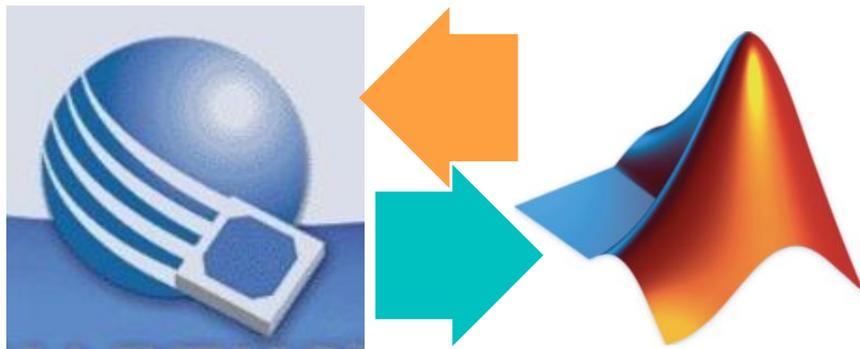


# MATLAB—FPGA

## 数据交互实验



杜伟韬 [duweitaoy@cuc.edu.cn](mailto:duweitaoy@cuc.edu.cn)

数字化工程中心 中国传媒大学

# 致谢

---

- 感谢各种网络文档
- 此处不一一列出，向原作者一并致谢
- 特别感谢：某洁癖爱好者同学



# 需要的软件

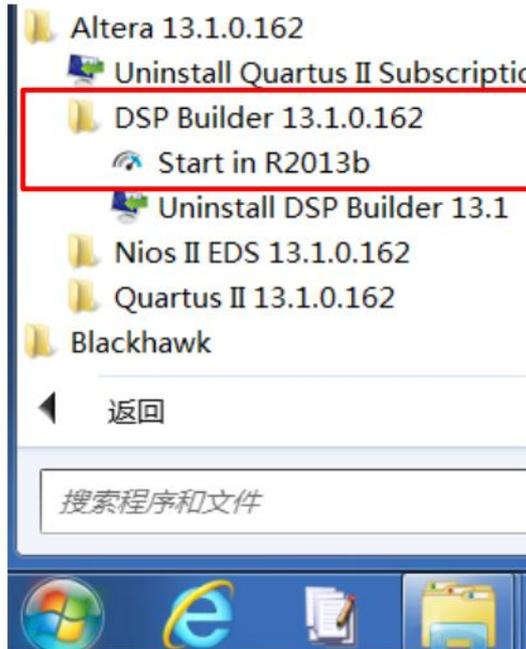
- Matlab , Quartus , DSP builder
- Altera和Matlab的版本关系如下：

Tool	Version		
	14.1	14.0	13.1
DSP Builder	14.1	14.0	13.1
The MathWorks (MATLAB and Simulink) (1)	R2012b R2013a R2013b R2014a R2014b	R2012a R2012b R2013a R2013b R2014a	R2012a R2012b R2013a R2013b



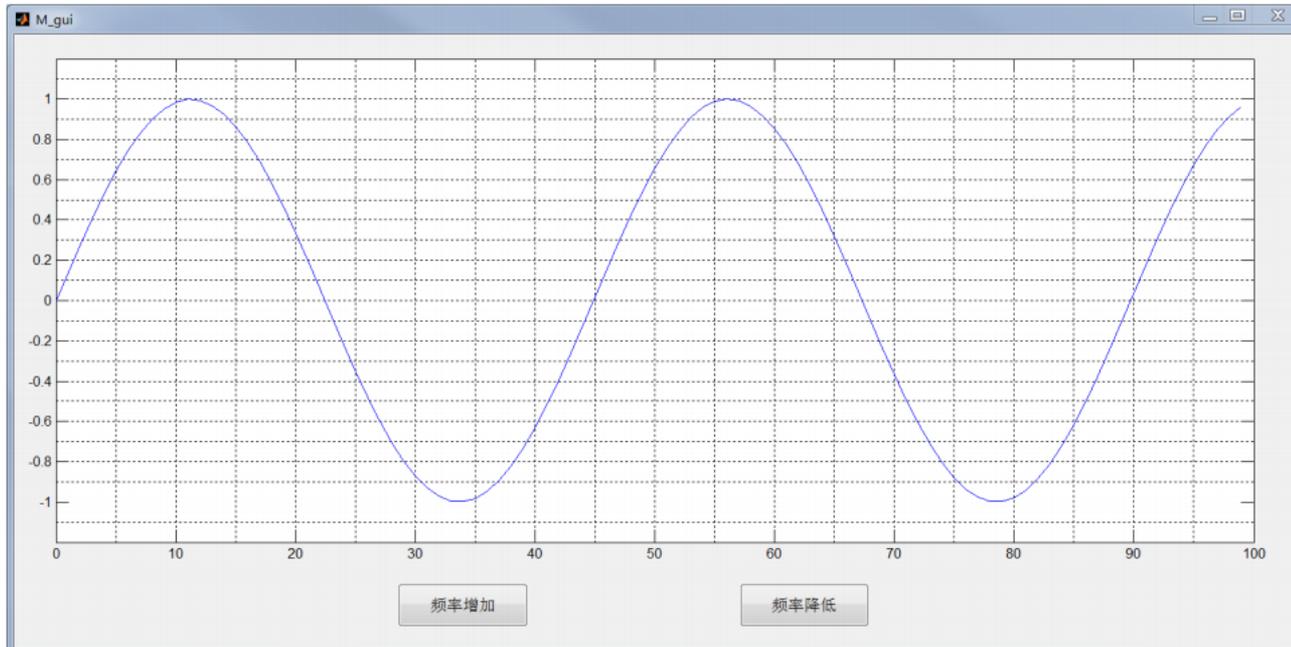
安装DSP builder 时  
指定一下 配套版本  
的Matlab 目录

