

# 3.1 Simulink 简介和启动

Simulink 是 MATLAB 的一种可视化仿真工具,它提供了系统建模、仿真和综合分析的集成环境。在该环境中,无须编写大量程序,只需通过简单直观的鼠标操作,选择适当的模块并进行连线,就可以构造出复杂的仿真模型。

Simulink 具有以下特点:

- 适应面广,可用于各种系统建模。
- 结构和流程清晰,以方块图形式呈现。
- 仿真精细。
- 可访问 MATLAB,且便于移植。

在 MATLAB 命令窗口输入 Simulink,或者在 MATLAB 主页菜单栏单击 📓 Simulink 按钮,即可出现如图 3.1.1 所示的 Simulink 启动界面。单击其中的 Blank Model 图标即可新建一个如图 3.1.2 所示的空白模型窗。

SIMULINK <sup>*</sup>	New Example	5			
🗅 Open	Search			All Templates 🗸 Q	
Recent Pa sin_files.stx Pa sinfiles.stx	> My Templates			Learn More	
<ul> <li>artified sit</li> <li>artif</li></ul>			D	Ender to Design	
				2-1-62-622	
	Source Centrol Code Generation Digital Filter Feedback Controller				
	> Aerospace Blockset				
	Audio System Toolbox				

图 3.1.1 Simulink 启动界面



图 3.1.2 新建模型窗

单击空白模型窗工具条上的 I Library Browser(模块库浏览器)按钮,即可打开模 块库,如图 3.1.3 所示。左侧的树状图显示本机安装的 Simulink 模块库;右侧显示当前 库中的所有模块,可以用左键拖曳或将它们复制到空白模型窗;最上方的编辑框用于搜 索模块,在这里输入模块名后再按回车键,即可找到该模块。



图 3.1.3 Simulink 模块库浏览器

## 3.2 Simulink 基本模块

图 3.2.1 展示了 Simulink 模型的一般性结构,其通常包含 3 部分: 信源(Source)、系统(System)以及信宿(Sink)。信源可以是正弦信号、门信号等信号源;系统是指

第3章

Simulink及GUI

#### 信号与系统仿真教程及实验指导

Simulink 模块搭建的框图; 信宿可以是示波器、存储器等。信源、系统、信宿都可以从 Simulink 库中直接得到,或利用库中的模块搭建得到。



图 3.2.1 Simulink 模型的一般性结构

### 3.2.1 Sources 库

Sources(输入源)库主要提供输入信号,详见图 3.2.2。每个模块下面的英文名称简要说明了其功能,比如 Clock 输出每个仿真点的时刻,Constant 输出常数,Sine Wave 输出正弦波等。



图 3.2.2 Sources 库中包含的信号源模块

#### 3.2.2 Sinks 库

Sinks(接收)库用来输出和显示信号。常用的接收模块作用详见表 3.2.1。

表 3.2.1 常用的接收模块

名称	作用	名 称	作用
Display	数值显示	Terminator	接收终端
Floating Scope	游离示波器	To Workspace	向工作空间写入数据
Out1	输出端口	To File	向文件写入数据
Scope	示波器	XY Graph	显示两路输入信号的 x-y 图形
Stop Simulation	输入不为 0 时停止仿真		

除 Sources 库、Sinks 库外, Simulink 还提供了 Continuous(连续系统)库、Discrete (离散系统)库、Math Operations(数学运算)库、Ports & Subsystems(端口和子系统)库、 Discontinuities(非线性)库,用户可以利用这些库中的模块搭建需要的系统。

### 3.3 Simulink 实例

下面举例说明如何利用 Simulink 进行仿真。

**例 3.3.1** 假定两个输入信号分别是  $x_1(t) = 2\cos(200\pi t) x_2(t) = \sin(1000\pi t)$ ,用 Simulink 计算  $y(t) = x_1(t) \times x_2(t)$ ,将结果存入工作空间变量 sinprod 中并显示波形。 仿真频率 10000Hz,仿真时间 1s。

第一步,选择模块。

在 Sources 库中选择两个 Sine Wave 模块,在 Math 库中选择 Product 模块,在 Sinks 库中选择 Scope 和 To Workspace 模块。选中模块后用左键将其拖曳到空白模型窗中,并按照输入在左、输出在右的顺序放置好这些模块。每个模块的图标大小、名称都可以 修改,只要用鼠标拖曳边框或双击模块下方的文字即可。

第二步,连接模块。

(1)将光标指向源模块的输出端口,此时光标变成"+"。

(2)单击并拖动,这时会出现一端连接源模块输出端口的红色虚线;按住左键不放,将光标拖动到目标模块的输入端口,在足够接近时,红色虚线会变成黑色实线,松开左键,连接完成。

