

PSYCHTOOLBOX 工具箱及 MATLAB 编程实例

冯成志 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

PSYCHTOOLBOX 工具箱及 MATLAB 编程实例

冯成志 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

PSYCHTOOLBOX (PTB) 是专门用于实验编制的免费函数库, 它提供了对硬件操作的底层接口, 能够开发功能复杂, 近乎各个领域的实验程序, 与 MATLAB 能够完美结合。

本书是作者根据十几年的编程经验写作而成。全书共分 13 章, 主要介绍了 MATLAB 基础知识, MATLAB 编程基础, 用于实验编程的常用 MATLAB 函数、PSYCHTOOLBOX 函数介绍, PTB 与 OpenGL 的结合、与 EyeLink 眼动仪的连接、与 iView X 眼动仪的连接以及与 NeuroScan 脑电仪的连接等内容。书中给出了大量的实验设计实例, 而这些实验程序可以通过交互地变更实验参数或更改程序代码使之满足读者的实验设计需求。

本书可作为高等院校心理学、医学、社会学、体育学等专业的高年级本科生或研究生的教材, 也可作为培训或自学用教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

PSYCHTOOLBOX 工具箱及 MATLAB 编程实例 / 冯成志编著. —北京: 电子工业出版社, 2013.8
ISBN 978-7-121-20918-5

I. ①P… II. ①冯… III. ①MATLAB 软件—应用—实验心理学—高等学校—教材 IV. ①B84-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 146167 号



策划编辑: 石会敏

责任编辑: 石会敏

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32 字数: 845 千字

印 次: 2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

PSYCHTOOLBOX (PTB) 是免费的可在 MATLAB 和 Gnu/Octave 环境下运行的函数库, 能够使我们很方便地精确控制视觉和听觉刺激的呈现和同步, 并且能够简化与用户的交互操作。PSYCHTOOLBOX 的目前版本为 3.0, 可在 MATLAB 7.x 或 Octave 3.2.x 上运行, 开发人员将不再针对旧版本进一步开发和提供支持。实验程序开发的方法之一是利用简易的开发工具, 如 E-Prime、Affect、Inquisit、Super-Lab 等; 一是利用诸如 C 或 Pascal 等可以对硬件设备实施底层控制的语言。前者相对而言简单易学, 不需要太多的编程经验, 后者则需要具有丰富的编程经验和熟悉硬件参数。诸如 BASIC、Lisp、MATLAB 等高级解释性语言, 缺少对硬件进行精密控制的能力, 而 PSYCHTOOLBOX 则提供了从高级语言到硬件底层控制间的接口, 可以读取显示帧缓存和颜色检查表中的信息, 可以与垂直行扫描进行同步, 支持毫秒级的计时, 能够使用 OpenGL 开发三维的图形程序, 进行颜色空间转换 (如从 RGB 到 HSL), 实现 QUEST 算法等, 它是介于上述两种开发方法的一种中间状态, 有些实验软件系统提供了封装的实验程序, 但在设计和开发新的实验程序方面往往捉襟见肘、不够灵活, 或者是费了半天的周折终于实现了某个环节 (功能), 程序的可读性大大降低。这就需要借助于 MATLAB 等高级编程语言来达到特定的实验目的。

即使你先前使用其他高级编程语言, 也有充分的理由让你转向 MATLAB+PTB 的学习, MATLAB 提供了丰富的高级函数进行数学运算和绘图操作; 对于数组 (矩阵) 和图像的操作简易至极, 而无须像其他高级语言那样过度依赖 for、while、do、loop 等循环来操作。在开发过程中, 可以直接在命令窗口中实时查看数据和检查运算结果, 这一点也是其他高级语言不可比拟的。就功能和效率而言, MATLAB+PTB 的组合足以击败任何一款实验开发工具。

对于初学者而言, PTB 提供了大量的演示程序, 通过 help PsychDemos 可以获取示例程序列表, 直接在命令窗口中输入程序名就能够查看演示效果。借助于本教程, 可以帮助初学者一步步地快速上手。

目前 PSYCHTOOLBOX 在全世界范围内已经有超过 13 万人次的下载量, 你可以登录 <http://tech.groups.yahoo.com/group/psychtoolbox/messages/> 加入 PTB 用户社群, 也可以向以下邮件地址 psychtoolbox-subscribe@yahoogroups.com 发送一封空白邮件来订阅来自用户社群的消息, 如果遇到问题还可以在论坛上提问, 来自世界各地的爱好者以及专业的软件技术人员可以帮你解决问题。另外, 本书所附实例程序及实用工具可在华信教育资源网 (<http://www.heedu.com.cn>) 上直接下载, 使用方法可参见下载后的光盘使用说明文档。

