

MATLAB EXPO 2018

信号处理技术在工程数据分析中的应用

陈建平, MathWorks 中国



商业数据 | 工程数据

商业和交易数据

数据仓库

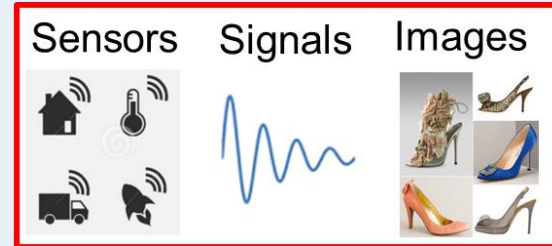
- Databases (SQL)
- NoSQL
- Hadoop

文件 I/O

- Text
- Spreadsheet
- XML

网络数据

- RESTful
- JSON
- HTML
- Mapping
- Financial datafeeds



工程和科学数据

文件 I/O

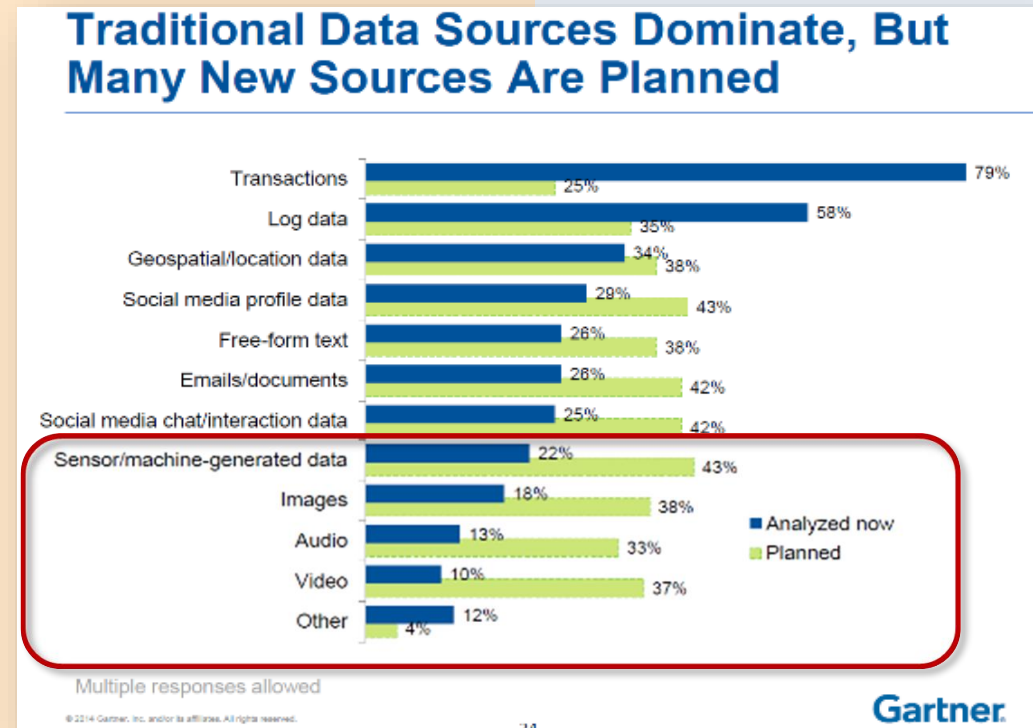
- Text
- Spreadsheet
- XML
- CDF/HDF
- Image
- Audio
- Video
- Geospatial

通信协议

- CAN (Controller Area Network)
- DDS (Data Distribution Service)
- OPC (OLE for Process Control)
- XCP (eXplicit Control Protocol)

实时数据

- Sensors
- GPS
- Instrumentation
- Cameras
- Communication systems
- Machines (embedded systems)



MATLAB 工程数据分析

1	2	3	4
Date	CARTL	CENTL	DUNWOOD
01-Jan-2004 00:00:00	1015	1651	618
01-Jan-2004 01:00:00	927	1562	568
01-Jan-2004 02:00:00	891	1507	541
01-Jan-2004 03:00:00	NaN	1440	517
01-Jan-2004 04:00:00	NaN	1399	499
01-Jan-2004 05:00:00	NaN	449	496
01-Jan-2004 06:00:00	NaN	1490	524
01-Jan-2004 07:00:00	NaN	1328	528
01-Jan-2004 08:00:00	NaN	960	498
01-Jan-2004 09:00:00	1046	1628	411
01-Jan-2004 10:00:00	1111	1706	570

数据访问和探索

预处理

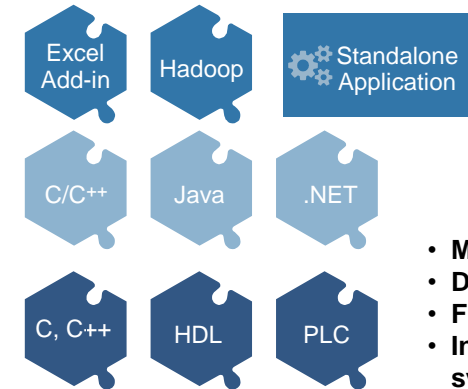
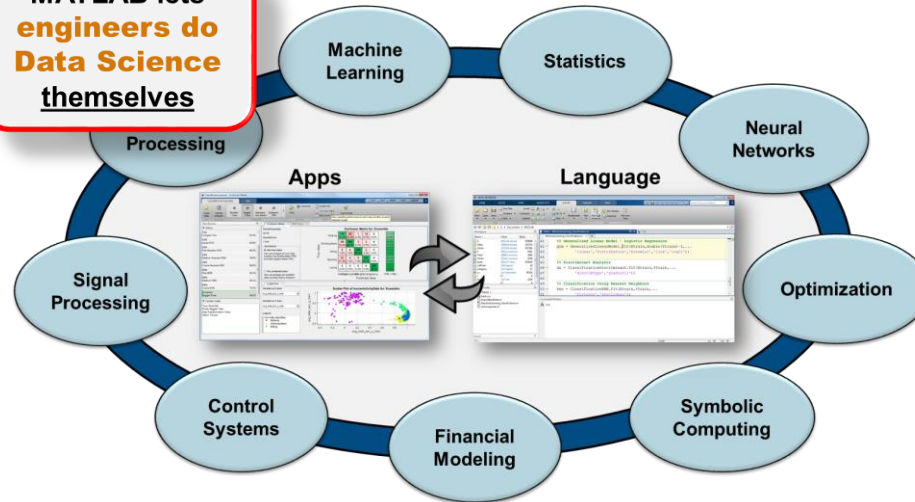
预测算法

