

NOKIA 上海贝尔

基于MATLAB的5G通信系统及分析工具设计

祝恒年, 诺基亚上海贝尔

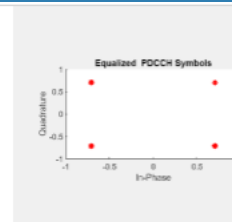


MATLAB EXPO

内容摘要

- 利用MATLAB进行5G下行接收机的算法开发
- 利用MATLAB App Designer进行5G下行基带数据分析的Web App开发
- 利用MATLAB Web App Server部署开发的Web App

MATLAB Web App Server

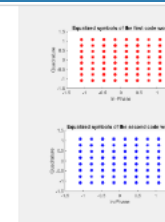


LtePdcchAnalyzer

by Zhu Hengnian

LTE PDCCH Analyzer for Single SubFrame

version 1.11

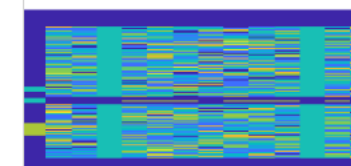


LtePdschAnalyzer

by Zhu Hengnian

LTE PDSCH Analyzer for Single SubFrame

version 1.30

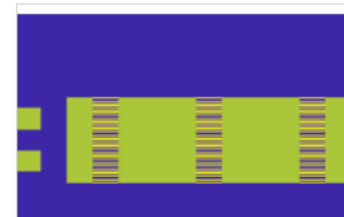


NrPdcchAnalyzer

by Zhu Hengnian

NR PDCCH Analyzer for Single Slot

version 1.18

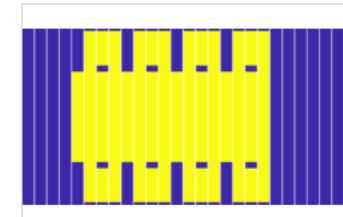


NrPdschAnalyzer

by Zhu Hengnian

NR PDSCH Analyzer for Single Slot

version 1.39

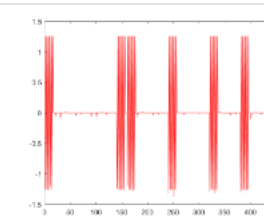


NrSsbAnalyzer