由于作者水平有限, 加之时间仓促, 恳请读者进行批评指正, 也欢迎使用本教材的同仁提出宝贵意见。

冯成志

fengchengzhi@suda.edu.cn

2013 年 5 月 31 日

目 录

第 1 章	MATLAB 基础知识	1	4.4	程序 (M 文件) 的运行	31
1.1	启动与退出	1	4.5	函数参数的处理方式	32
1.2	MATLAB 界面组成	2	4.5.1	默认处理	32
1.3	命令的执行	2	4.5.2	命令行输入	34
1.4	获取帮助信息	5	4.5.3	对话框设置参数	35
第 2 章	数据类型	7	4.5.4	参数值的记忆与存取	35
2.1	数值型	7	4.5.5	函数的返回参数	36
2.2	字符型	10	4.5.6	可变数目的输入/输出参数	37
2.3	日期时间型	11	4.6	函数的类型	39
2.4	单元	11	4.6.1	主函数	39
2.5	结构	12	4.6.2	子函数	39
第 3 章	MATLAB 编程基础	14	4.6.3	函数间的调用关系	39
3.1	常数与常量	14	4.6.4	函数的调用顺序	42
3.2	变量	14	第 5 章	实验设计常用 MATLAB 函数	43
3.3	变量类型	14	5.1	矩阵数组操作类函数	43
3.3.1	局部变量	14	5.1.1	数组排序: sort	43
3.3.2	全局变量	15	5.1.2	数组行排序: sortrows	44
3.3.3	永久变量	15	5.1.3	矩阵旋转: rot90	44
3.4	关键字	15	5.1.4	矩阵左右/上下翻转: fliplr/flipud	45
3.5	运算符	16	5.1.5	矩阵水平/垂直拼接: horzcat/vertcat	45
3.5.1	算术运算符	16	5.1.6	数组的重复: repmat	46
3.5.2	关系运算符	19	5.1.7	数组维数变更: reshape	46
3.5.3	逻辑运算符	20	5.1.8	获取数组维数: size	47
3.5.4	逻辑运算函数	21	5.1.9	获取矩阵长度: length	47
3.6	过程控制	22	5.1.10	获取数组元素数: numel	48
3.6.1	if 条件语句	22	5.1.11	获取数组的维度数: ndims	48
3.6.2	switch 条件语句	24	5.1.12	两个常用矩阵: ones/zeros	48
3.6.3	for 循环语句	25	5.1.13	生成等间隔向量: linspace	49
3.6.4	while 循环语句	26	5.1.14	生成网格: meshgrid	49
3.6.5	try 错误控制语句	27	5.2	判断类函数	49
第 4 章	程序设计	29	5.2.1	是否为空: isempty	49
4.1	M 文件的建立	29	5.2.2	是否为列向量: iscolumn	50
4.2	脚本示例	30	5.2.3	是否为浮点数: isfloat	50
4.3	函数示例	30			

5.2.4	是否为整数: isinteger	51
5.2.5	是否为逻辑值: islogical	51
5.2.6	是否为非数值: isnan	52
5.2.7	是否无穷大: isinf	52
5.2.8	是否为行向量: isrow	52
5.2.9	是否为向量: isvector	53
5.2.10	是否为数值: isnumeric	53
5.2.11	是否相等: isequal	53
5.2.12	是否为字符: ischar	54
5.2.13	是否为字母: isletter	54
5.2.14	是否为空格: isspace	54
5.2.15	是否为集合元素: ismember	54
5.3	字符操作类函数	55
5.3.1	创建空格: blanks	55
5.3.2	格式化为字符: sprintf	55
5.3.3	转换为大/小写: upper/lower	56
5.3.4	去除首尾空格: strtrim	56
5.3.5	去除尾部空格: deblank	57
5.3.6	字符替换: strrep	57
5.3.7	字符查找: findstr/strfind	57
5.3.8	格式化读取: sscanf/sthread	57
5.3.9	执行字符表达式: eval	60
5.3.10	子串提取: strtok	61
5.3.11	字符比较: strcmp/strcmpi/ strncmp/strncmpi	61
5.3.12	字符拼接: strcat/strvcat	62
5.4	随机操作类函数	63
5.4.1	介于[0,1]间的均匀分布随机 浮点数: rand	63
5.4.2	介于[1,n]间的均匀分布随机 整数: randi	65
5.4.3	正态分布随机数: randn	66
5.4.4	设置随机数种子: seed	68
5.4.5	通过随机数流来控制随机数种子: RandStream	68
5.4.6	随机排列: randperm	70
5.4.7	重置随机数流: reset	70
5.4.8	随机排列数组或矩阵: Shuffle	71
5.4.9	随机抽样: Sample	71
5.4.10	随机抽样: RandSample	72
5.5	转换操作类函数	72
5.5.1	字符转数值: str2num	72
5.5.2	字符转双精度数: str2double	73
5.5.3	非负整数转字符: char	73
5.5.4	数值转换字符: num2str	73
5.5.5	数值转换单元: num2cell	74
5.5.6	整数转换成字符: int2str	74
5.5.7	结构转单元: struct2cell	75
5.5.8	单元转结构: cell2struct	75
5.5.9	单元转矩阵: cell2mat	76
5.6	路径操作类函数	76
5.6.1	获取 MATLAB 安装目录: matlabroot	76
5.6.2	获取当前工作路径: pwd	76
5.6.3	改变当前目录: cd	77
5.6.4	文件或路径列表: dir	77
5.6.5	显示当前目录下的文件列表: ls	78
5.6.6	获取工具箱目录: toolboxdir	78
5.6.7	创建目录: mkdir	79
5.6.8	删除目录: rmdir	79
5.6.9	垃圾箱控制开关: recycle	80
5.6.10	获取系统临时目录: tempdir	80
5.6.11	获取指定路径下的文件: FileFromFolder/FolderFromFolder	81
5.6.12	添加路径至搜索路径中: addpath	82
5.6.13	从搜索路径列表中移除某路径: rmpath	82
5.6.14	获取搜索路径分隔符: pathsep	82
5.6.15	获取文件名分隔符: filesep	82
5.6.16	拆分文件的路径和名称信息: fileparts	83
5.6.17	组合全路径文件名: fullfile	83
5.7	文件操作类函数	83
5.7.1	打开文件: fopen	83
5.7.2	关闭文件: fclose	84
5.7.3	读取二进制数据: fread	84
5.7.4	写入文件: fwrite	85
5.7.5	读取一行: fgetl	85
5.7.6	读取一行: fgets	86
5.7.7	格式化数据读取: fscanf	86
5.7.8	格式化数据输出: fprintf	86