系统集成

MATLAB Analytics work with **business and engineering data**

MATLAB lets **engineers do Data Science themselves**

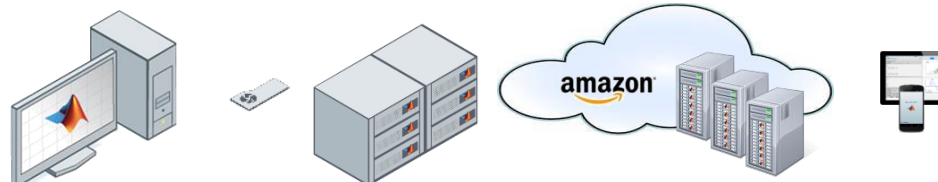
MATLAB Analytics **run anywhere**



- Microcontrollers
- DSP chips
- FPGAs
- Industrial automation systems

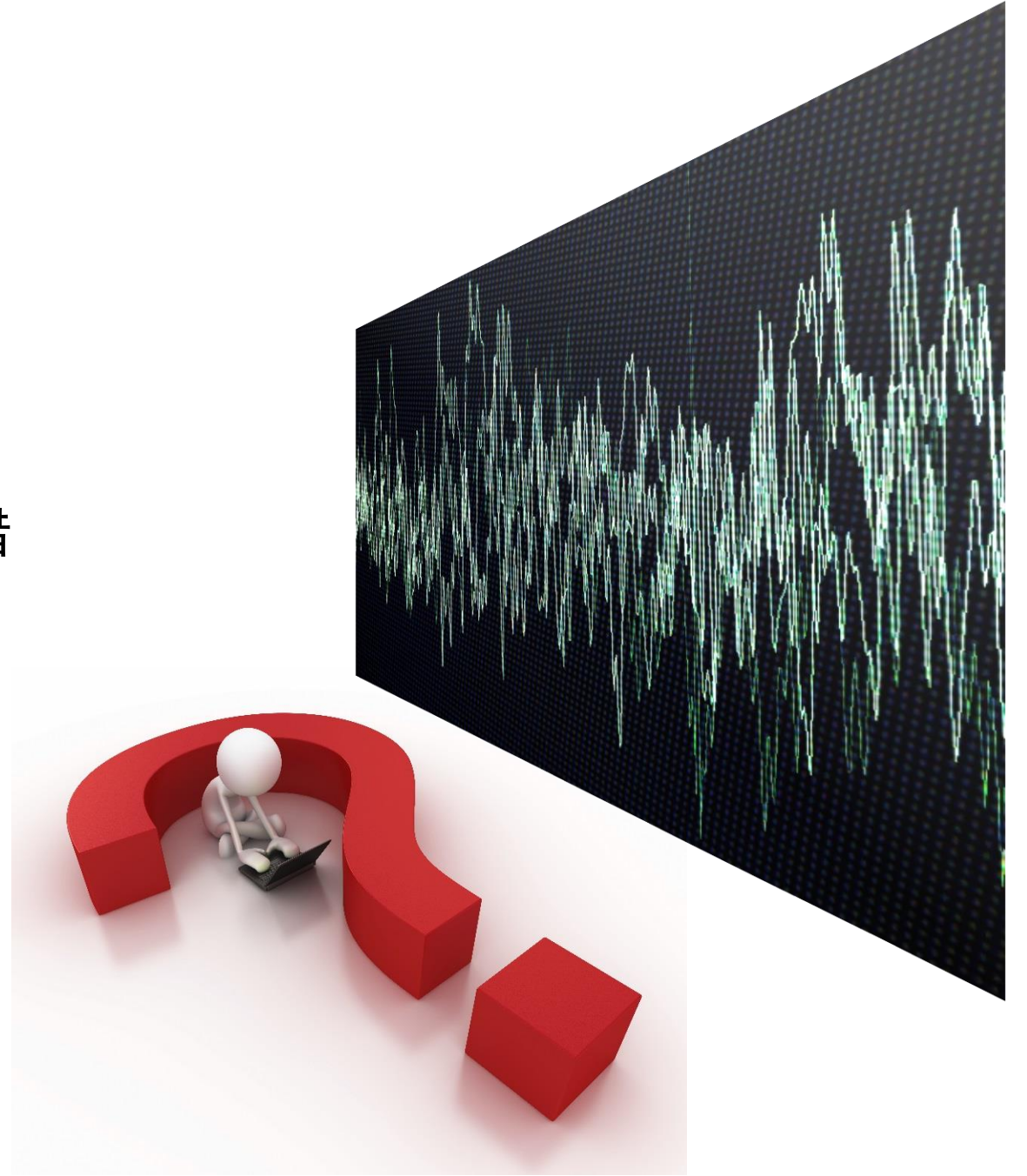
MATLAB Analytics **Scale**

- Cloud
- Web
- Cluster
- GPU
- Desktop
- Mobile



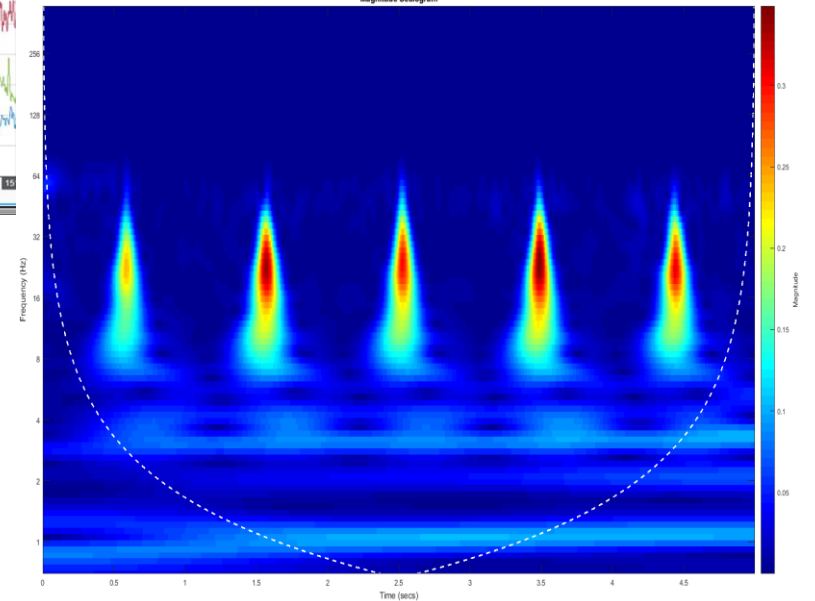
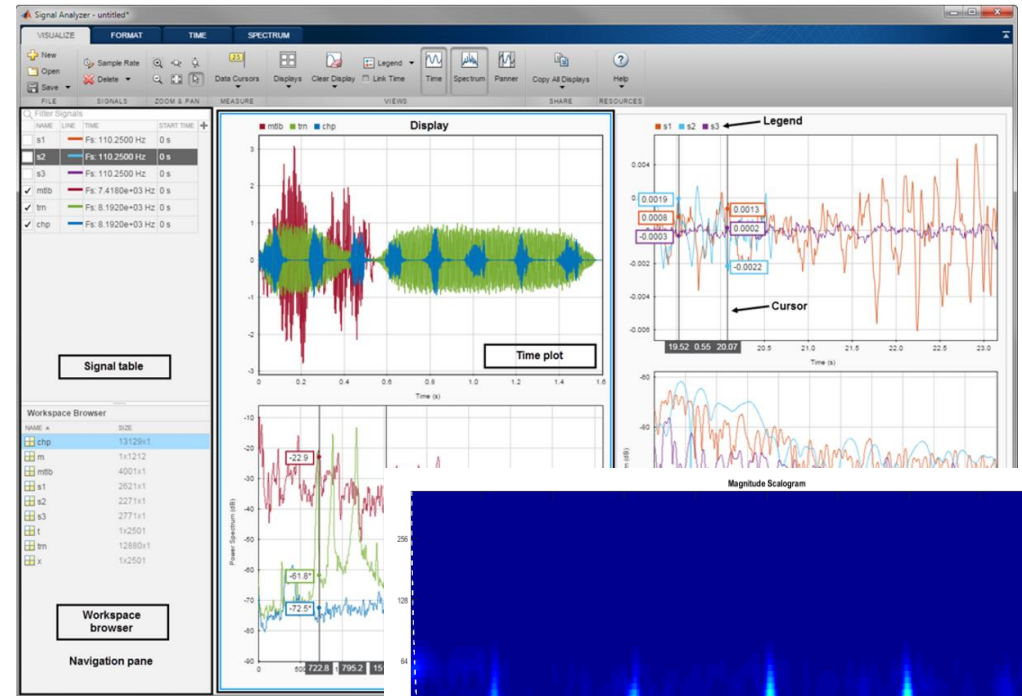
数据分析中信号分析和处理的挑战

- 需要专业知识
- 问题的开放性和较长的研究周期
- 如果使用了错误工具，一步错，步步错



数据分析中信号分析和处理的关键技术

- 信号分析和预处理
 - 信号分析应用程序
 - 去噪应用程序
- 时频分析
 - 短时傅里叶变换
 - 连续小波变换
 - 同步挤压算法
- 多分辨率分析
 - 离散小波分析
 - 波包分析



巴特莱神经旁路技术让瘫痪的手臂恢复运动

挑战

通过处理植入大脑中的电极阵列的信号，将四肢瘫痪的病人恢复手臂和手的控制能力

使用产品

- MATLAB + Wavelet Toolbox

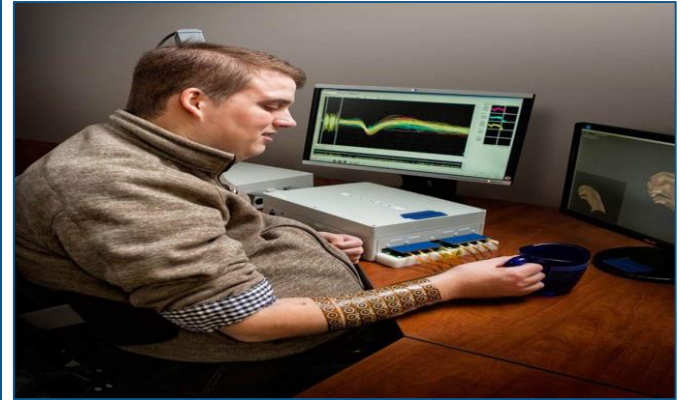
方法

- 用 MATLAB 分析采样信号
- 使用小波生成的紧凑特征向量——小波使研究人员能够从信号中提取重要信息并进行分类
- 应用机器学习来映射分类模式
- 为神经肌肉刺激器生成真正的信号