by Zhu Hengnian

NR SSB Analyzer for Single Slot

version 1.28



WcdmaDownlinkAnalyzer

by Zhu Hengnian

WCDMA Downlink Common Channel Analyzer

version 1.8

背景

NOKIA

基础网络业务

- IP网络
- 固定网络
- 光网络
- 海缆网络

€90亿

2022净销售额

移动网络业务

- 无线接入网络
- 微波接入链路
- 相关网络管理软件与服务

€107亿

2022净销售额

云网服务业务

- 业务应用
- 核心网络
- 云与认知服务
- 企业园区边缘网络

€34亿

2022净销售额

诺基亚技术集团

- 专利许可
- 技术许可
- 品牌授权

€16亿

2022净销售额

诺基亚贝尔实验室

- 核心研究
- 解决方案研究

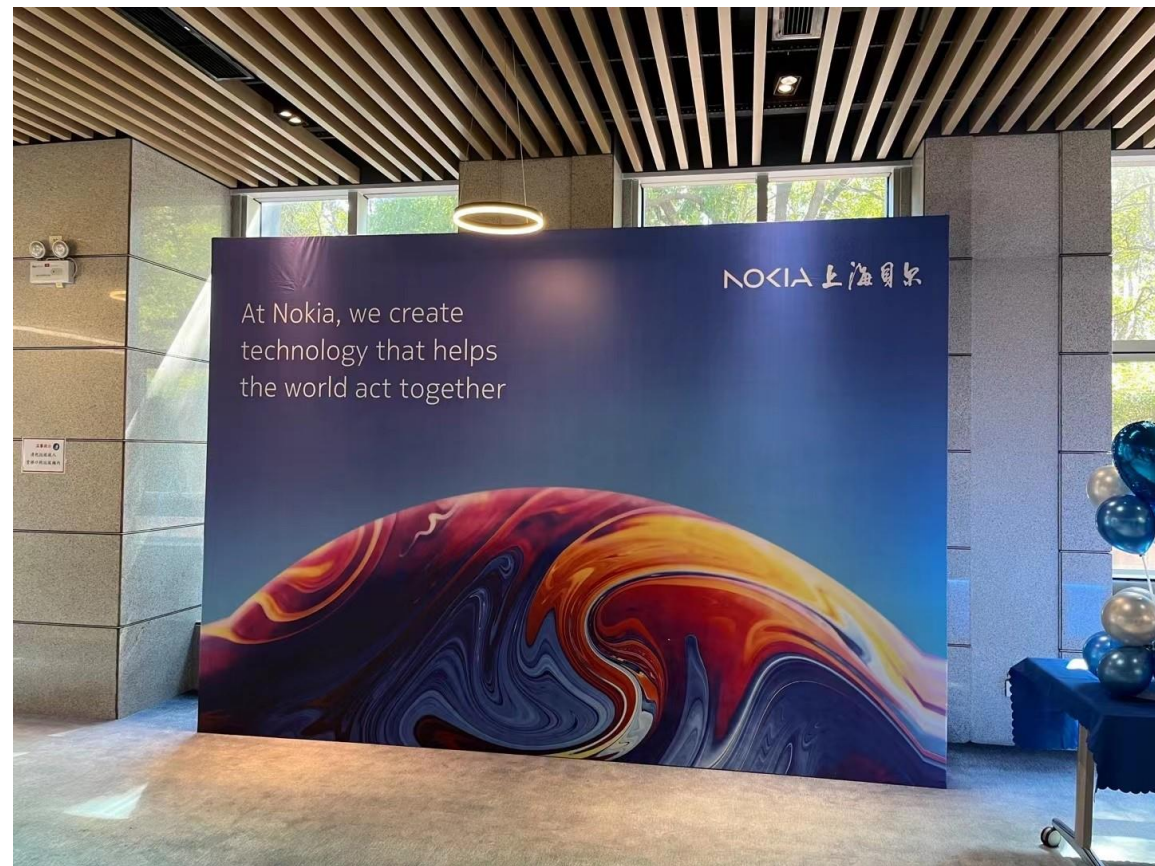
€210亿+

过去五年中诺基亚各业务领域（包括诺基亚贝尔实验室）的研发总投入

背景

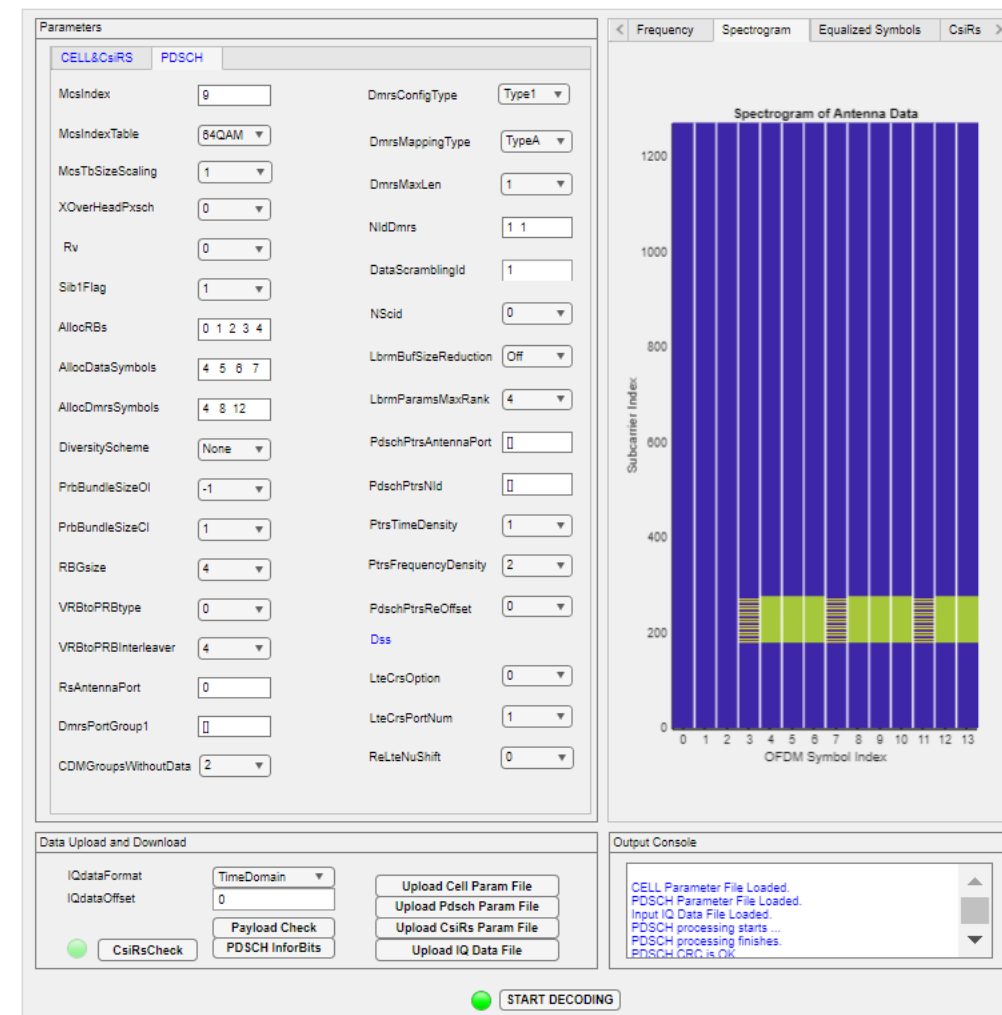
NOKIA 上海贝尔

- 我们团队的工作集中在物理层链路级算法设计和仿真。
- 工作中有很多分析基带数据的需求来定位物理层软件开发或者测试中遇到的各种问题。



背景

- 传统的基带数据分析是利用链路级算法仿真器进行分析，需要专业的物理层和MATLAB知识，一般软件或者测试工程师难以入手。
- 利用MATLAB Web App Server部署开发的基带数据分析工具，用户无需安装MATLAB和下载分析程序代码，直接以浏览网页的形式在线分析数据。
- 分析工具提供标准的数据和参数日志上传接口，绝大部分的参数配置都可以通过工具实现自动配置，并提供图形化的分析结果。