在部分高版本的 Simulink 中,也可以单击源模块,保持 Ctrl 键处于按下状态,再单击目标模块,完成连接。

有些情况下,源模块的输出同时要作为多个模块的输入,这时可以交换连线的起点 和终点。将前面选择的模块按要求进行连接,结果如图 3.3.1 所示。



图 3.3.1 连接后的模块

第3章

Simulink及GUI

教学视频

#### 第三步,设置模块参数。

以 $x_1(t) = 2\cos(200\pi t)$ 为例介绍输入信号的设置。双击 Sine Wave 模块,即可得到 参数设置窗口,如图 3.3.2 所示。Amplitude 为 sine 信号的振幅; Bias 为直流偏置; Frequency 虽然汉语意思是频率,但通过单位 rad/s 或 o(t) = Amp \* sin(Freq \* t + Phase)+Bias 可知,其表示的是角频率; Phase 为初始相位, Sample time 是抽样间隔。 将 Amplitude 修改为 2, Frequency 修改为 200 \* pi, Phase 修改为 pi/2,即可得到  $x_1(t) = 2\cos(200\pi t)$ 。

Block Parameters: Sine Wave				×
Sine Wave				
Output a sine wave:				
O(t) = Amp*Sin(Freq*t+Phas	se) + Bias			
Sine type determines the comp the two types are related the	outational cough:	technique use	d. The param	eters in
Samples per period = 2*pi / 0	(Frequency :	* Sample time	)	
Number of offset samples = Ph	nase * Samp	les per perio	d / (2*pi)	
Use the sample-based sine typ large times (e.g. overflow in	be if numer 1 absolute	ical problems time) occur.	due to runn	ing for
Parameters				
Sine type: Time based				•
Time (t): Use simulation time	e			•
Amplitude:				
1				:
Bias:				
0				:
Frequency (rad/sec):				- Internet
1				:
Phase (rad):				
0				:
Sample time:				
0				:
☑ Interpret vector parameter	s as 1-D			-
0	OV	0 1		1 1
9	UK	Cancel	Help	Apply

图 3.3.2 Sine Wave 模块参数设置窗口

由于在观察输出信号的同时要将其与两路输入信号进行比较,选中 Scope 模块后右击,将弹出菜单中的 Signals& Ports→Number of Input Ports 改为 3。完成连线,使其分别观察两个输入信号和一个输出信号。

双击 To Workspace 模块,将 Variable Name 改为 sinpord。

第四步,运行仿真。

为了对系统进行正确的仿真与分析,必须设置系统仿真参数。单击 Simulation 菜单 栏下的 Configuration Parameters 按钮,得到参数设置窗口。将参数按照要求进行修改, 如图 3.3.3 所示。

Solver	Simulation time				
Data Import/Export	Start time: 0.0	Stop tim	e: 1		
Diagnostics Hardware Implementation	Solver selection				
Model Referencing	Type: Fixed-step	▼ Solve	r: auto (Automatic solver selection)	•	
Code Generation Coverage	▼ Solver details				
HDL Code Generation	Fixed-step size (fundamental sample time): 1/10000				
	Tasking and sample time options				
	Periodic sample time constraint: Unconstrained				
	Treat each discrete rate as a separate tas	sk			
	Allow tasks to execute concurrently on target				
	Automatically handle rate transition for data transfer				
	Higher priority value indicates higher task priority				

图 3.3.3 系统参数设置窗口

单击工具条上的"开始"按钮进行仿真。仿真结束后,双击 Scope 模块观察仿真结果,可以观察到 3 个不同颜色的信号波形,但不知道每个波形对应哪个信号。这时可以 单击 View→Layout 命令,选择三行一列;单击 View→Legend 命令,显示图例,即可得到 系统仿真结果,如图 3.3.4 所示。



图 3.3.4 Simulink 系统仿真的结果

第13章 Simulink及GUI

# 3.4 GUI 简介

图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)是由窗口、图标、按钮、菜单、文本等 控件构成的应用程序界面。选中或者激活这些对象通常会导致某个动作或变化的发生。 GUI可以方便地进行某种技术、方法的演示。MATLAB本身提供的很多服务就是由 GUI实现的,比如帮助系统的 demo,滤波器设计和分析工具 filterDesigner 等。



# 3.5 GUI 启动

在 MATLAB 命令窗口输入 guide 命令,就会出现"GUIDE 快速入门"对话框。该对 话框有两个选项卡:"新建 GUI"和"打开现有 GUI"。在"新建 GUI"选项卡中,选择 "Blank GUI(Default)",单击"确定"按钮后会弹出页面编辑器,如图 3.5.1 所示,主要由 工具栏、控件和布局设计区组成。控件面板包含了所有的 GUI 控件,用户可以将其拖曳 到右侧设计区。常用控件的作用见表 3.5.1。