成果

- 恢复手部和手臂的控制能力
- 实时的处理能力

[Link to full user story](#)



正在使用巴特来 NeuroLife 系统的病人

“我们用 MATLAB 所开发的算法让病人恢复对他的手臂和手部的控制能力。在研究的后期，他能够抓住一个瓶子，倒出里面的东西，放下并拿起一根搅棒做搅拌动作。”

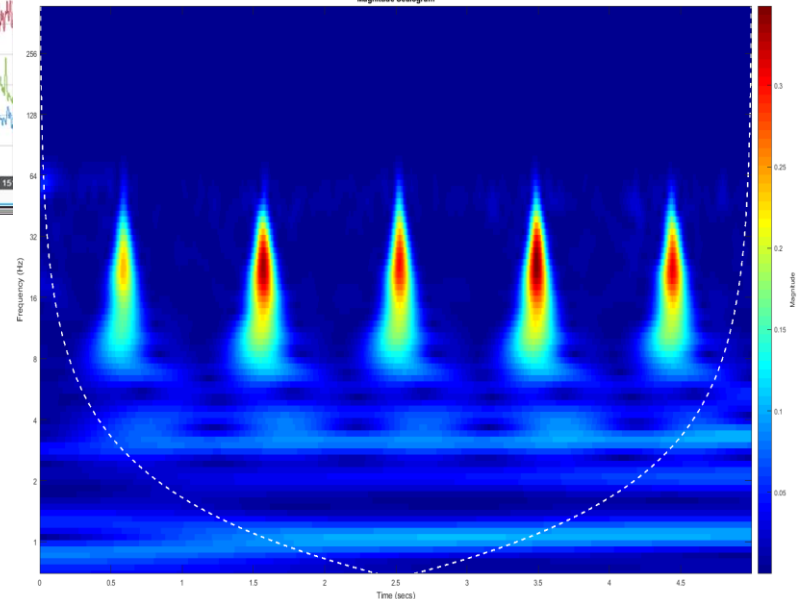
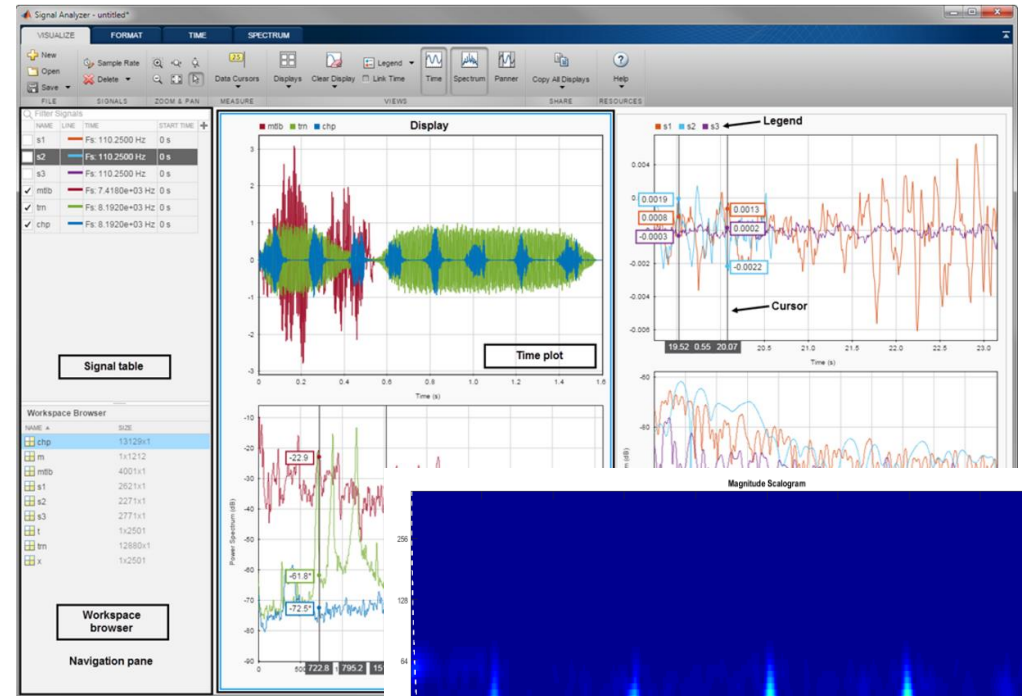
David Friedenber
Battelle