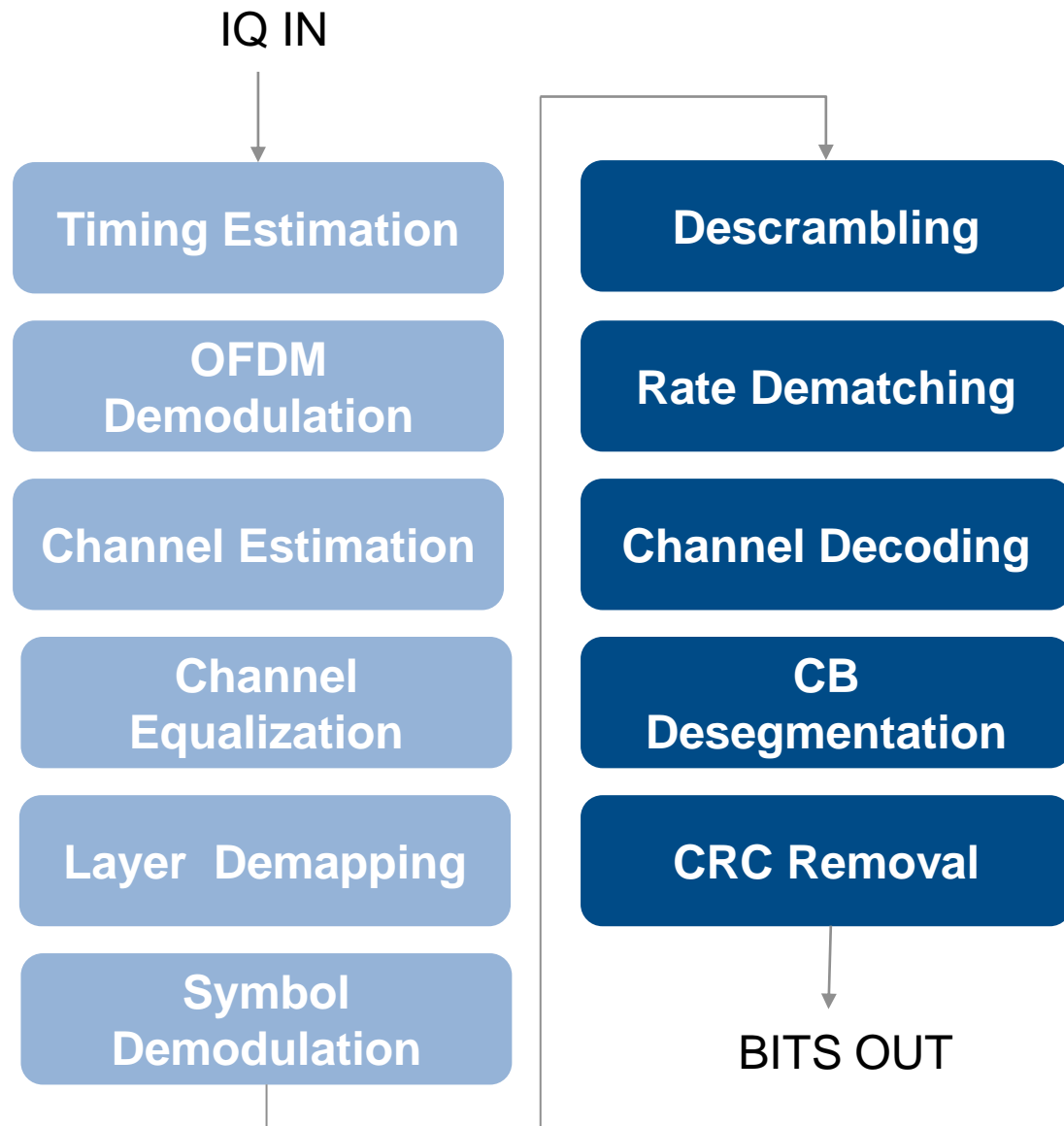


利用MATLAB设计下行接收机

- 支持SSB/PDCCH/PDSCH信道，CsiRs参考信号。
- 实现Symbol 级和 Bit 级的接收机算法。

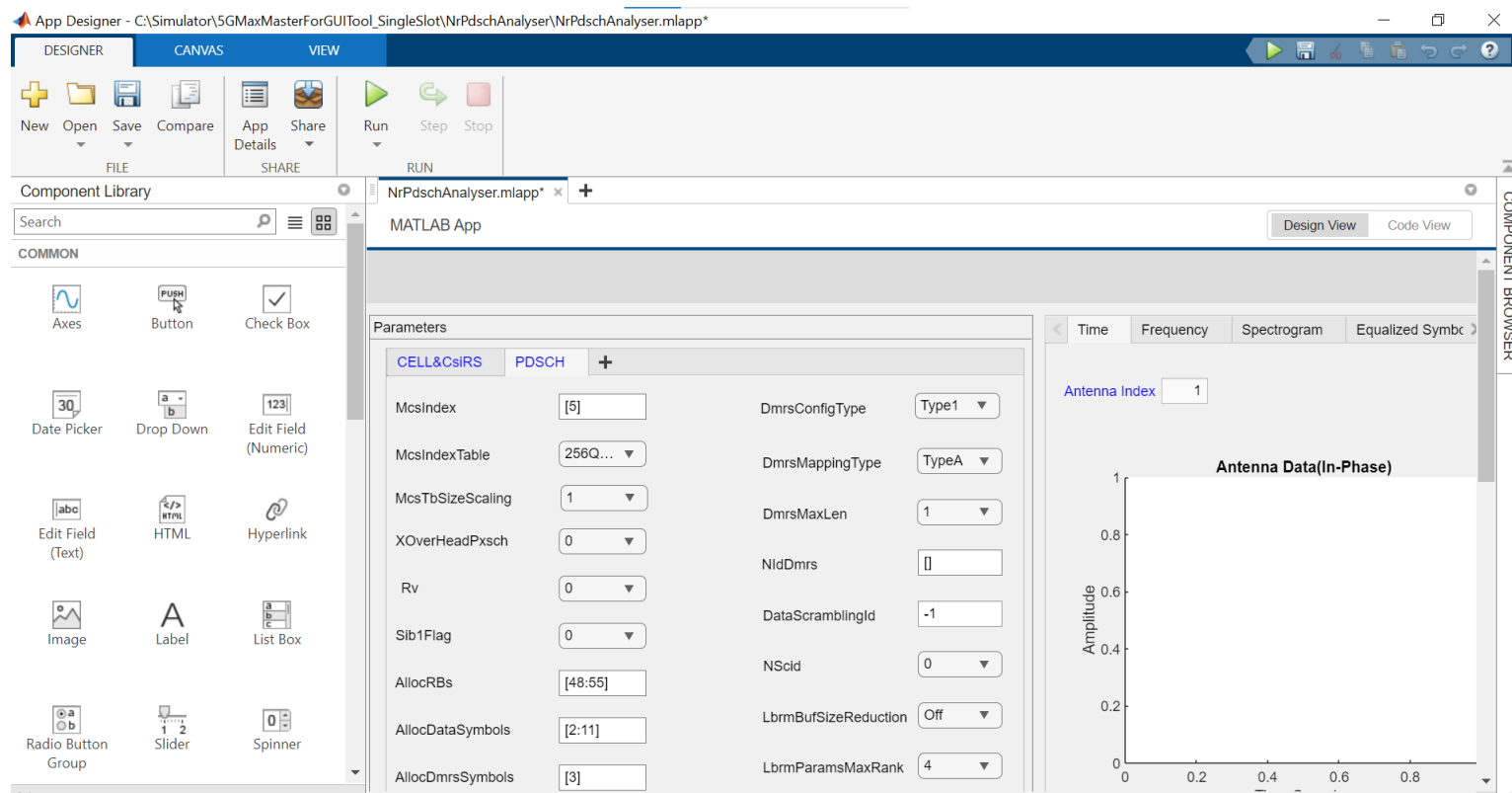