5.7.9 文件操作错误信息: ferror	89	第 8 章 PSYCHTOOLBOX 函数介绍	103
5.7.10 文件尾判断: feof	90	8.1 窗口操作类函数	104
5.7.11 文件指针定位: fseek	90	8.1.1 创建主页面: OpenWindow	104
5.7.12 获取文件指针位置: ftell	90	8.1.2 创建缓冲页面: OpenOffscreenWindow	106
5.7.13 文件指针复位: frewind	90	8.1.3 创建纹理缓冲: MakeTexture	106
5.7.14 获取临时文件名: tempname	90	8.1.4 页面切换: Flip	106
5.7.15 文件或目录的移动、更名: movefile	91	8.1.5 绘制结束指令: DrawingFinished	107
5.7.16 文件或目录复制: copyfile	91	8.1.6 关闭页面: Close	107
5.7.17 定位文件或函数: which	92	8.1.7 关闭所有页面: CloseAll/sca	108
5.7.18 检查文件/目录/变量等是否存在: exist	92	8.1.8 选择目标缓冲区: SelectStereoDrawBuffer	108
5.7.19 将结构数组写入文件: WriteStructToText	93	8.2 矩形操作类函数	108
5.7.20 从文本中读取结构数组: ReadStructsFromText	93	8.2.1 矩形拼接: AdjoinRect	108
5.7.21 文件比较: visdiff	93	8.2.2 矩形对齐: AlignRect	109
5.7.22 显示文件内容: type	94	8.2.3 创建矩形阵列: ArrangeRects	110
5.7.23 设置/获取文件或目录的属性: fileattrib	94	8.2.4 矩形居中至某矩形: CenterRect	111
第 6 章 PSYCHTOOLBOX 的安装	96	8.2.5 矩形居中至某点: CenterRectOnPoint/ CenterRectOnPointd	111
6.1 PSYCHTOOLBOX 简介	96	8.2.6 矩形重叠区域: ClipRect	112
6.2 PSYCHTOOLBOX 安装	96	8.2.7 矩形缩放(正放负缩): GrowRect	112
6.2.1 系统要求与配置	96	8.2.8 矩形缩放(正缩负放): InsetRect	112
6.2.2 版本检查与卸载	97	8.2.9 矩形缩放(比例缩放): ScaleRect	112
6.2.3 安装新版本的 PSYCHTOOLBOX	98	8.2.10 矩形是否为空: IsEmptyRect	112
第 7 章 PSYCHTOOLBOX 常用数据类型	101	8.2.11 某点是否在矩形内: IsInRect	113
7.1 颜色	101	8.2.12 矩形平移: OffsetRect	113
7.2 矩形结构	101	8.2.13 获取矩形中心: RectCenter/ WindowCenter	113
7.3 窗口句柄	101	8.2.14 获取矩形中心: RectCenterd	114
7.4 时间单位	101	8.2.15 获取矩形的边界矩形: RectOfMatrix	114
7.5 反应方式	101	8.2.16 获取矩形的高度: RectHeight	114
7.6 文本	101	8.2.17 获取矩形的宽度: RectWidth	114
7.7 图片	102	8.2.18 获取矩形的宽和高: RectSize	115
7.8 音频	102	8.2.19 获取矩形的左边坐标: RectLeft	115
7.9 视频	102	8.2.20 获取矩形的右边坐标: RectRight	115
7.10 键盘扫描码	102		
7.11 鼠标按钮值	102		