数据分析中信号分析和处理的关键技术

- 信号分析和预处理
 - 信号分析应用程序
 - 去噪应用程序

- 时频分析
 - 短时傅里叶变换
 - 连续小波变换
 - 同步挤压算法

- 多分辨率分析
 - 离散小波分析
 - 波包分析

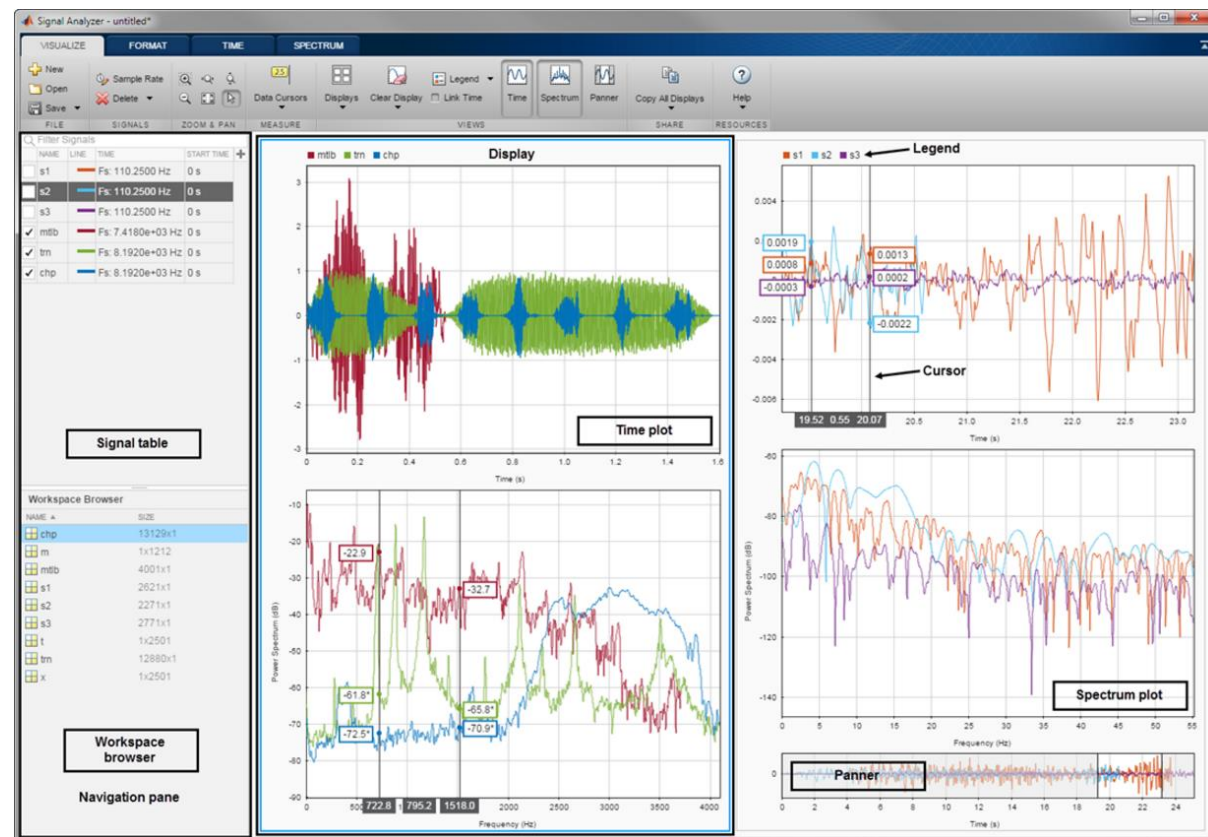


示例 —— 信号分析器简介

在时域、频域和时频域分析信号

■ 信号分析器

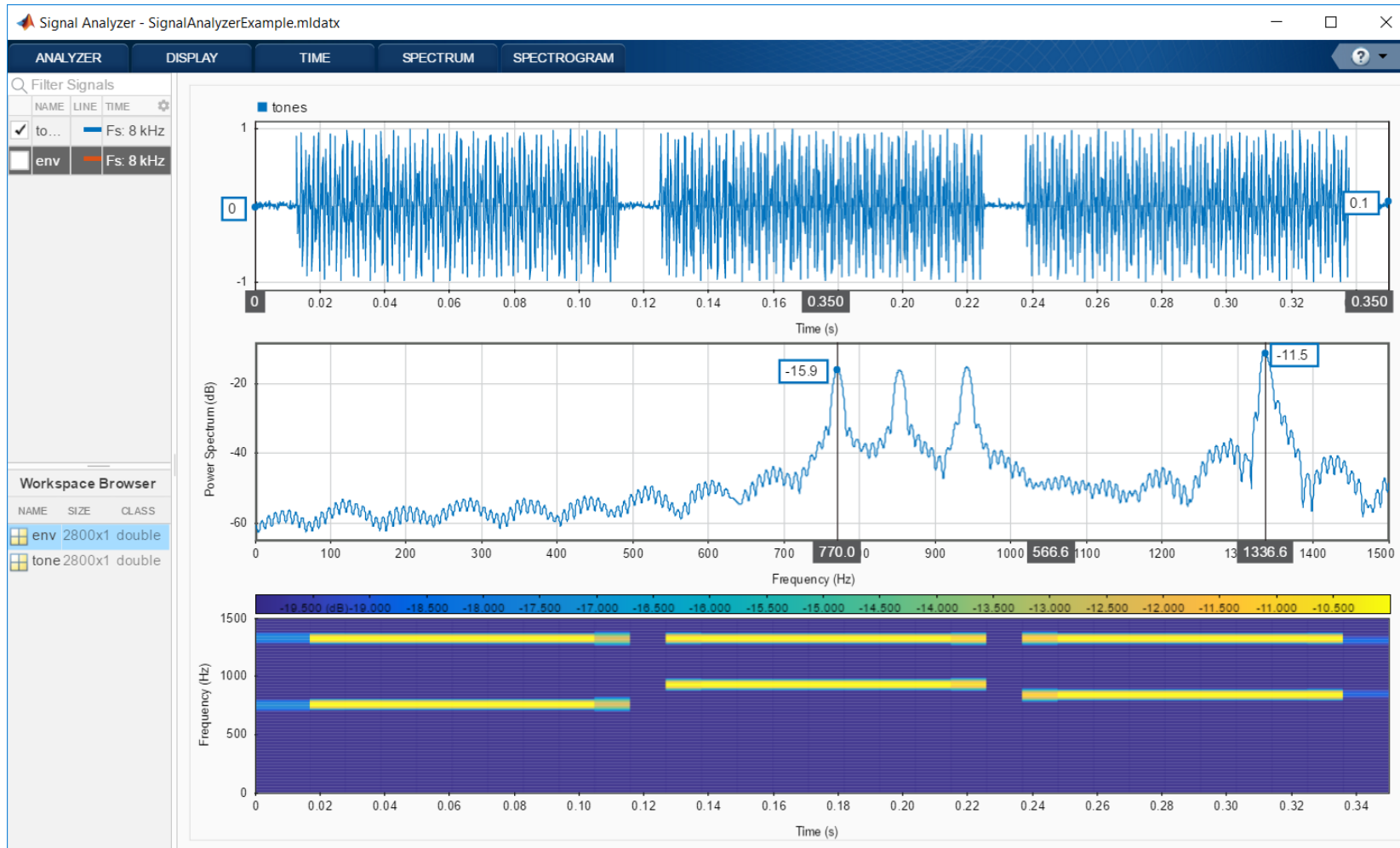
- 导入多通道的信号
- 在时域-频域探索信号特征
- 缩放和平移信号
-



» demo

信号分析器

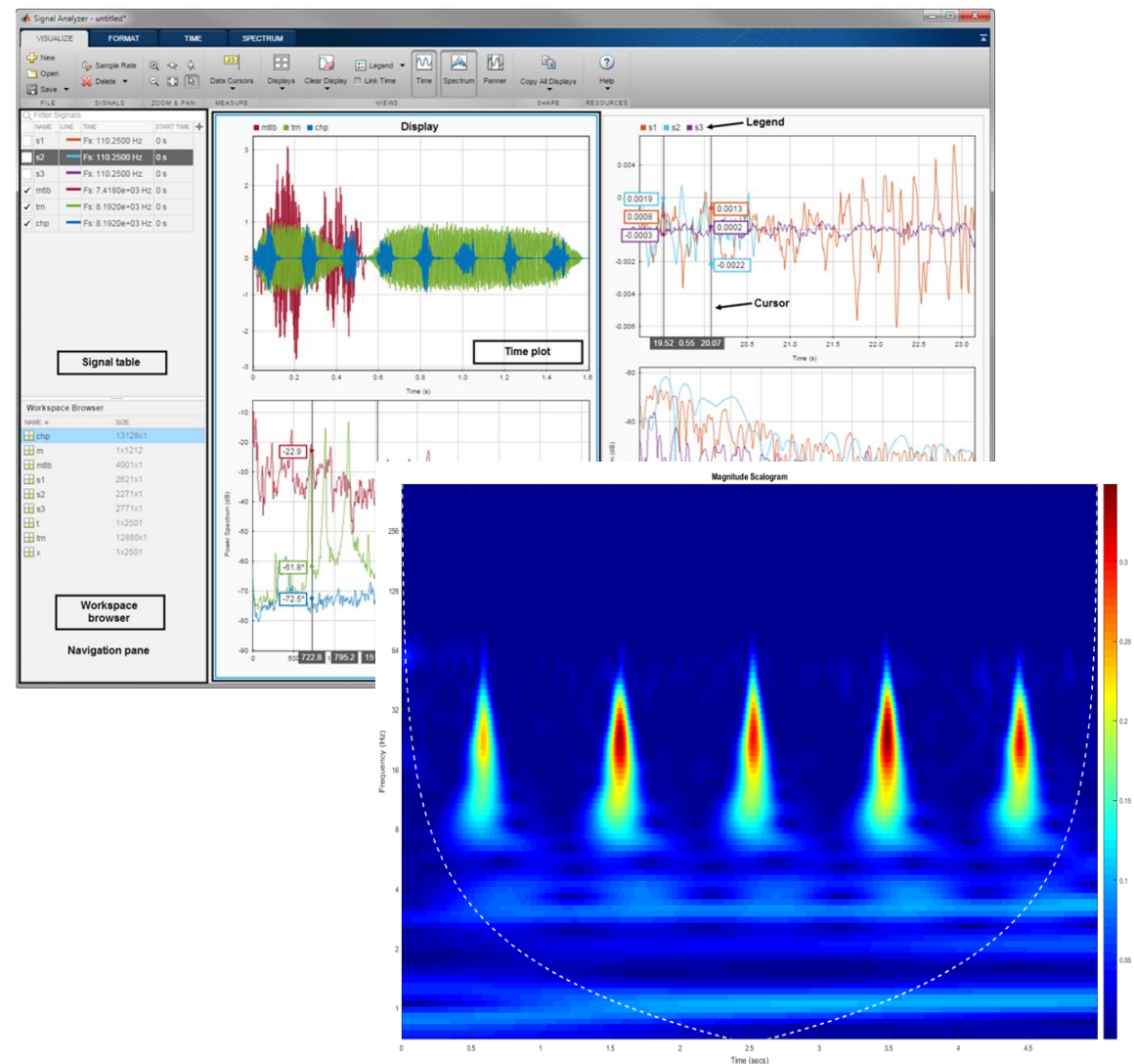
示例：拨号音分析



	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

数据分析中信号分析和处理的关键技术

