

MATLAB/Simulinkによるソフトウェア無線ソリューション

～授業でも利用できるRTL-SDRを使用した無線実験例～

ソフトウェア無線を利用した無線実験ソリューション

ソフトウェア無線の機能は、ソフトウェアあるいは、プログラマブルなハードウェアを使用して実現されます。MATLAB/Simulink環境では、ソフトウェア無線のアルゴリズムの検討やシステムシミュレーションだけでなく、ソフトウェア無線のターゲットに実装するためのCコードやHDLコードの生成も行えます。

また、次項で紹介するサポートパッケージをインストールすることで、MATLAB環境とサポートされているハードウェアとのインタフェースが利用できるため、迅速に実機を使用した実験環境の構築が可能です(図1)。

1,000円程度の安価なハードウェアを利用することにより、実験の授業でも、一人1台ハードウェアを利用して無線の電波を捉え解析することも現実的になります。また、10,000円程度のハードウェアでも送信機として使用できる為、複雑な公共の電波を受信しての解析ではなく、シンプルに変復調のシステムを利用して無線の基礎を学んで頂く事も可能です。

シミュレーションとは違った感動や喜び、難しさなどをご体験頂けます。

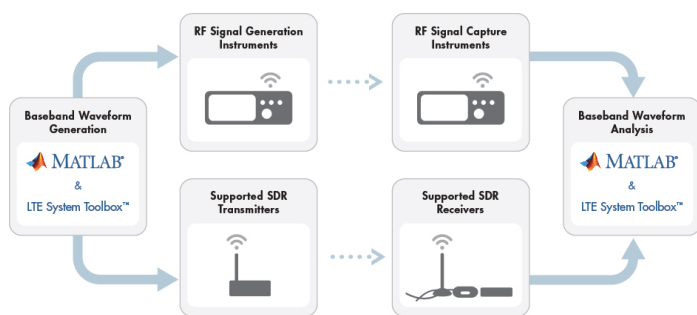


図 1 実験計測器、SDR機器との連携

サポートパッケージ

サポートパッケージとは、MathWorks 製品で特定のサードパーティ製のハードウェアやソフトウェアを使用可能にする、アドオンです。Communications System Toolboxから提供される Support Package for RTL-SDRは、MATLAB/Simulink環境とソフトウェア無線機として利用可能なハードウェアRTL-SDRを接続

するペリフェラルをSystem objects/Simulinkブロックとして提供します(図2)。RFの回路が実装されたハードウェアと接続することで、無線信号を受信し、RTL-SDR上でダウンコンバージョンされたベースバンド信号をMATLAB/Simulink環境で扱うことが可能になります。



図 2 RTL-SDR(RTL2832U-R820T)

利用できるシステム

RTL-SDRは、24～1766MHzの無線信号が受信できます。帯域は3MHzと限られますが、FM/AMラジオ、GPS、航空機が送信するMode S、時報、LTEの一部など複数の公共の電波の受信が可能です。もちろん、RTL-SDRが受信できる範囲であれば、独自のシステムによって送信された電波も取得できるため(電波法により、必要に応じて同軸ケーブルを利用)、送信機能を持つソフトウェア無線機器や計測器を合わせて利用することで、デジタル通信の教科書でお馴染みのBPSKやQPSKなどの変復調を使用したシステムの送受信、解析が行えます。

また、RTL-SDRをRaspberry Pi™ に接続して使用できるドライバも提供しています。Raspberry Pi上で行う処理もSimulink上でモデリングし、コード生成のオプションなしで組み込みが行えます(図3)。取得したデータはThingSpeak™を利用し、サーバーにアッ

することで、離れた場所でのモニタリングも行えるため研究室や実験室だけでなく、様々な場所でIoTのセンサ、エッジデバイスとしてもご検討頂けます。

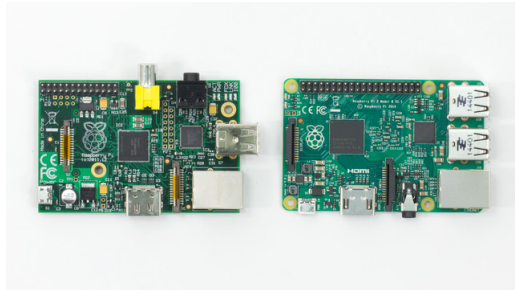


図 3 Raspberry Pi

具体例

1. スペアナ

RTL-SDRとSimulink環境を接続するブロックの後段にストリーミングで周波数応答を表示できるSpectrum Analyzerを配置することで、スペアナのようにご利用頂けます(図4)。受信されている信号の特徴を確認後、復調や復号を行うなどの処理も可能です(図5)。