图 3.5.1 页面编辑器

类 型	作用
拉加	按钮是最常见的控件,通常用于执行某一个操作。用户通过单击按钮,使 MATLAB
按钮	执行定义在该按钮上的回调函数。按钮被按下去后,会立即恢复到弹起状态
<b>畄</b> ) 上   切   切	单选按钮是由标签和一个很小的圆圈组成的控件。当被选中时,圆圈会呈现填充的
平匹按钮	状态,取消选中时,又会恢复到无填充状态
编辑框/可编	用户可以修改编辑框中的内容。在多行输入时,如果输入的文本超出文本框的范围,
辑文本	该文本框会自动生成一个纵向的滚动条。用户按回车键即可执行该控件的回调函数
	该菜单向用户提供了多个选项,但用户只能从中选择一项。当没被激活时,它是一
弹出式菜单	个包含当前用户选择项的矩形或按钮;当单击其向下的箭头时,就会弹出其他各个
	选项。只需单击希望的选项,就可以完成新的选择并执行该控件的回调函数
	切换按钮与普通按钮的不同点是,当单击一次切换按钮时,会交替呈现两种不同的
切换按钮	状态(弹起和按下),而普通的按钮会在单击后立即弹起。相同点是,每单击一次就
	执行一次相应的回调函数
坐标区	为画图提供图形窗口
按钮组/面板	提供可视化的分割
	通常由3部分构成:滑杆、指示器以及位于滑杆两端的箭头。滑动条通常用于在数
) 山 山 夕	据范围内选择一个数据值,方法有3种:①按住左键并使光标在滑动框内移动,当移
佰列余	动到希望的数据位置时,松开鼠标。②当鼠标指针位于滑杆内时单击。③将鼠标指
	针放在滑杆两端的其中一个箭头上并单击
有业据	复选框通常包含多个复选项,每个复选项由一个方形的选择框和一个紧随其后的标
发匹性	签组成。当一个复选项被激活后,该项将会在选中和清除之间切换
静态文本	通常用于显示标题、标签、用户信息或当前值。用户无法对其进行编辑或选择
列表框	列表框看起来与多行文本框类似。其中的文本只能用于选择,不能进行编辑

表 3.5.1 常用控件的作用

### 3.6 GUI 设计步骤

下面以绘制正弦波为例介绍 GUI 的设计步骤。

### 3.6.1 分析需求

首先确定希望通过 GUI 完成何种功能、需要进行何种操作,这是最重要也是最难的 一步。很多情况下,在用户创建 GUI 的过程中还可能出现一些新的想法或发现一些新的 问题,这时需要重新回到这一步进行思考。

为了实现绘制正弦波的目的,需要通过人机交互确定正弦信号的角频率、振幅、初相 以及时间长度。

#### 3.6.2 完成布局

分析需求后,将需要的控件拖到布局设计区中,修改控件属性,完成布局。 (1)根据 3.6.1节的分析,计划用到的控件包括:4个编辑框用来输入角频率、振幅、 初相和时间长度,5个静态文本说明编辑框的作用以及整个GUI的作用,1个图形窗用来 画图,1个按钮发出绘图命令。

(2)逐一选择所需控件,将其摆放到合适的位置并调整大小。可利用工具栏的串对 齐对象按钮辅助完成界面布局。界面布局建议遵循简单性、一致性、习常性(尽量使用人 们熟悉的标志和符号)等原则。

### 3.6.3 修改控件属性

双击布局设计区的空白处或任意控件,会弹出如图 3.6.1 所示属性编辑器。页面、 不同控件的属性数量和类别各不相同,但有些属性是共有的。在众多属性中,最常用的 如表 3.6.1 所示。如果需要批量将不同控件的属性设为同一值,则可全选后双击其中一 个控件,此时会显示其共同属性,在相应属性位置进行修改即可,如图 3.6.2 所示。

■检查器: matlab.ui.control.UIControl		- 0	$\times$
20 2+ m:=:			
+ BackgroundColor	3		^
BeingDeleted		Off	
BusyAction		queue	
ButtonDownFcn	de la		
CData	=		3
Callback	alf.		0
CreateFcn	also		
DeleteFcn	also		0
Enable	11	on	
+Extent		[0 0 8 1.069]	
FontAngle		normal	
FontName		MS Sans Serif	0
FontSize		8.0	0
FontUnits		points	
FontWeight		normal	
+ ForegroundColor	3	-	
HandleVisibility		on	
HorizontalAlignment		center	
+InnerPosition		[41.909 29.414 21.636 2.138]	
Interruptible		⊡On	
KeyPressFcn	alf.		0
KeyReleaseFcn	also		8
ListboxTop		1.0	0
Max		1.0	0
Min		0.0	0
+OuterPosition		[41.909 29.414 21.636 2.138]	
De chile e		141 000 00 414 01 606 0 4001	~