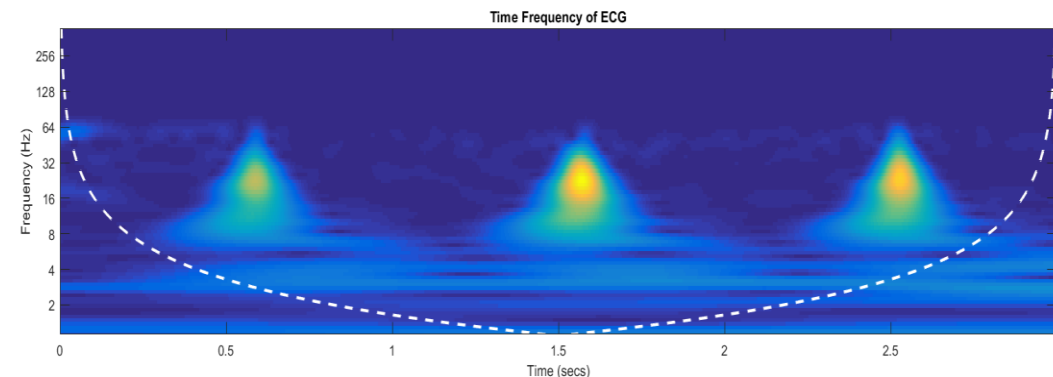
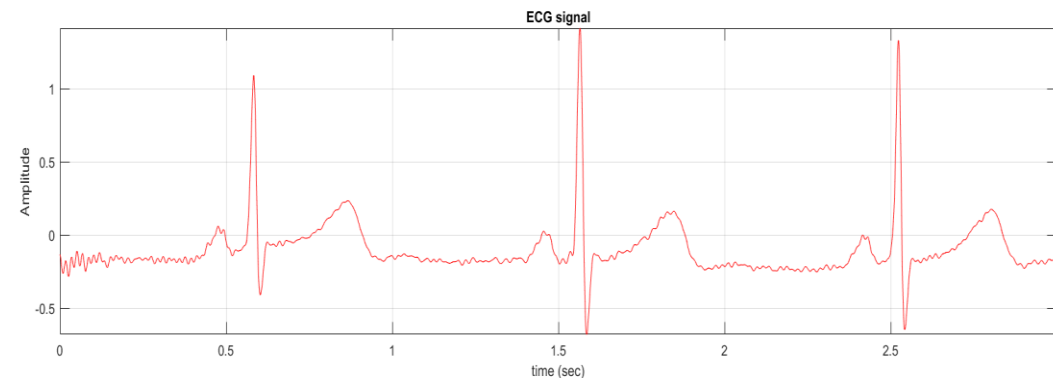
- 信号分析和预处理
 - 信号分析应用程序
 - 去噪应用程序
- 时频分析
 - 短时傅里叶变换
 - 连续小波变换
 - 同步挤压算法
- 多分辨率分析
 - 离散小波分析
 - 波包分析



示例 —— 识别真实信号的特征

在时域、频域和时频域分析信号 在频域中量化时变信号

- 在频域中描述信号特征通常具有一定的挑战性，至少需要一个合适的工具
- 使用基于小波分析的时频分析技术可以进行精确的时频测量
- 一旦识别出特征，就可以从信号中提取出来，并用于后续处理
- 本例中，我们将使用连续小波变换描述 EKG 信号特征

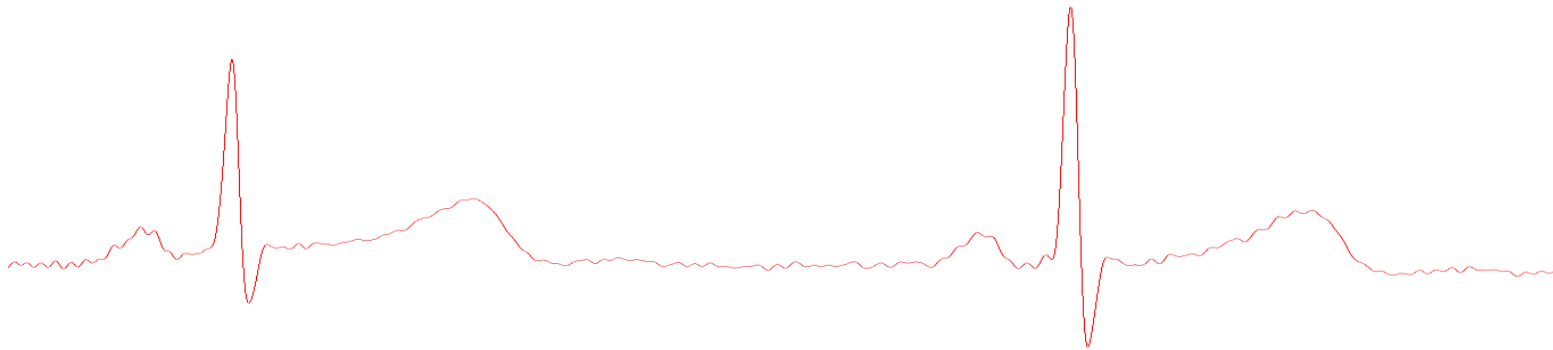
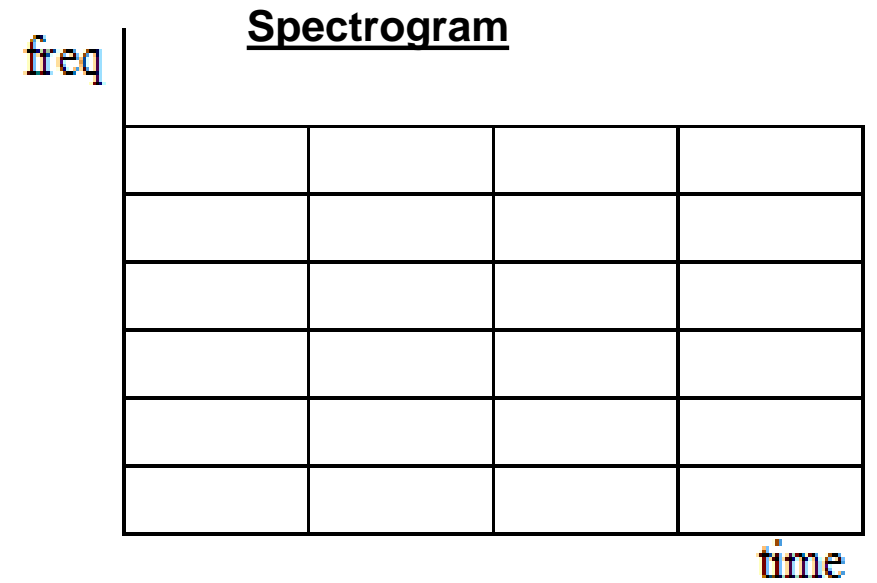