8.2.21	获取矩形的顶边坐标:	
	RectTop.....	115
8.2.22	获取矩形底坐标:	
	RectBottom.....	115
8.2.23	创建矩形: SetRect	116
8.2.24	获取矩形对应的数组尺寸:	
	SizeOfRect	116
8.2.25	获取矩形的最小边界区域:	
	UnionRect	116
8.3	绘制类函数	116
8.3.1	画点: DrawDots/	
	ScreenDrawDots	116
8.3.2	画线: DrawLine.....	117
8.3.3	一次画多条线: DrawLines.....	117
8.3.4	画虚线: LineStipple.....	118
8.3.5	画弧: DrawArc.....	119
8.3.6	画粗线弧: FrameArc	119
8.3.7	画扇形(填充弧): FillArc	120
8.3.8	画实心矩形: FillRect.....	120
8.3.9	画矩形: FrameRect.....	121
8.3.10	填充椭圆: FillOval	122
8.3.11	画空心椭圆 FrameOval	123
8.3.12	画多边形: FramePoly	123
8.3.13	填充多边形: FillPoly	124
8.4	文本操作类函数	124
8.4.1	文本模式: TextModes 与	
	TextMode.....	124
8.4.2	绘制文本: DrawText	125
8.4.3	绘制格式化文本:	
	DrawFormattedText	125
8.4.4	字体: TextFont	126
8.4.5	文本大小: TextSize	126
8.4.6	文本样式: TestStyle.....	127
8.4.7	文本边界:TextBounds	127
8.4.8	文本颜色: TextColor	128
8.4.9	文本背景色:	
	TextBackgroundColor	128
8.4.10	字符拼接: CatStr	129
8.4.11	字符前填充: StrPad	129
8.4.12	字符串比较: streq.....	129
8.4.13	字符替换: Replace.....	129
8.5	图片/图像处理类函数	130
8.5.1	图片文件读取: imread	130
8.5.2	生成圆或椭圆: Ellipse	130
8.5.3	在圆上均匀采样:	
	SampleCircle.....	131
8.5.4	在球面上均匀采样:	
	SampleSphere.....	131
8.5.5	正弦/余弦函数图像(光栅):	
	MakeSineImage/MakeCosImage.....	131
8.5.6	拆解彩色图片数据成分:	
	UnpackColorImage.....	132
8.5.7	合并彩色图片数据成分:	
	PackColorImage	132
8.5.8	透明化处理: MaskImageIn/	
	MaskImageOut	132
8.5.9	纹理预加载: PreloadTextures	133
8.5.10	纹理绘制: DrawTexture	133
8.5.11	一次性绘制多个纹理:	
	DrawTextures	135
8.5.12	窗口复制: CopyWindow	136
8.5.13	窗口图像获取: GetImage	137
8.5.14	图像绘制: PutImage.....	138
8.5.15	颜色混合函数: BlendFunction	139
8.6	多媒体操作类函数	139
8.6.1	打开影片: OpenMovie	139
8.6.2	关闭影片: CloseMovie.....	140
8.6.3	获取影片图像: GetMovieImage.....	140
8.6.4	播放影片: PlayMovie.....	140
8.6.5	获取影片时间:	
	GetMovieTimeIndex.....	141
8.6.6	设置影片时间:	
	SetMovieTimeIndex	141
8.6.7	创建影片: CreateMovie.....	142
8.6.8	添加帧: AddFrameToMovie.....	142
8.6.9	添加音频信息:	
	AddAudioBufferToMovie.....	143
8.6.10	生成影片: FinalizeMovie.....	143
8.7	音频处理类函数	144
8.7.1	生成频率纯音: MakeBeep	144
8.7.2	播放“啵”声: Beeper.....	144
8.7.3	PTB 集成功能: Snd	144

8.7.4	读取波形声音文件: wavread	145	8.9.12	设置鼠标位置: SetMouse/ WaitSetMouse	165
8.7.5	写波形声音文件: wavwrite	146	8.9.13	等待鼠标点击: GetClicks	166
8.7.6	波形声音文件信息: wavinfo	147	8.9.14	询问: Ask	167
8.7.7	读取 au 音频文件: auread	147	8.9.15	光标隐藏: HideCursor	167
8.7.8	写 au 音频文件: auwrite	148	8.9.16	光标显示: ShowCursor	167
8.7.9	au 声音文件信息: auinfo	148	8.9.17	限制按键检查范围: RestrictKeysForKbCheck	168
8.7.10	获取多媒体文件信息: mmfileinfo	148	8.10	语音输入类函数	168
8.7.11	音频数据播放: sound	149	8.10.1	加载高性能声卡驱动: InitializePsychSound	168
8.7.12	创建音频播放器: audioplayer	149	8.10.2	打开音频设备: Open	169
8.7.13	创建录音机对象: audiorecorder	152	8.10.3	加载播放缓冲区: FillBuffer	170
8.7.14	获取音频设备信息: audiodevinfo	156	8.10.4	重新填充播放缓冲区: RefillBuffer	170
8.8	时间类函数	157	8.10.5	获取捕获音频数据: GetAudioData	171
8.8.1	启动计时器: Tic	157	8.10.6	启动音频设备: Start	171
8.8.2	读取计时器时间进度: Toc	157	8.10.7	停止音频设备: Stop	172
8.8.3	获取时间值: GetSecs	157	8.10.8	关闭音频设备: Close	172
8.8.4	等待指定时间: WaitSecs	158	8.10.9	音量控制: Volume	173
8.8.5	暂停: pause	159	8.10.10	打开虚拟附属设备: OpenSlave	173
8.8.6	获取时间: GetTicks	159	8.10.11	创建动态音频缓冲区: CreateBuffer	174
8.8.7	等待时间: WaitTicks	159	8.10.12	删除缓冲区: DeleteBuffer	174
8.8.8	获取滴答间隔: GetTicksTick	160	8.10.13	打开或关闭播放列表: UseSchedule	175
8.8.9	GetSecs 时间精度: GetSecsTick	160	8.10.14	添加音频缓冲区至播放队列: AddToSchedule	175
8.8.10	获取总线滴答数: GetBusTicks	160	8.10.15	调整开始播放时间: RescheduleStart	176
8.8.11	GetBusTicks 时间精度: GetBusTicksTick	160	8.10.16	设置播放片断始末点: SetLoop	177
8.9	按键操作类函数	160	8.10.17	获取音频设备状态信息: GetStatus	177
8.9.1	按键判断: KbCheck	160	8.10.18	设置或获取延迟偏差: LatencyBias	178
8.9.2	按键名称与扫描码: KbName	161	8.10.19	声音输入监控设置: DirectInputMonitoring	180
8.9.3	等待按键行为: KbWait	161			
8.9.4	按压等待: KbPressWait	162			
8.9.5	释放等待: KbReleaseWait	163			
8.9.6	击键等待: KbStrokeWait	163			
8.9.7	获取可键入字符: GetChar	163			
8.9.8	获取键盘事件队列中的字符: CharAvail	164			
8.9.9	刷新事件队列: FlushEvents	164			
8.9.10	字符监听设置: ListenChar	164			
8.9.11	获取鼠标状态: GetMouse	165			