# 从 DSP Builder 启动 Matlab



- DSP Builder 启动 Matlab 时 ,
- 会配置 Altera 和 Matlab 之
- 间交互数据的环境信息

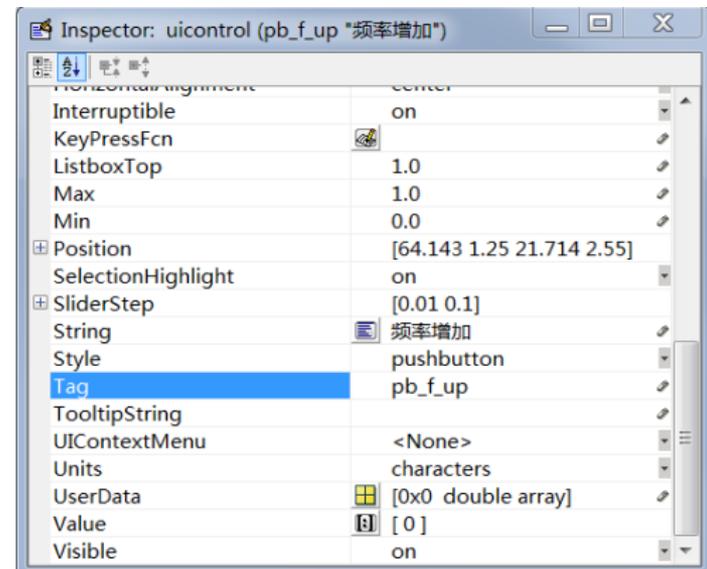
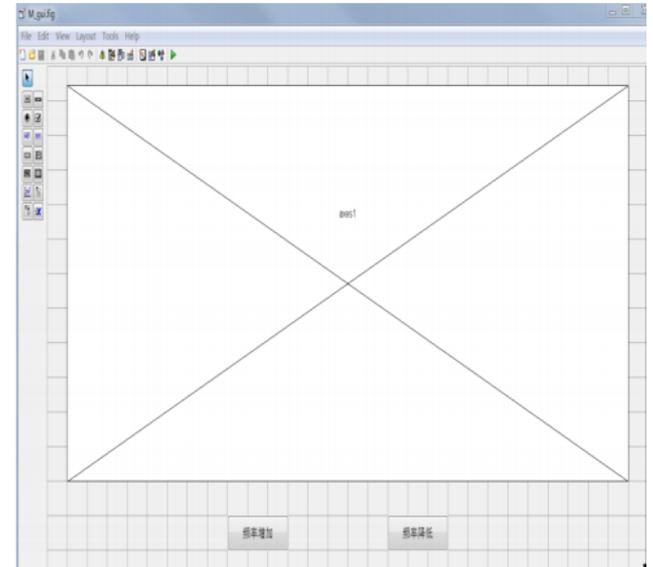
# LAB1 MATLAB GUI



