):52-55.
- [11] Yi Chao,Zhou Wei,Chen Tony,et al.The Design and Implementation of Embedded GUI System[C]//Asia-Pacific Youth Conference on Communication Technology (APYCCT 2010 E-BOOK).[s.l.]:[s.n.],2010:259-262.
- [12] Han Xiaoxia,Li Caixia,Zhang Cong.Teaching Research and Simulation of the Sampling Theorem Based on MATLAB GUI [C]//National Teaching Symposium on Cryptology and Information Security (NTSCIS 2010 E-BOOK).[s.l.]:[s.n.],2010:379-382.
- [13] Lu Yongzhong,Yan Danping,Nie Songlin,et al.Development of an Improved GUI Automation Test System Based on Event-flow Graph[J].Journal of Software Engineering and Applications(JSEA),2008,1(1):38-43.