8.10.20	设置或获取工作模式:	8.12.16	图形打印预览对话框:
	SetOpMode.....180		printpreview.....197
8.10.21	设置或获取运行模式:	8.12.17	图形打印对话框: printdlg.....197
	RunMode.....180	8.12.18	进度等待对话框: waitbar.....198
8.10.22	获取音频设备数:	8.13	系统环境信息类函数.....199
	GetOpenDeviceCount.....180	8.13.1	获取版本信息: Version.....199
8.10.23	获取音频设备信息:	8.13.2	获取计算机系统信息:
	GetDevices.....181		Compuer.....199
8.10.24	获取或设置底层驱动参数:	8.13.3	获取显示器数: Screens.....200
	EngineTunables.....182	8.13.4	获取窗口列表: Windows.....200
8.10.25	控制输出信息量: Verbosity.....182	8.13.5	窗口类型: WindowKind.....200
8.11	视频捕获类函数.....183	8.13.6	判断是否为缓冲页面:
8.11.1	打开视频设备:		IsOffscreen.....201
	OpenVideoCapture.....183	8.13.7	获取刷新频率(帧速率):
8.11.2	开始视频捕获:		FrameRate.....201
	StartVideoCapture.....184	8.13.8	获取刷新频率:
8.11.3	获取捕获图像:		NominalFrameRate.....201
	GetCapturedImage.....184	8.13.9	获取页面切换时间:
8.11.4	停止视频捕获:		GetFlipInterval.....201
	StopVideoCapture.....184	8.13.10	获取窗口所处显示器:
8.11.5	关闭视频捕获设备:		WindowScreenNumber.....202
	CloseVideoCapture.....185	8.13.11	获取窗口或显示器的矩形尺寸:
8.11.6	视频捕获参数设置:		Rect.....202
	SetVideoCaptureParameter.....185	8.13.12	获取像素位数: PixelSize.....202
8.12	MATLAB 对话框类函数.....185	8.13.13	获取可用的像素位数:
8.12.1	输入对话框: inputdlg.....185		PixelSizes.....202
8.12.2	错误提示对话框: errorldg.....186	8.13.14	获取窗口或显示器的尺寸:
8.12.3	帮助对话框: helpdlg.....187		WindowSize.....203
8.12.4	列表选择对话框: listdlg.....187	8.13.15	获取显示器的尺寸:
8.12.5	信息对话框: msgbox.....188		DisplaySize.....203
8.12.6	询问对话框: questdlg.....189	8.13.16	获取窗口的颜色范围:
8.12.7	警告对话框: warndlg.....190		ColorRange.....203
8.12.8	文件选择对话框: uigetfile.....190	8.13.17	获取窗口信息:
8.12.9	文件保存对话框: uiputfile.....192		GetWindowInfo.....203
8.12.10	变量保存对话框: uisave.....193	8.13.18	获取显示器的分辨率:
8.12.11	变量导出对话框:		Resolutions.....204
	export2wsdlg.....194	8.13.19	设置/获取显示器的显示模式:
8.12.12	文件打开对话框: uiopen.....194		Resolution.....205
8.12.13	目录选择对话框: uigetdir.....195	8.14	偏好设置类函数.....206
8.12.14	颜色设置对话框: uisetcolor.....195	8.14.1	是否区分大小写: IgnoreCase.....206
8.12.15	字体设置对话框: uisetfont.....196		