- 演示功能：
- – 2个按钮，频率增加、频率降低
- – 按下按钮绘制不同频率的曲线
- – 运行 Demo，执行目录中的 main.M 文件

# LAB1 设计要点

- 使用 GUIDE设计布局，生成初始代码
- 对于每个控件，使用属性编辑对话框。
- 注意 Tag 条目，这是一个控件的重要ID



# LAB1 代码结构要点

- 使用handle挂载自定义的数据
- 要使用guidata 函数才能保存数据

```
% --- Executes just before M_gui is made visible.
function M_gui_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to M_gui (see VARARGIN)

handles.f_cnt = 0;

% Choose default command line output for M_gui
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes on button press in pb_f_up.
function pb_f_up_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pb_f_up (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

f_cnt = handles.f_cnt;
f_cnt = f_cnt + 1;
handles.f_cnt = f_cnt;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
```

- 不同的按钮按下后，会触发各自对应的Callback函数运行。
- 在相应的Callback中修改对应的标志变量

# LAB1 代码结构要点 Cont

- GUI 任务和数据处理任务的隔离
- 尽量只在GUIDE生成的M文件中编写和UI相关的代码
- 数据处理和调度代码，放到其他文件中，本例中为main.m文件

```
% running gui M file, get the figure handle  
M = M_gui;  
g = guidata(M);  
ga = g.axes1;
```

M = M\_gui，执行M\_gui.m 得到数据句柄

- g = guidata(M) 取出 图形的数据结构
- ga = g.axes1 取出绘图坐标系统的句柄

频率降低 按钮  
函数 pb\_f\_down\_Callback()  
减少变量 f\_cnt 的数值

频率增加 按钮  
函数 pb\_f\_up\_Callback()  
增加变量 f\_cnt 的数值

main.m

主循环

循环读取 f\_cnt 数值

判断 f\_cnt 是否发生变化

如果发生变化，说明GUI上  
出现用户动作

则，重新生成曲线数值  
更新绘制曲线

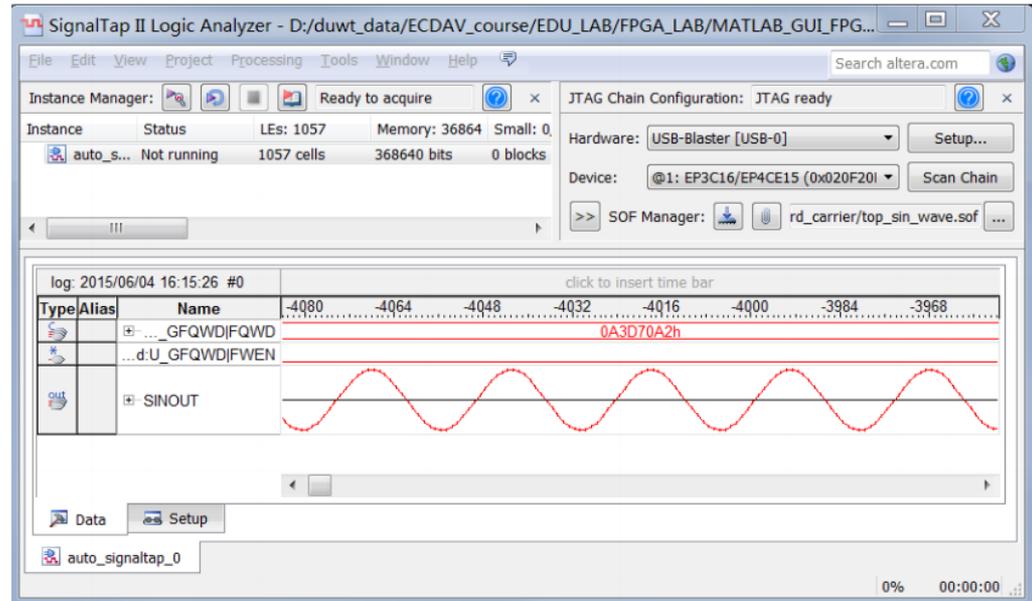
# LAB 2 : Matlab 读取 Signaltap 数据

---

- 在Quartus项目中添加一个Signaltap文件
- 观测感兴趣的FPGA内部信号
- 从 Matlab 读取 signaltap 数据文件
- 使用Matlab绘制信号分析曲线图形

# Quartus 项目介绍

- 使用DDS参考设计
- 基于DE0开发板
- 3个按键
  - BUT2 频率降低
  - BUT1 频率增加
  - BUT0 复位电路
- 首先创建Signaltap文件
  - 按下不同按键
  - 观察STP文件中的信号波形