 Symbol Level Processing

 Bit Level Processing



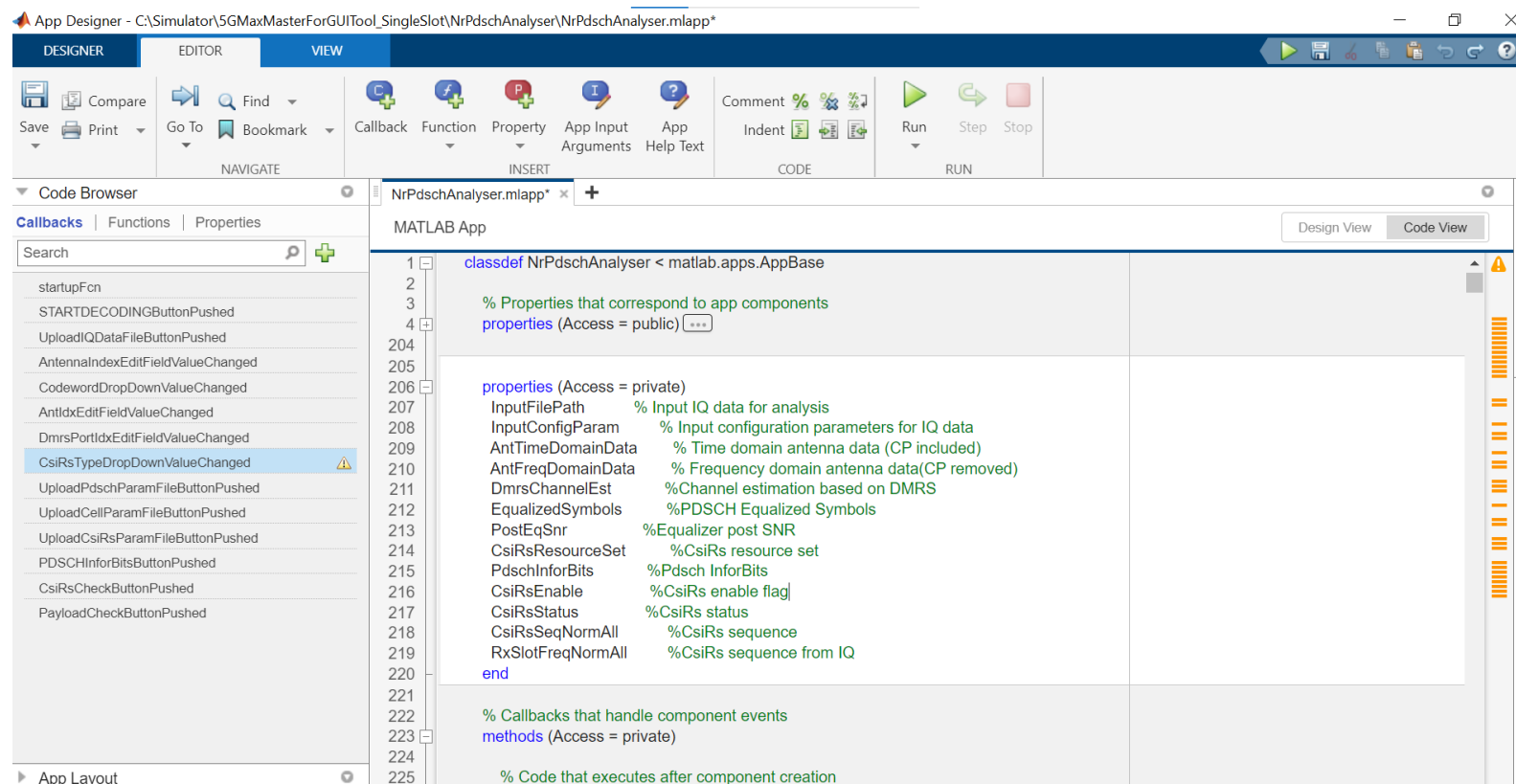
利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