» Demo

MATLAB EXPO 2018

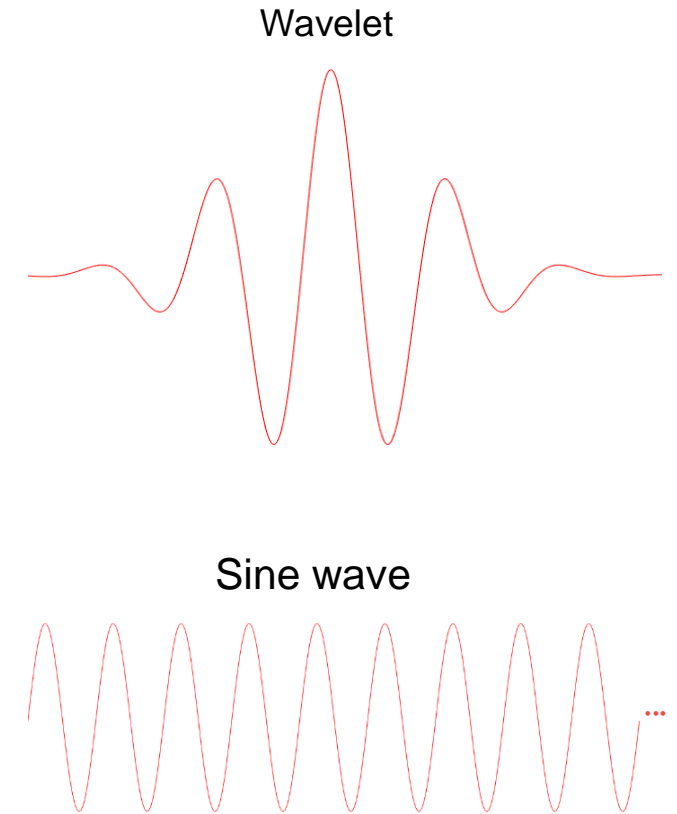
时频分析的挑战

- 选择合适的分段大小是一个挑战
 - 尤其是真实喜好
- 无法捕捉不同尺度下的特征
 - 较短的窗口用于捕捉突变
 - 较长的窗口用于捕捉缓变



什么是小波？

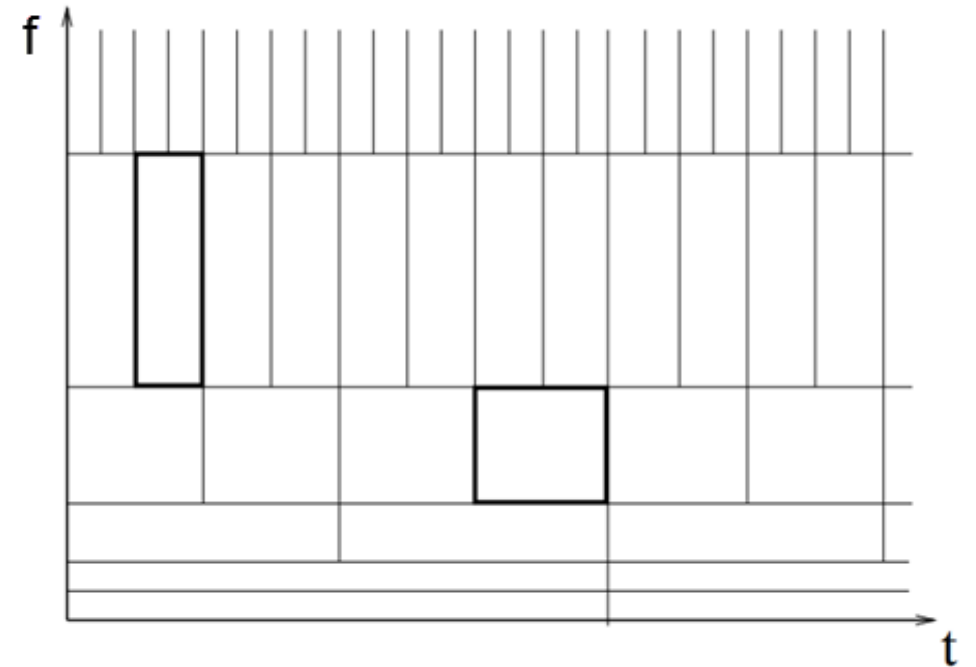
- 小波是均值为0的震荡，并且满足快速衰变的波形
- 小波适用于在真实信号中提取局部频率特征
- 小波分析的关键优势在于存在大量各种不同的小波