图 3.6.1 属性编辑器

表 3.6.1 常用的控件属性及含义

名 称	含 义
FontSize	控件上文字的大小
FontUnits	文字单位,建议选择 normalized,这样控件放大或缩小时,文字会等比例放大或缩小
String	控件上显示的文字
Tag	控件的唯一标识,编程访问和控制该控件的唯一途径
Units	单位,建议选择 normalized,这样 GUI 页面放大或缩小时,控件会等比例放大或缩小

於检查器:已选择多个对象			$\times$
BeingDeleted	Off		
BusyAction	queue		1
ButtonDownFcn	ally .		٥
CreateFcn	🐗 Multi		0
DeleteFcn	et .		đ
FontAngle	normal		
FontName	Multi		0
FontSize	Multi		٥
FontUnits	normalized		8
FontWeight			1
HandleVisibility	on		1
Interruptible	⊡On		
+ OuterPosition	Multi		
+ Position	Multi		
Tag	Multi		0
UIContextMenu	<none></none>		1
Units	normalized		
UserData	8		0
Visible	⊠On		

图 3.6.2 批量进行属性修改

属性修改后的最终布局如图 3.6.3 所示,主要控件标签和设计功能见表 3.6.2。



图 3.6.3 正弦波绘制界面的控件布局

第 3 章

Simulink及GUI

Tag	类 型	设计功能
omega		指定正弦信号角频率
amp	伯相框	指定正弦信号振幅
fai	5冊 4中 1庄	指定正弦信号初相
tmax		指定画图时间长度
axes1	坐标区	为画图提供图形窗
SinPlot	按钮	发送画图命令

表 3.6.2 主要控件的标签和设计功能

### 3.6.4 保存 GUI

完成控件布局、属性修改后,单击工具条上的保存按钮,输入要保存的文件名并单击 "确定"按钮。由于要画正弦波,所以将上述 GUI 界面保存为 sinPlot. fig,同时会生成与 之对应的 sinPlot. m 文件(\*. m 会自动生成并且与\*. fig 同名)。. fig 文件用于产生界 面,M 文件用于保存运行该. fig 文件所需的程序代码,如回调函数。注意. fig 文件的文 件名一般不要修改,因为所有控件的回调函数名都与最初的文件名有关。

### 3.7 回调函数编写

用户在 GUI 界面对控件进行某种操作后,需要相应的 M 文件配合执行一段代码以完成该控件希望的功能,这个功能是通过编写控件的回调函数实现的。选中该控件,右击选择"查看回调"命令,就会看到回调函数 Callback、CreatFcn、DeleteFcn、ButtonDownFcn 和 KeyPressFcn。选择其中一个后,会自动跳转到 M 文件中对应的函数上。

以绘制正弦波为例,只需要编写 SinPlot 按钮的回调函数,源代码如下。

```
function PlotSin Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to PlotSin (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
amp = str2num(get(handles.amp,'string')); % 读取振幅,amp 是振幅编辑框的标签
omega = str2num(get(handles.omega,'string')); % 读取角频率, omega 是角频率编辑框的标签
theta = str2num(get(handles.fai,'string')); %读取初相,fai 是初相编辑框的标签
tend = str2num(get(handles.tmax,'string')); % 读取 t 最大值, tmax 是时间长度编辑框的标签
Fs = omega/(2 * pi) * 30;
                                        %自适应选择抽样频率
t = 0:1/Fs:tend;
                                        8自变量
                                        %产生正弦信号
xt = amp * sin(omega * t + theta);
axes(handles.axes1)
                                        %选择图形窗
plot(t,xt); title('正弦信号'); xlabel('t')
```

# 3.8 GUI 运行

编写完所有控件的回调函数后,单击.fig 文件工具条上的运行按钮,或直接运行 M 文件,会发现界面无法最大化。双击.fig 布局设计区的空白处,会弹出属性界面,将 Resize 属性由 off 变成 on 后再次运行程序,这时界面可以最大化。单击画图按钮,得到 最终的画图结果,如图 3.8.1 所示。可以根据需要修改参数,再次单击画图按钮,即可实 现参数修改后的正弦波绘制。



图 3.8.1 正弦波绘制的 GUI 界面

第3章 Simulink及GUI-