- 利用MATLAB App Designer提供的各种GUI控件进行App设计。



利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

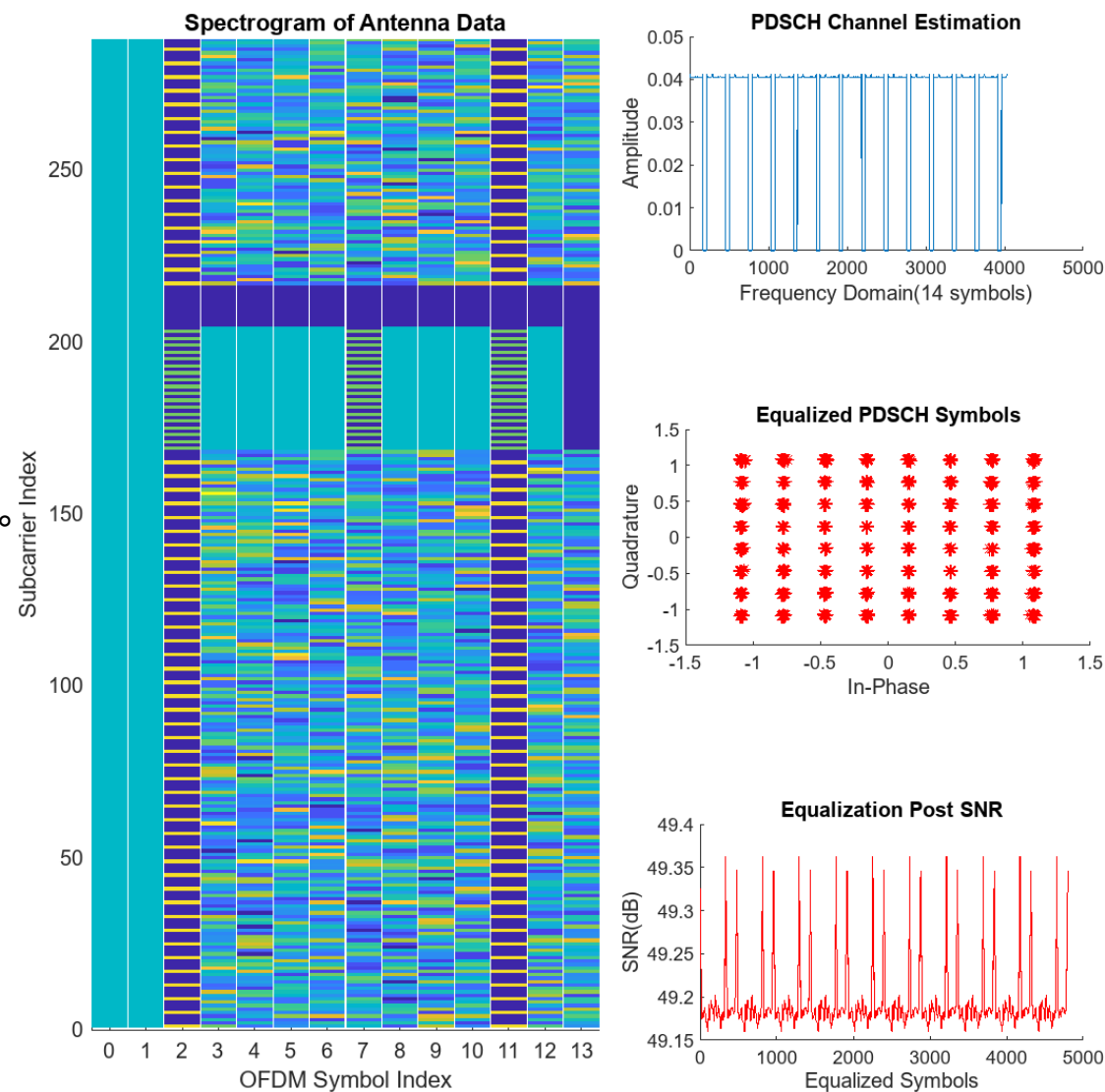
- MATLAB App Designer会根据各种GUI控件的设计自动生成面向对象的MATLAB代码。
- 用户可以在自动生成的MATLAB代码里面添加自定义的代码。