# MATLAB读取Signaltap文件

---

- 环境配置
  - 创建Signaltap的MEX文件
  - 32位Quartus :
    - 目录 C:\altera\13.1\quartus\bin
    - 复制 alt\_signaltap\_run.dll 改名为alt\_signaltap\_run.mex
  - 64位Quartus :
    - 目录C:\altera\13.1\quartus\bin64
    - 复制alt\_signaltap\_run.dll 改名为alt\_signaltap\_run.mexw64
  - 路径设置
    - 在Matlab代码的开头，需要添加路径
    - 把Quartus的路径 例如 C:\altera\13.1\quartus\bin64
    - 添加到Window的系统路径
    - 添加到Matlab路径

# 路径设置

---

```
% 得到 Window的系统路径到 wp变量
wp = getenv('path'); % wp is windows path
% 设定quartus的路径变量
qp = 'c:\\altera\\13.1\\quartus\\bin64';
% 使用正则表达式
% 检查qp路径是否已经在wp路径中
is_qp_in_path = regexp(wp,qp);
if(isempty(is_qp_in_path))
% 添加qp路径到系统路径
setenv('path', [wp ';' qp]);
end
% 添加qp路径到Matlab路径
addpath(qp);
```

# MATLAB代码要点

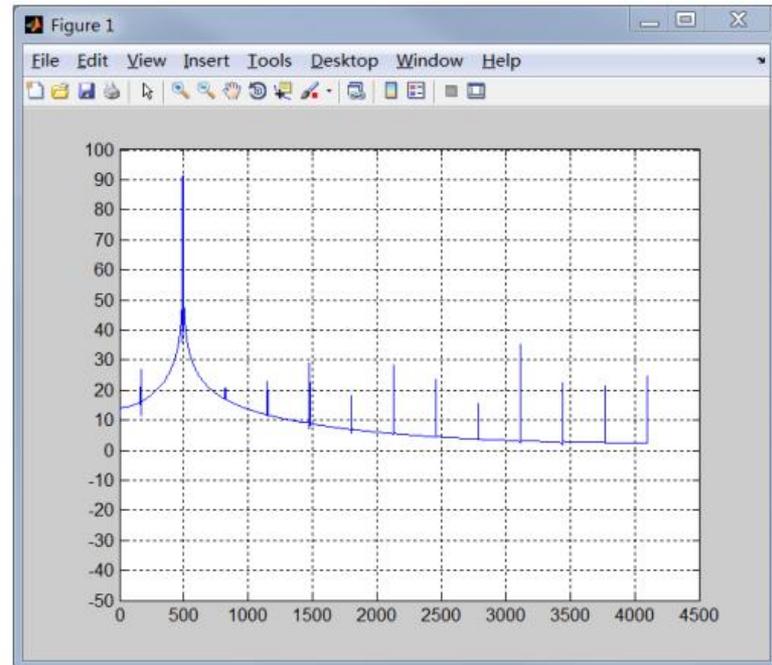
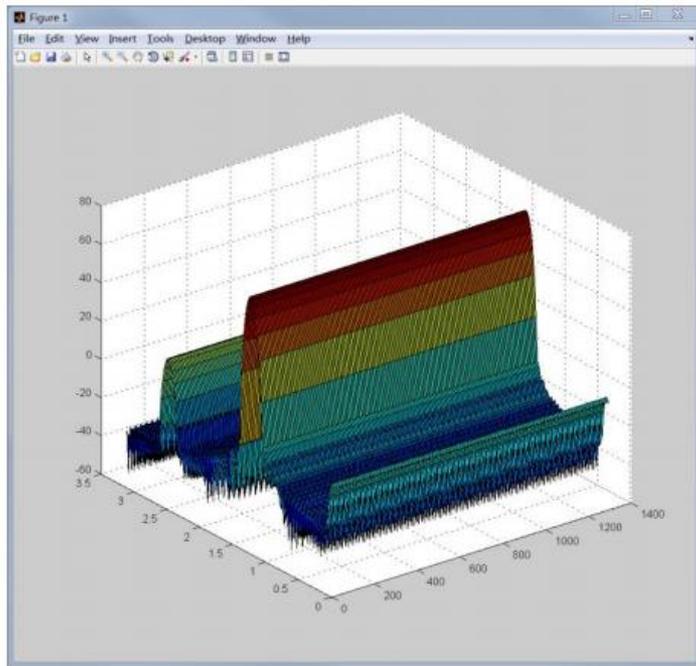
---

```
% 根据STP文件的完整路径文件名称
% 运行一次 Signaltap 抓取数据
data_stp = alt_signaltap_run(stp_f_dir_n);
% 绘图并得到句柄h
h = plot(y);
% 指定h绘图句柄的 Y轴数据源来自向量 y
set(h,'YDataSource','y');
% 命令绘图句柄刷新数据源
refreshdata;
% 命令图形曲线立即重绘
drawnow;
```