8.14.2	不输出警告信息: SuppressAllWarnings	206	第 10 章	PTB 与 OpenGL 的结合	426
8.14.3	调试信息详细度: VisualDebugLevel	206	10.1	OpenGL 渲染控制类函数	426
8.14.4	文本渲染: TextRenderer	207	10.1.1	初始化 OpenGL: InitializeMatlabOpenGL	426
8.14.5	文本平滑处理: TextAntiAliasing	207	10.1.2	开始 OpenGL 渲染: BeginOpenGL	426
8.14.6	设置默认字体大小: DefaultFontSize	207	10.1.3	结束 OpenGL 渲染: EndOpenGL	426
8.14.7	设置默认字体式样: DefaultFontStyle	207	10.1.4	设置 OpenGL 纹理: SetOpenGLTexture	426
8.14.8	设置默认字体名称: DefaultFontName	207	10.1.5	获取 OpenGL 纹理: GetOpenGLTexture	427
8.14.9	忽略同步扫描检测: SkipSyncTests	207	10.1.6	OpenGL 状态压栈: glPushMatrix	427
8.14.10	设置三维图形模式: Enable3DGraphics	207	10.1.7	恢复 OpenGL 保存状态: glPopMatrix	427
第 9 章	PSYCHTOOLBOX 实验设计实例	208	10.1.8	加载默认设置: glLoadIdentity	427
9.1	指导语呈现方式	208	10.1.9	平移: glTranslate	427
9.2	单次实验 (trial) 的实现	216	10.1.10	缩放: glScale	428
9.2.1	提醒被试做好准备	216	10.1.11	旋转: glRotate	428
9.2.2	呈现刺激 (序列)	218	10.2	PTB 中嵌入 OpenGL 需注意的 问题	428
9.2.3	等待被试做出反应	221	10.3	OpenGL 例程	428
9.2.4	给予反馈	222	第 11 章	PTB 与 Eyelink 眼动仪的连接	439
9.2.5	收集数据	224	11.1	Eyelink 系统函数	439
9.3	逐步完善实验的连续运行	225	11.1.1	眼动仪默认初始化: EyelinkInitDefaults	439
9.4	多种处理条件的组合	238	11.1.2	眼动仪初始化: Initialize	440
9.5	刺激的同时呈现	252	11.1.3	眼动仪虚拟初始化: InitializeDummy	440
9.6	刺激的序列呈现	265	11.1.4	眼动仪集成初始化: EyelinkInit	440
9.7	刺激的循环呈现	287	11.1.5	关闭眼动仪: ShutDown	440
9.8	多阶段组合	316	11.1.6	系统检测: TestSuite	441
9.9	键盘鼠标控制编程	329	11.2	Eyelink 校正函数	441
9.10	语音反应编程	343	11.2.1	配置眼动仪: StartSetup	441
9.11	游戏编程	347	11.2.2	集成化校正: EyelinkDoTrackerSetup	441
9.12	问卷调查与量表测试	361	11.2.3	漂移校正: DriftCorrStart	441
9.13	MATLAB 内置函数应用示例	371			
9.14	图形用户界面开发	373			
9.14.1	GUIDE 界面简介	373			
9.14.2	GUI 编程	376			
9.14.3	GUI 编程实例	377			

11.2.4	集成化漂移校正:	11.5.2	调整当前输出位置:
	EyelinkDoDriftCorrStart441		print_position..... 446
11.2.5	校正生效: ApplyDriftCorr442	11.5.3	清除屏幕: clear_screen 446
11.2.6	获取目标坐标: TargetCheck.....442	11.5.4	画线: draw_line..... 446
11.2.7	接受注视触发: AcceptTrigger.....442	11.5.5	画方框: draw_box 447
11.3	Eyelink 数据函数442	11.5.6	画实心矩形: draw_filled_box447
11.3.1	创建或打开眼动数据文件:	11.5.7	画文本: draw_text 447
	OpenFile.....442	11.5.8	画十字: draw_cross 447
11.3.2	眼动数据传输: ReceiveFile442	11.5.9	设置传输数据类型:
11.3.3	数据文件关闭及保存:		link_sample_data 447
	CloseFile442	11.5.10	设置传输事件类型:
11.3.4	开始数据记录:		link_event_data 447
	StartRecording443	11.5.11	设置传输事件类型:
11.3.5	停止数据记录:		link_event_filter 448
	StopRecording.....443	11.5.12	设置存储数据类型:
11.3.6	检查新数据:		file_sample_data 448
	NewFloatSampleAvailable443	11.5.13	设置存储事件类型:
11.3.7	获取新数据:		file_event_data 448
	NewestFloatSample443	11.5.14	设置存储事件类型:
11.3.8	获取新的原始数据:		file_event_filter 449
	NewestFloatSampleRaw.....444	11.6	Eyelink 信息函数..... 449
11.3.9	获取数据类型:	11.7	Eyelink 按键函数..... 449
	GetNextDataType.....444	11.8	Eyelink 杂项函数..... 450
11.3.10	获取浮点数据:	11.8.1	时间请求: RequestTime 450
	GetFloatData444	11.8.2	读取眼动仪时间: ReadTime..... 450
11.3.11	获取浮点原始数据:	11.8.3	获取眼动仪运行时间:
	GetFloatDataRow444		TrackerTime 450
11.4	Eyelink 状态函数445	11.8.4	获取时间差: TimeOffset 450
11.4.1	获取追踪眼睛: EyeAvailable445	11.8.5	使眼动仪离线:
11.4.2	连接状态检验: IsConnected.....445		SetOfflineMode..... 450
11.4.3	获取校准结果: CalResult445	11.8.6	设置模式转换等待时间:
11.4.4	记录状态检查:		WaitForModeReady 450
	CheckRecording.....445	11.8.7	设置信息显示等级:
11.4.5	获取眼动仪型号:		Verbosity 450
	GetTrackerVersion..... 445		
11.4.6	获取眼动仪当前模式:	第 12 章	PTB 与 SMI/iViewX 眼动仪的
	CurrentMode.....445		连接..... 467
11.4.7	图像模式检测:	12.1	iViewX 数据结构 467
	ImageModeDisplay446	12.2	iViewX 系统函数 467
11.5	Eyelink 命令函数446	12.2.1	眼动仪默认初始化:
11.5.1	回显文本: echo446		iViewXInitDefaults..... 467