利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

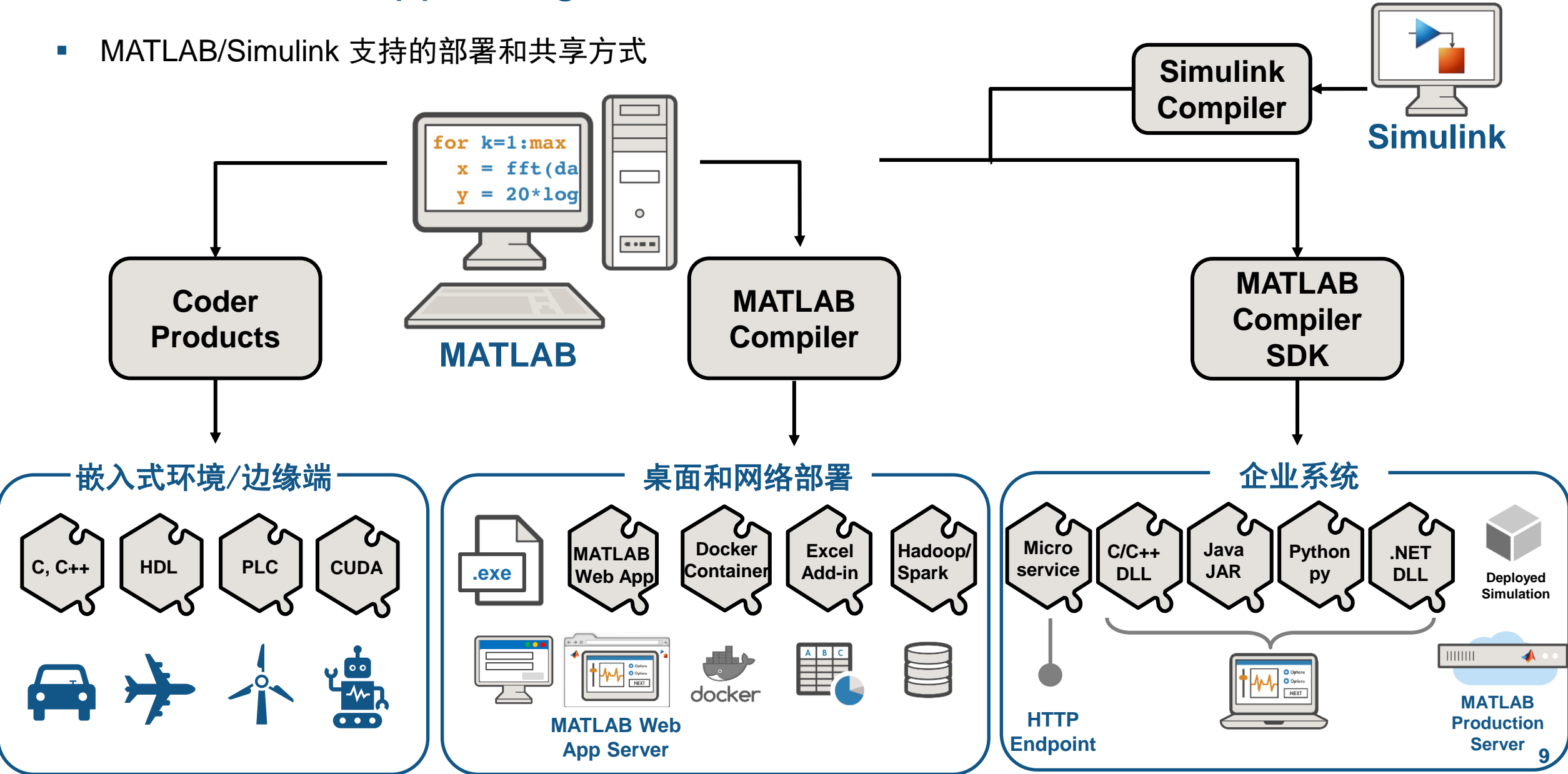
基带数据分析工具主要功能如下：

- 读取各种格式的基带数据，包括CPRI、ECPRI。
- 读取解析数据所需要的参数日志，并根据参数日志里面的参数来配置解析数据所需要的参数。
- 利用下行接收机的算法进行一系列的symbol级和bit级操作。
- 通过图形显示一系列结果，包括时频图、信道估计结果、信道均衡后symbol的星座图等；通过文本框显示CRC处理的结果。
- 用户可以下载解码后的bit数据。



利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

- MATLAB/Simulink 支持的部署和共享方式



利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

利用MATLAB App Designer设计的程序可以通过如下方式进行共享：

- MATLAB App

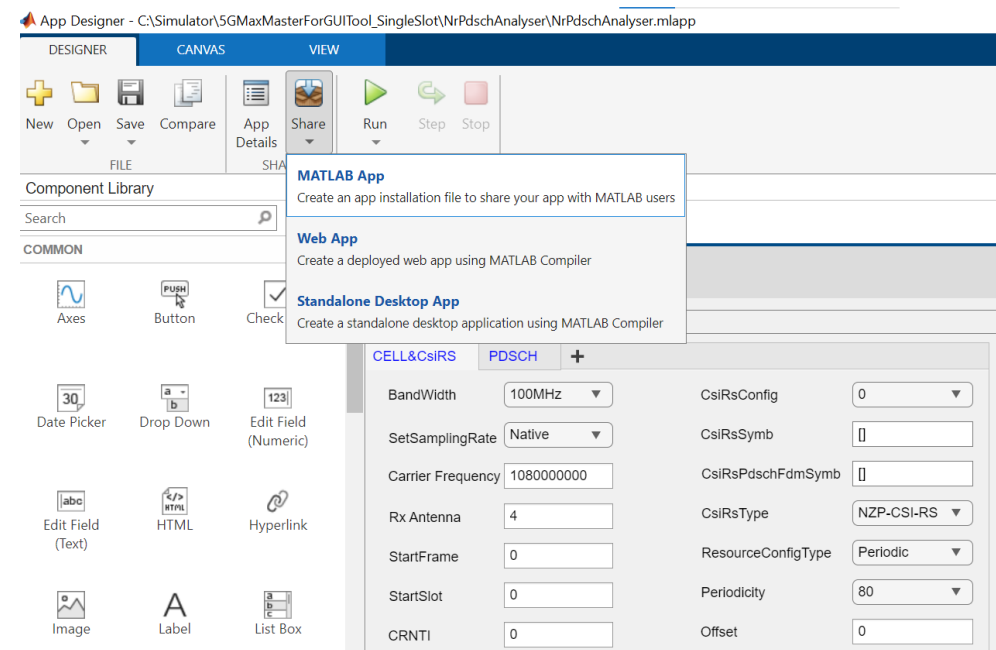
- 创建一个App安装文件，可以在MATLAB用户间分享。
- 用户在MATLAB内安装该App，即可以使用该App。