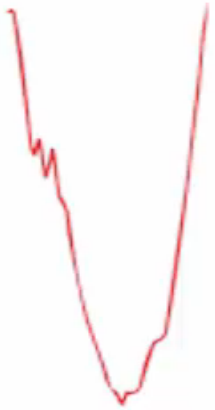
使用小波增强时间频率分析

- 变长的窗口（缩放小波）有助于捕捉不同尺度下的特征
- 这些缩放小波沿整个长度移动（平移）并与信号进行比较
- 高频时间最好在时域结局，低频事件最好在频率解决

Continuous Wavelet Transform



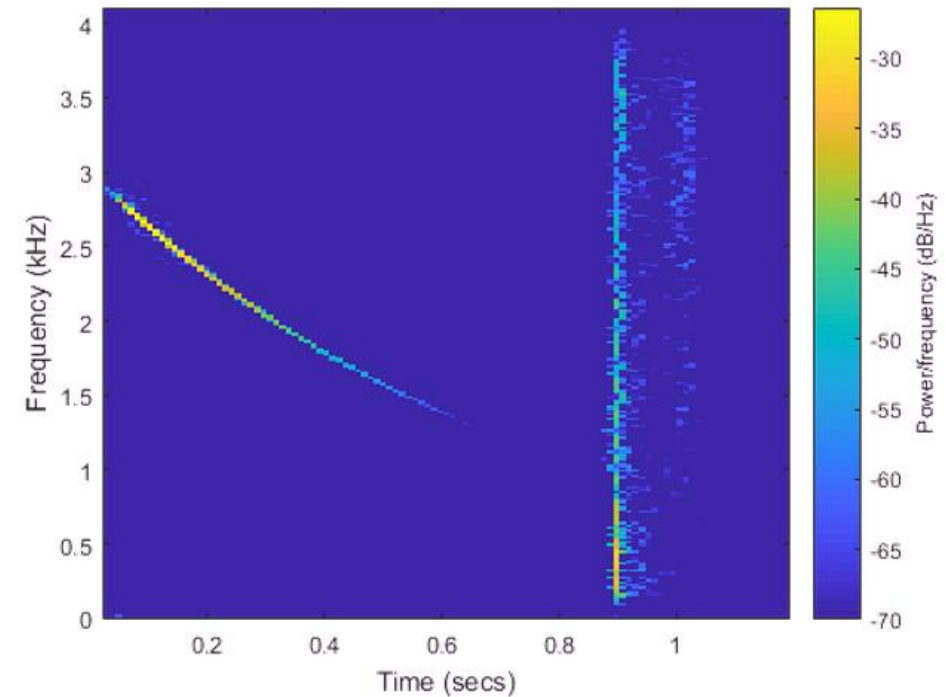
连续小波变换工作原理



示例 —— 傅立叶同步挤压

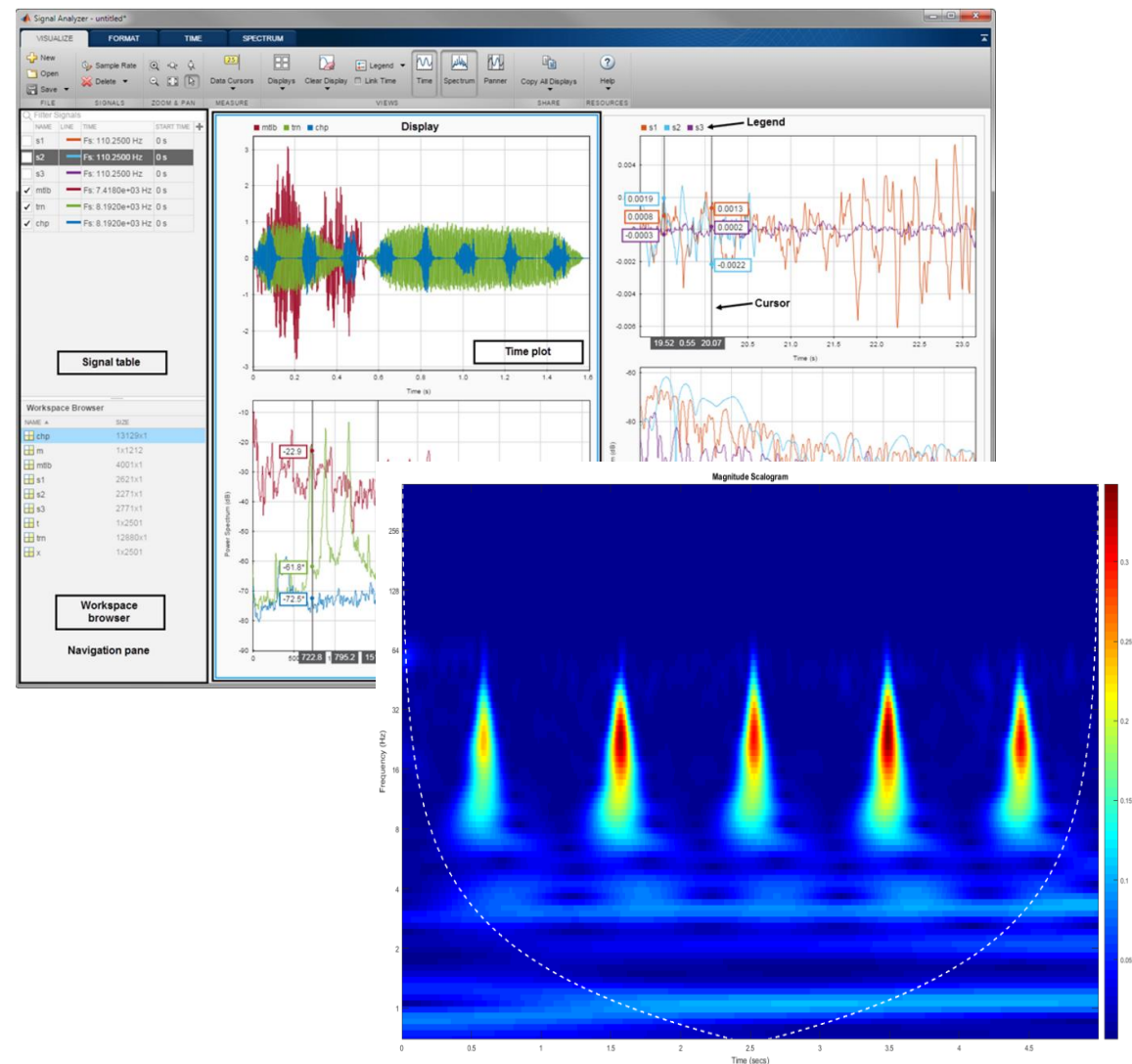
从信号中提取和可视化时变震荡模式

- 很多信号可以表示为调幅和调频模式的叠加
- 傅立叶同步挤压算法有助于获取信号中存在的频率集中表示
- 可以提取脊线信息，并可以重建信号



数据分析中信号分析和处理的关键技术

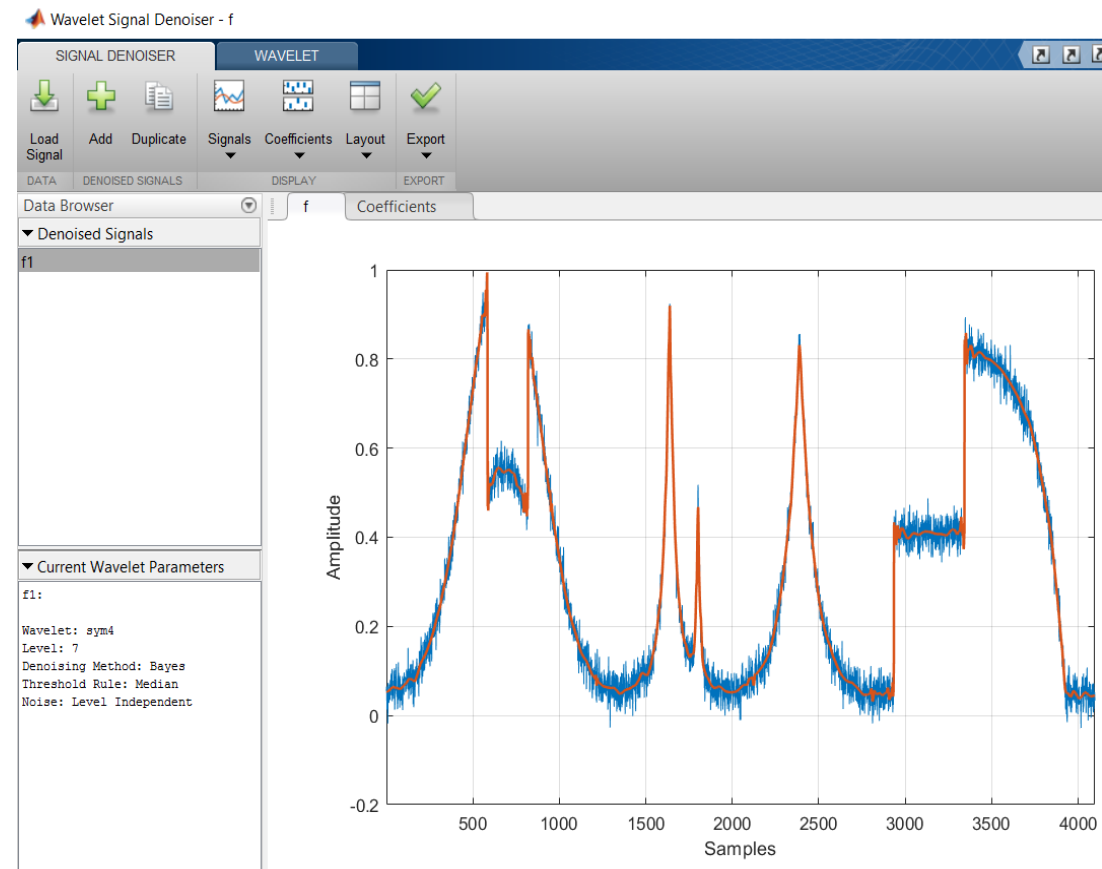
- 信号分析和预处理
 - 信号分析应用程序
 - 去噪应用程序
- 时频分析
 - 短时傅里叶变换
 - 连续小波变换
 - 同步挤压算法
- 多分辨率分析
 - 离散小波分析
 - 波包分析



信号预处理

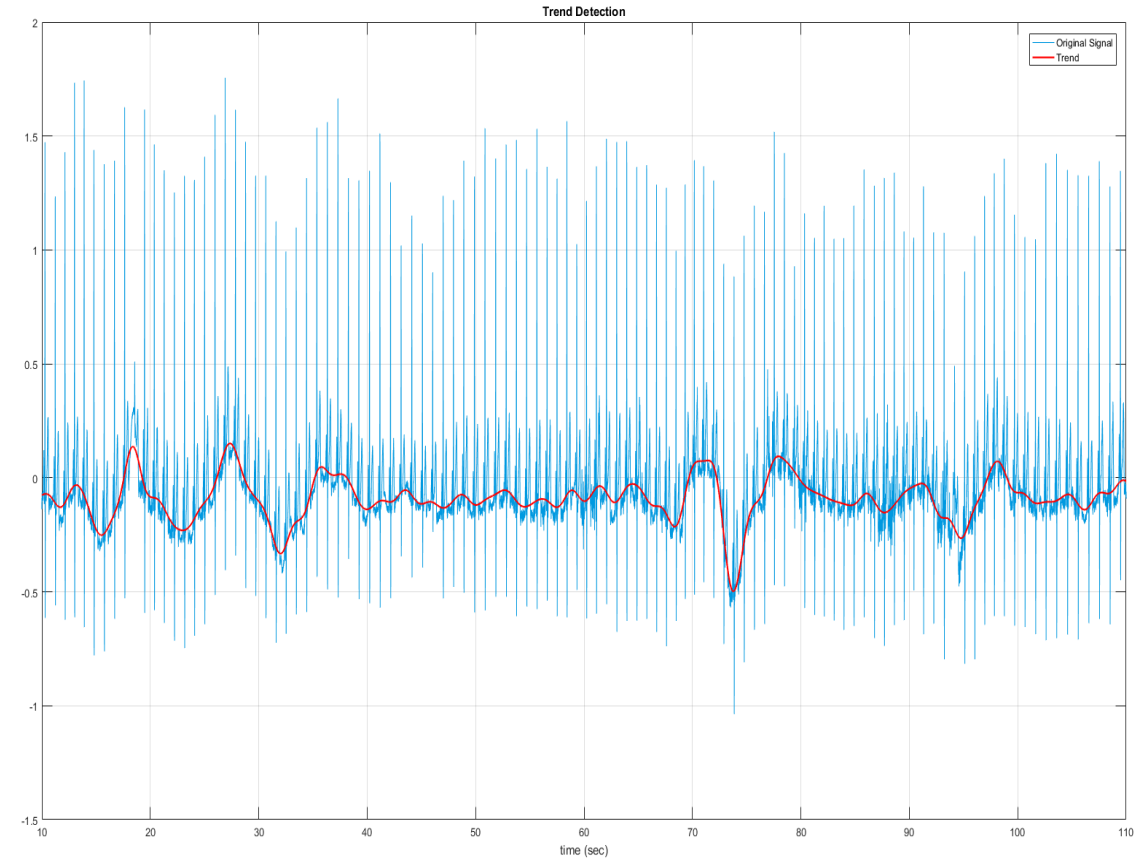
小波信号去噪 App

- 在保留尖锐特征的同时对信号降噪
- 自动选择去噪参数
- 支持多通道时间序列和时间表
- 新的去噪方法包括Empirical Bayes, False Discovery率和James-Stein分块阈值
- 生成MATLAB脚本