# 运行DEMO程序

spectrogram\_signaltap.m 绘制频谱3D 瀑布图

spectrum\_signaltap.m 绘制2维 频谱图



# LAB 3

---

- MATLAB 使用JTAG Bridge 读写FPGA
- 本实验必须安装DSP Builder
- 必须从DSP Builder 启动 Matlab
- 首先从Quartus 下载 LAB 3的 SOF文件
- 然后，运行 LAB3 的 M 文件

# 实验现象

- 观察MATLAB 命令行窗口
- M 程序会打印检测JTAG的信息
- 正常运行后，M 程序 每秒刷新一下LED
- 每秒读取一次SW[7:0]的值并打印

```
Refreshing...

05, 2015 7:53:16      com.altera.systemconsole.internal.core.SystemConsole logInfo

INFO: Finished discovering JIAG connections

05, 2015 7:53:22      com.altera.systemconsole.internal.core.SystemConsole logInfo

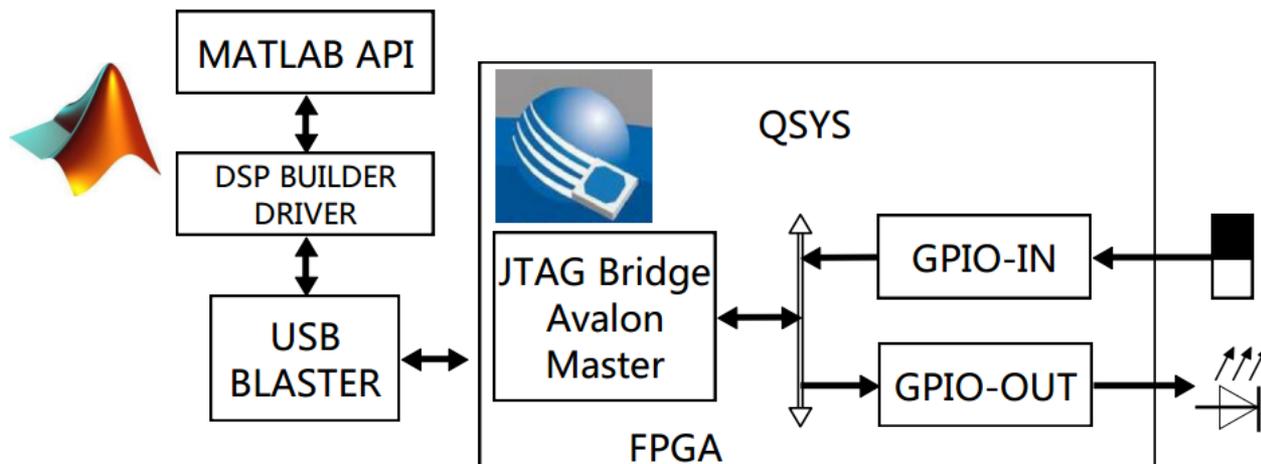
INFO: Finished discovering USB connections

Found 1 path(s).

Index Path
1      '/devices/EP3C16|EP4CE15@1#USB-0/(link)/JIAG/(110:132 v1 #0)/phy_0/master'

# Found Jtag Bridge
# Open Bridge Master
# Open Success
# Write LED[7:0] val 0x00, SW[7:0] read val 0x01
# Write LED[7:0] val 0x01, SW[7:0] read val 0x01
```

# 运行原理



参考文献:

Altera White Paper, WP-01208 Hardware in the Loop from the MATLAB/Simulink Environment, Page 4, Matlab API  
关键代码:

```
SystemConsole.refreshMasters; % 刷新当前连接的JTAG Master  
M = SystemConsole.openMaster(1); % 启动连接 FPGA 目标板  
M.write('uint32',write_address,data); % 向 Avalon 总线的地址写数据  
data = M.read('uint32',read_address,size); % 从 Avalon 总线地址读取数据  
M.close; % 关闭 FPGA 连接
```