- Web App

- 利用MATLAB Compiler编译生成一个可部署的Web App。
- 通过MATLAB App Server部署该Web App，用户可以像访问网页一样访问该App。

- Standalone Desktop App

- 利用MATLAB Compiler编译生成一个standalone的桌面应用程序。
- 用户需安装MATLAB Runtime来运行桌面应用程序。

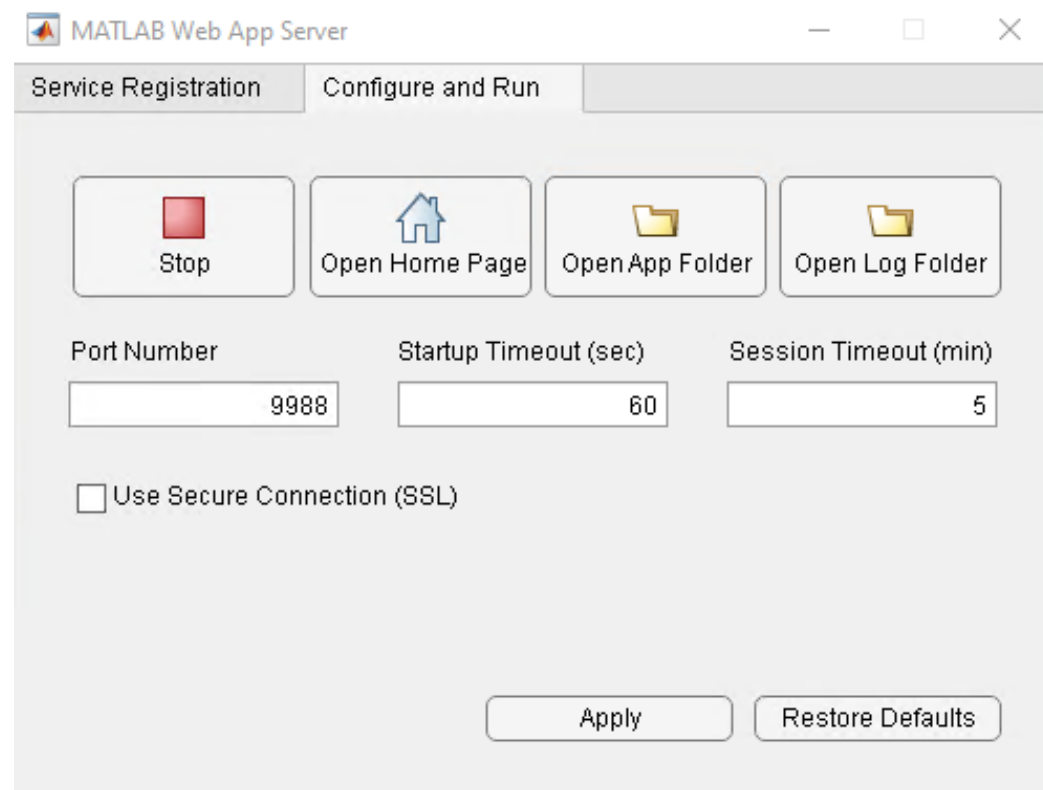


利用MATLAB Web App Server部署App

我们采用了Web App的方式分享我们开发的App。

利用MATLAB Web App Server部署App的好处：

- 实现App的集中化管理，用户无需进行App更新。
- 用户使用App时候无需安装Matlab，无需下载App。
- 用户随时随地像访问网页一样使用该App。



利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

- 一个服务器上可以运行多版本MATLAB上开发应用
- 应用更新后，无需全部重新编译，易于迁移

TLAB Web Apps > Manage Apps Upload App Sign Out

Name	Version	Author	MATLAB Runtime	Status Message
Mass Spring Damper	1.0	-	R2020a	✓ OK
MassSpringDamperAppForLinux	-	-	-	✗ Expired CTF
Mortgage	2.1	MATLAB AppDesigner Examples	R2020a	✓ OK
NFLPlayersApp	1.0	MATLAB Connector Team	R2020a	✓ OK
PatientsDisplay	1.0	MATLAB AppDesigner Examples	R2020a	✓ OK
PatientsTreeAppExample	1.0	MATLAB AppDesigner Examples	R2020a	✓ OK
PlotSelector	1.0	MATLAB Graphics Team	R2020a	✓ OK
PulseGenerator	1.0	MATLAB AppDesigner Examples	R2020a	✓ OK
RoadSuspensionInteractionIn3DOF_SLSimApp	-	-	-	✗ Expired CTF
TMDDsim	2.0	MathWorks SimBiology Team	R2019b	✓ OK
TransientConduction	1.0	Dave Garrison	R2020a	✓ OK