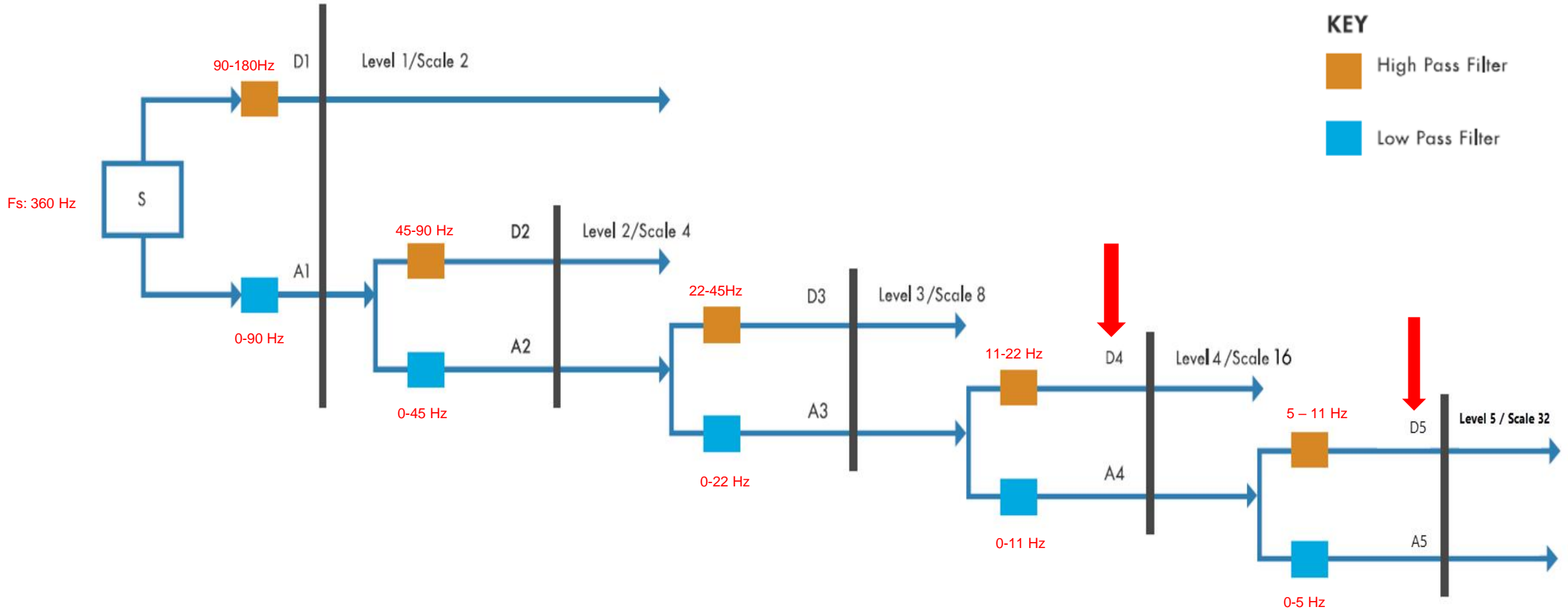
示例 —— 趋势消除

- 信号中的趋势检测是一个重要的预处理步骤
- 有意义的见解可以通过分离和处理趋势来获得
- 本例展示了如何检测和隔离 EKG 信号中常见的趋势



离散小波变换

把信号解析成越来越细的倍频带



波包分析

将信号解析成等宽子带

KEY

 High Pass Filter

 Low Pass Filter

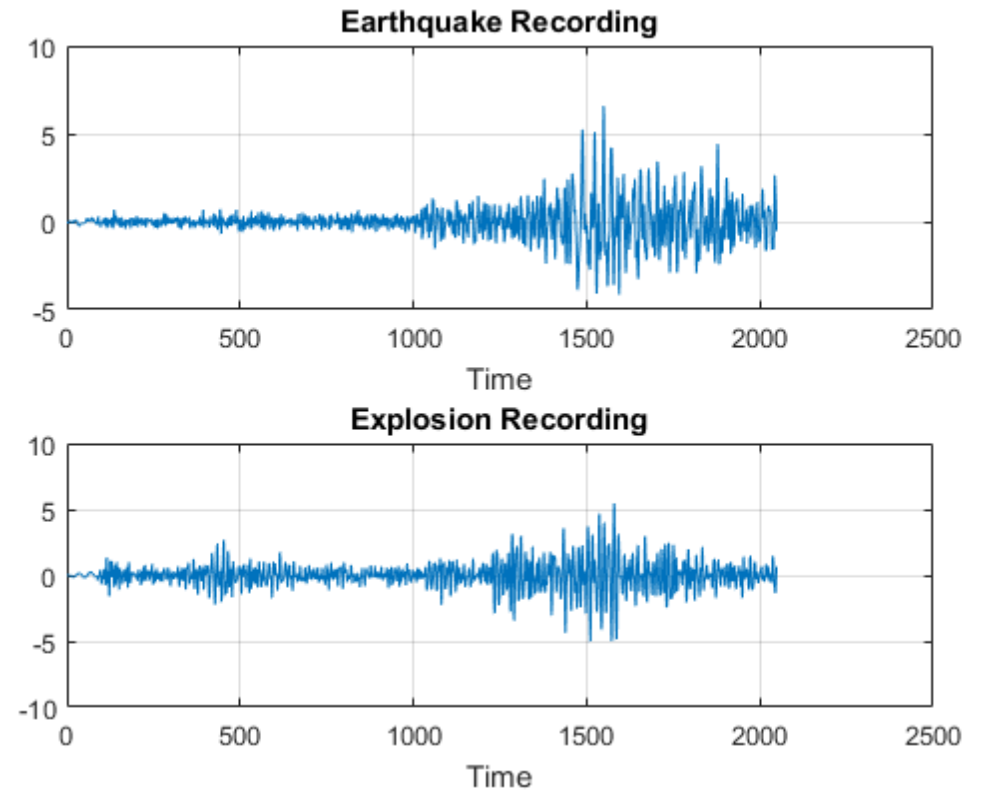


使用机器学习技术生成用于分类信号的特征向量的好方法

示例 —— 地震还是爆炸？

使用波包变换识别信号中隐藏的模式

- 波包变换可以用来将信号分解成等宽的子带
- 波包变换将信号中包含的能量重新分配到有限的子带中
- 这些特征可以作为机器学习算法的输入，藉此对信号进行分类

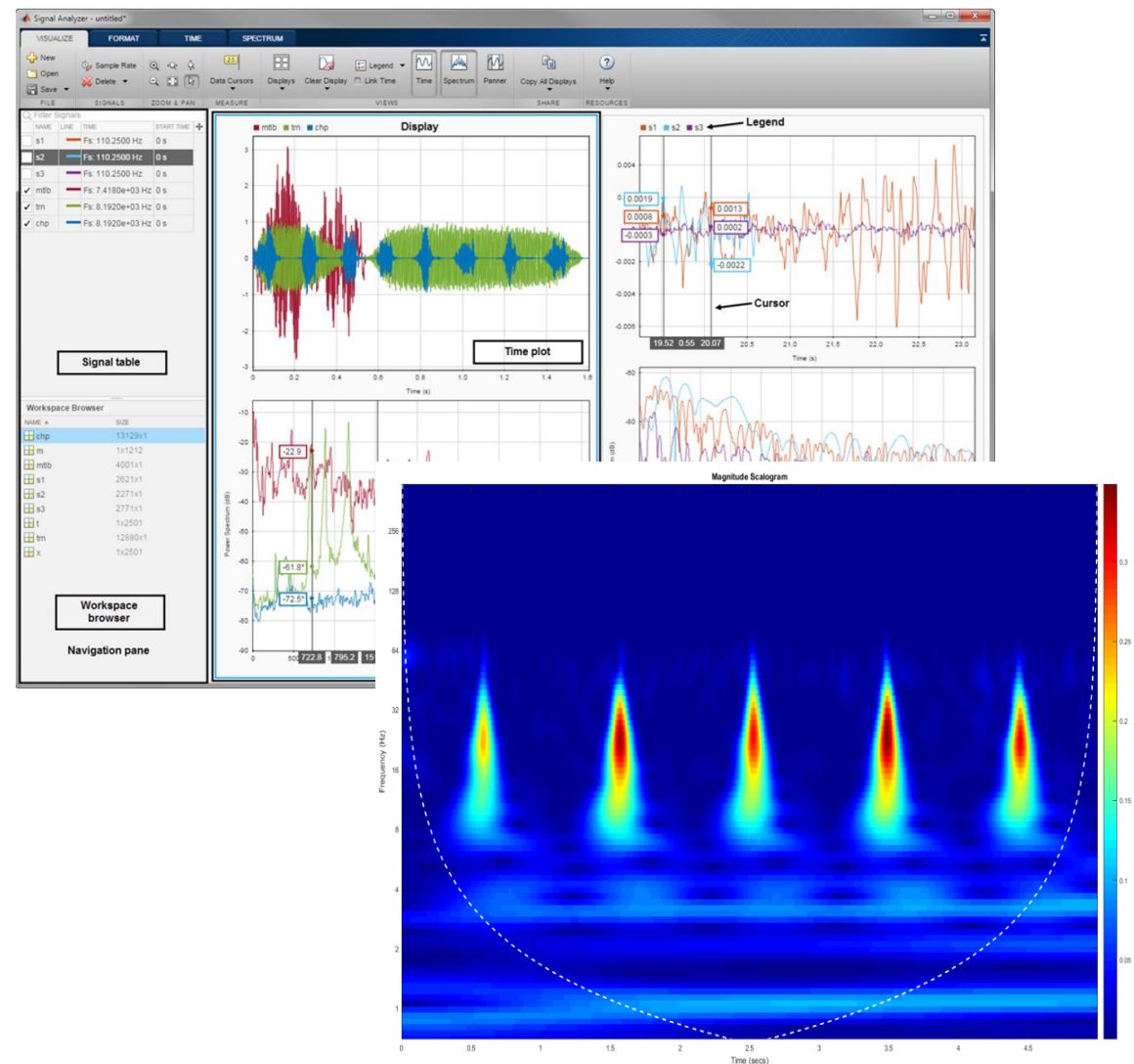


数据分析中信号分析和处理的关键技术

- 信号分析和预处理
 - 信号分析应用程序
 - 去噪应用程序

- 时频分析
 - 短时傅里叶变换
 - 连续小波变换
 - 同步挤压算法

- 多分辨率分析
 - 离散小波分析
 - 波包分析



Q&A