12.2.2	眼动仪命令设置: iViewX	467	12.4	iViewX SDK	469
12.2.3	眼动仪连接初始化: initialize	468	12.4.1	数据结构	469
12.2.4	眼动仪校正: calibration	468	12.4.2	库文件加载: loadlibrary	472
12.2.5	漂移校正: driftcorrection	468	12.4.3	调取库函数: calllib	472
12.2.6	关闭眼动仪: shutdown	468	12.4.4	卸载库文件: unloadlibrary	472
12.2.7	打开眼动仪连接:		12.4.5	创建供动态库使用的结构指针:	
	openconnection	468		libstruct	472
12.2.8	关闭连接: closeconnection	468	12.4.6	创建对象指针: libpointer	472
12.2.9	与眼动仪进行通信:		12.4.7	浏览库函数:	
	iViewXComm	468		libfunctions/libfunctionpreview	473
12.3	iViewX 数据函数	468	第 13 章	PTB 与 NeuroScan 脑电仪的	
12.3.1	开始记录眼动数据:			连接	483
	startrecording	468	附录		490
12.3.2	获取眼动数据: receivedata	469	附录 1	键名与扫描码[KbName	
12.3.3	信息写入: message	469		('KeyNames')返回值]	490
12.3.4	停止眼动数据记录:		附录 2	键名与扫描码[KbName	
	stoprecording	469		('KeyNamesOSX')返回值]	492
12.3.5	打开数据流:		参考文献		495
	datastreamingon	469	后记		496
12.3.6	关闭数据流:				
	datastreamingoff	469			

第1章 MATLAB 基础知识

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称, 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件。MATLAB 是用于科学计算的一种高性能语言, 其应用范围非常广泛, 包括数学运算、算法开发、数据采集与挖掘、数据建模与模拟分析、数据研究与可视化, 以及应用程序开发等。

1.1 启动与退出

MATLAB 的启动与其他软件的启动方法相同, 此处不再赘述。

其退出有不同之处, 常用方法是直接在命令窗口提示符 (>>) 后输入 exit 或 quit 命令, 相当于从菜单 File 中选择 Exit MATLAB 选项。

例如 (其中 ↵ 表示回车):

```
>> exit ↵
```

如果在 Preferences 对话框 (File→Preferences) 中选中 “Confirm before exiting MATLAB” (见图 1-1), 则在退出之前会出现如图 1-2 所示的确认对话框。

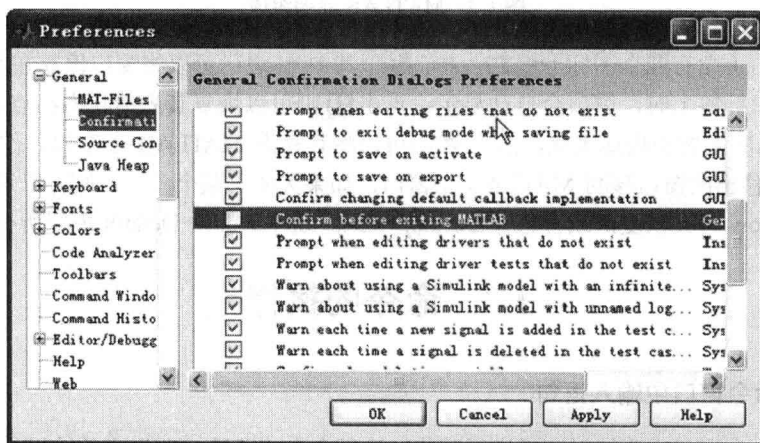


图 1-1 偏好设置对话框

●注意: 可以在偏好设置窗口中改变字体或设置其他选项。

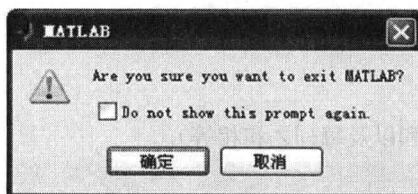


图 1-2 退出确认对话框

1.2 MATLAB 界面组成

MATLAB 界面组成如图 1-3 所示, 主要包含四类窗口: 命令窗口 (command window)、工作区窗口 (workspace)、命令历史窗口 (command history) 和当前目录窗口 (current folder)。

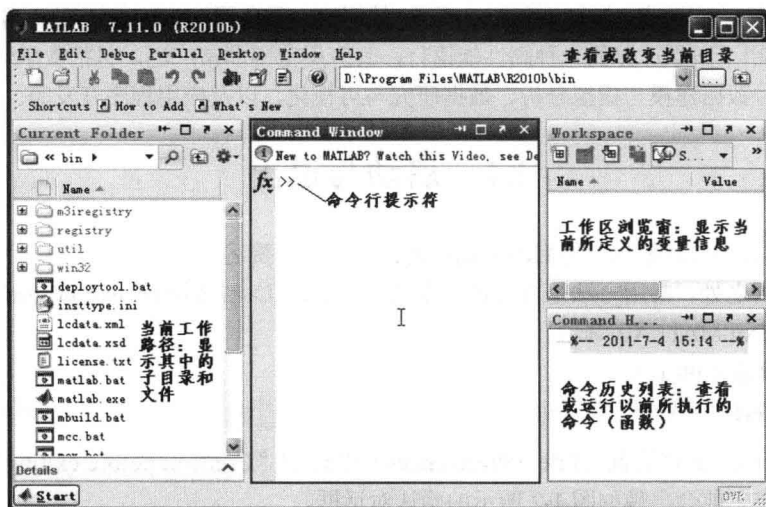


图 1-3 MATLAB 界面组成

每个窗口的右上角有四个图标 , 其中  表示可以将窗口停靠在左侧或右侧边框, 当鼠标移动至窗口标签上时, 窗口会自动显示; 点击  则可以恢复其先前状态; 点击  则可以将某个窗口在 MATLAB 主窗口内最大化, 点击  则可以将其移出 MATLAB 主窗口, 作为一般窗口来显示, 点击  则将移出的窗口移回 MATLAB 主窗口, 如果关闭了某个窗口, 则可以通过菜单 Window → Command Window 将其恢复, 或者选择 Desktop → Desktop Layout → Default 恢复所有的默认排列。