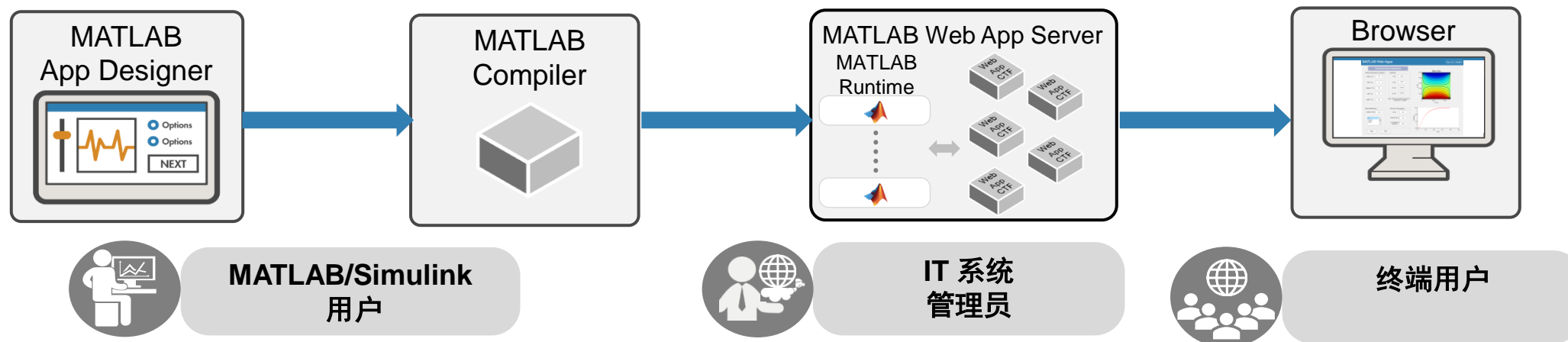
利用MATLAB App Designer设计基带数据分析工具

开发:
用MATLAB App Designer 开发 用户界面和回调函数

打包:
一键打包MATLAB app, 数据和相应的依赖文件

部署:
使用上传功能, 从网页部署 MATLAB Web Apps

访问和运行:
使用浏览器直接访问 MATLAB Web Apps



开发共享的MATLAB Web Apps

- 用MATLAB Web Apps和其他终端用户共享您的工作
- 精力花在app开发上, 而不是浪费在软件分发上

管理基础服务

- MATLAB Web Apps的安全和访问控制
- 不需要软件分发、安装, 节省大量时间

轻松访问MATLAB Web Apps

- 不需要在桌面安装应用程序, 节省时间
- 可以从任何地方使用浏览器访问 MATLAB Web Apps

Web App程序的演示

一个简单的利用Web App进行5G PDSCH 基带数据解码的在线演示。

The screenshot displays the MATLAB Web App Server interface. The browser address bar shows the URL `10.182.100.69:9988/webapps/home/`. The page title is "MATLAB Web App Server" and includes a "Diagnostics" button. The main content area features a grid of application tiles, each with a thumbnail image, title, author, description, and version number.

Application Name	Author	Description	Version
AntMini	xiaoxiang.li@nokia-sbell.com	Beam Pattern Generation and Plot Tool	version 4.5
BeamPatternPlot	5GMAX Downlink Team	Plot Beam Pattern of Beamforming Weight	version 1.0
LteAnalyzerUserGuide	NSB MN RAN L1 RD HAZ SW 9 SG	LTE Analyzer User Guide	version 1.0
LtePdcchAnalyzer	Zhu Hengnian	LTE PDCCH Analyzer for Single SubFrame	version 1.11
LtePdschAnalyzer	Zhu Hengnian	LTE PDSCH Analyzer for Single SubFrame	version 1.30
NrDownlinkIQAnalyzer User Guide	NSB MN RAN L1 RD SHA SW 2 SG	The User Guide to NR Downlink IQ Analyzer	version 1.0
NrPdcchAnalyzer	Zhu Hengnian	NR PDCCH IQ Analyzer for multiple slots	version 1.0
NrPdcchAnalyzer	Zhu Hengnian	NR PDCCH Analyzer for Single Slot	version 1.18
NrPdschAnalyzer	Zhu Hengnian	NR PDSCH IQ Analyzer for multiple slots	version 1.0
NrPdschAnalyzer	Zhu Hengnian	NR PDSCH Analyzer for Single Slot	version 1.39
NrSrsAnalyzer	Zhu Hengnian	NR SRS Multi-Antenna Channel Estimation	version 1.5
NrSsbAnalyzer	Zhu Hengnian	NR SSB IQ Analyzer for multiple slots	version 1.0
NrSsbAnalyzer	Zhu Hengnian	NR SSB Analyzer for Single Slot	version 1.28
ReadEcprIQData	Qian Feipeng	Read Ecpr IQ Data	version 1.35
WedmaDownlinkAnalyzer	Zhu Hengnian		

总结

- 利用MATLAB强大的算法开发能力，设计5G下行接收机的核心算法程序。
- 利用MATLAB App Designer，设计出具有友好的GUI的App程序用于分析下行基带数据。
- 通过MATLAB Compiler将App程序编译为Web App并通过MATLAB Web App Server部署，用户随时随地像访问网页一样使用该App分析下行基带数据。
- 通过使用MATLAB工具开发5G下行接收机及App应用，节省了开发时间；工具从发布到用户使用零延时；该Web App成为公司内部的公共测试和运行平台，全球同事可以随时、随地访问该App，免现场维护，节省沟通成本。目前中国、波兰、美国、芬兰、印度不同团队的同事都在使用此工具箱进行数据分析。
- 工具箱已经运行两年多的时间，我们对当前的工具箱进行不断改进，并根据工作需要添加新的工具到工具箱内，使得这种模式得到更加广泛的推广。

MATLAB EXPO

Thank you



© 2023 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [mathworks.com/trademarks](https://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.