1.3 命令的执行

1. 直接在命令窗口中输入语句

我们可以在命令窗口中直接对变量进行赋值, 运行命令或函数, 所生成的结果或辅助信息也会在命令窗口中显示。如果命令语句有返回值, 在语句末尾添加分号 (;) 可以屏蔽掉结果的输出, 对于没有返回值的命令或函数, 则没有分别。

例如, 生成一变量 a , 并将其赋值为 10

```
>> a=10
```

```
a =  
10
```

生成魔方阵 (矩阵的每行之和以及每列之和相等),

```
>> magic(5)
```

```
ans =  
17    24     1     8    15
```

23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

可以在一行中输入多条语句，例如，生成两个变量 a 和 b ，并赋值为 10 和 20，然后将 a 和 b 相加，并显示结果，

```
>> a=10;b=20;a+b
ans =
    30
```

对于有返回值的语句，如果没有明确将返回值赋予某个变量，则默认将其赋予 ans 。

如果输入的是程序控制语句（如 `if...end` 或 `for...end` 等），则回车后并不显示提示符，而要等到完成对应的语句组并回车后，才会出现命令提示符。

例如，计算 $1+2+\dots+10$ 的和

```
>> a=0;for i=1:10 a=a+i;
end
>> a %显示变量 a 的内容
a =
    55
```

❖注意：控制语句末尾不需要加分号

下面的命令清除命令窗口中所有的内容

```
>> clc
```

❖注意：如果需要重新执行最近所使用的命令或语句，可以通过上下按键来显示；也可以先输入前几个字符，再通过上下键快速定位，如果要取消当前在命令窗口中输入的内容，可以按 `Esc` 键。

另外 `Tab` 键在命令窗口中有特殊作用，当输入某部分内容后，再按 `Tab` 键，MATLAB 会以列表的形式显示可供选择的内容，这样可以节省输入的字符，如输入：

```
>> edit anal <Tab>
```

则显示如图 1-4 所示的列表，通过鼠标或上下键进行选择即可。

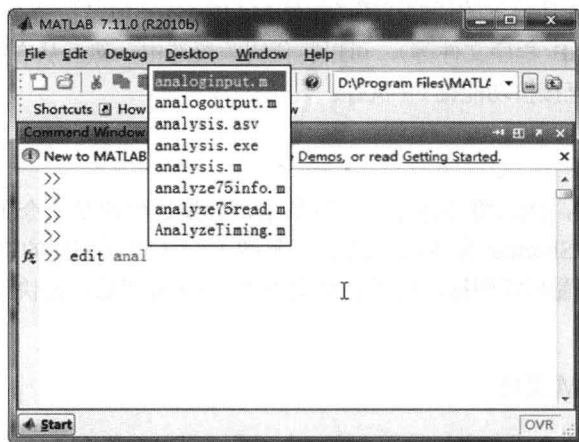


图 1-4 Tab 列表选择

2. 粘贴多行代码语句

你可以把从其他地方（网站、程序文件等）复制的 MATLAB 语句代码粘贴在命令窗口中一次性执行其中的内容。

例如，在记事本中输入以下内容

```
for i=1:10
    for j=1:i
        fprintf('%d\t',i);
    end
    fprintf('\n');
end
```

然后将其粘贴至 MATLAB 命令窗口中，会输出以下数字三角形，

```
>> for i=1:10
    for j=1:i
        fprintf('%d\t',i);
    end
    fprintf('\n');
end
```

```
1
2  2
3  3  3
4  4  4  4
5  5  5  5  5
6  6  6  6  6  6
7  7  7  7  7  7  7
8  8  8  8  8  8  8  8
9  9  9  9  9  9  9  9  9
10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
```

3. F9 执行

如果要执行 MATLAB 环境下的示例代码（此处 MATLAB 环境是指命令历史列表、帮助文件、命令窗口中的内容、MATLAB 程序文件等），可以将代码片段选中，然后从右键弹出的快捷菜单中选择 Evaluate Selection 选项或直接按功能键 F9 执行。

4. 建立快捷键

选择一条或多条语句，然后将其拖至快捷键条上，如果选中的是命令历史窗口的内容，还可以从快捷菜单中选择 Create Shortcut 命令，通过窗口（见图 1-5）来设置创建的快捷键的细节，其中 Label 指定标签名，Icon 可以设置标签图标，设置完毕后点击 Save 按钮后，在快捷键条上出现清除命令窗口（见图 1-6）。

5. 建立程序文件（M 文件）

将 MATLAB 函数或命令语句有机地组合在一起，保存在 M 文件中（其扩展名为 .m），然后运行 M 文件就可以执行其中的命令代码（参见 4.4 节）。