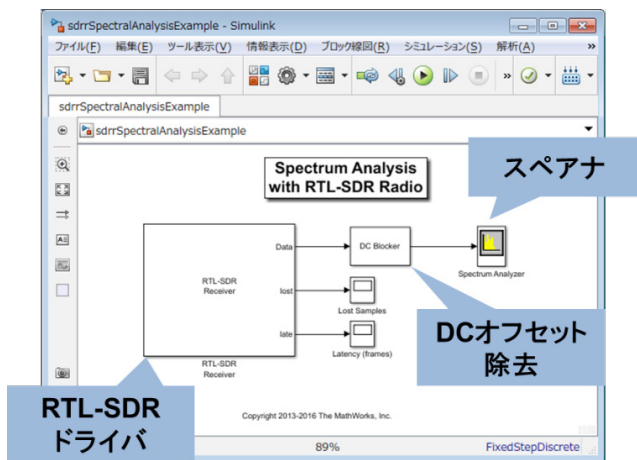


図 4 スペアナモデル

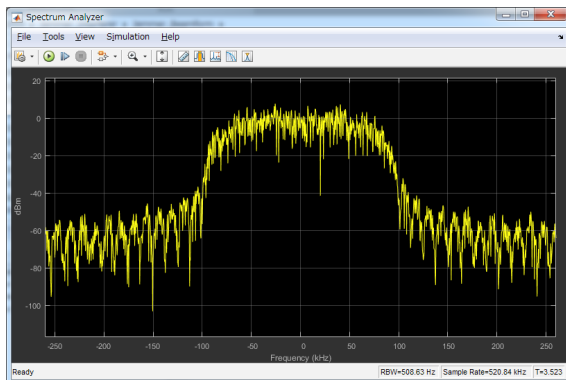


図 5 Spectrum Analyzerに表示された受信信号

2. FMラジオ受信機

RTL-SDRとSimulink環境を接続するブロックの後段で、FMの復調を行い、スピーカブロックを接続することでFMラジオを聴くことができます。FM復調処理は、基本的なブロックを組み合わせて実現、ステレオで受信、FM復調を行うブロック1つで実現など、目的に応じたレベルでのモデリングが可能です(図6)。スライダゲインを用いることで動作中に受信周波数を変更できるのもSimulinkを使うメリットのひとつです。

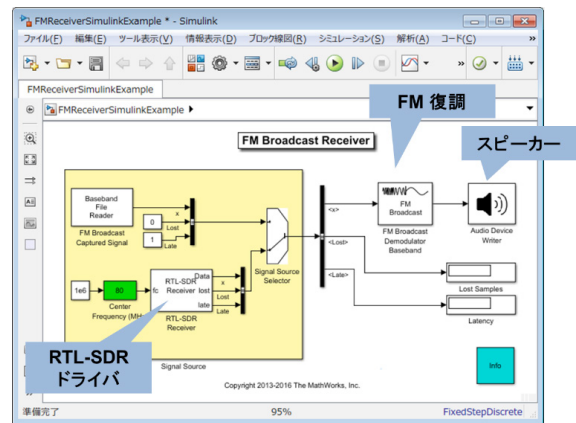


図 6 FMラジオ受信モデル

3. 航空機トラッキング

航空機はADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) システムを使用し、航空機のカテゴリ情報や現在の位置情報などを絶えず放送しています。そのADS-Bを受信、解析し、現在上空を飛行している航空機をリストに表示するだけでなく、地図上に表示させることも可能です(図7)。

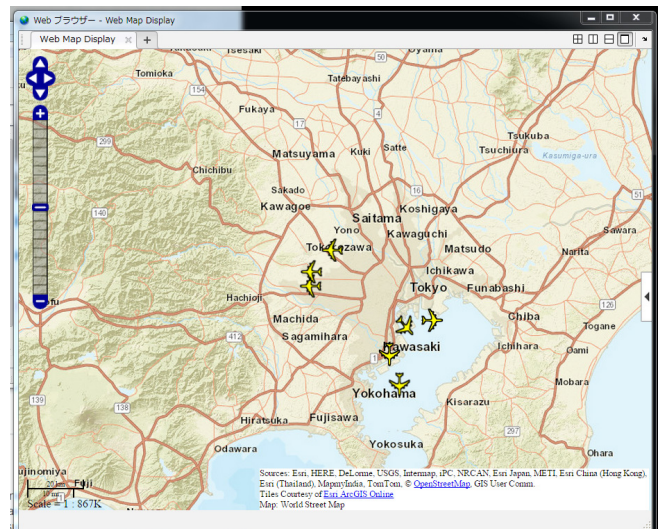


図 7 トラッキングされた航空機

4. LTE信号のデコード

サンプリングや帯域に制限はありますが、受信したLTE信号の解析も行えます(図8)。ここでは、取得したデータの各フレームのマスター情報ブロック(MIB)をデコードし、各サブフレームのCFIとPDCCHのデコードに成功した場合、チャンネル推定値とイコライズされたPDCCHシンボルを表示しています。(図9)チャンネル推定、CFIとPDCCHのデコードは、あらかじめ提供された関数でも行えます。

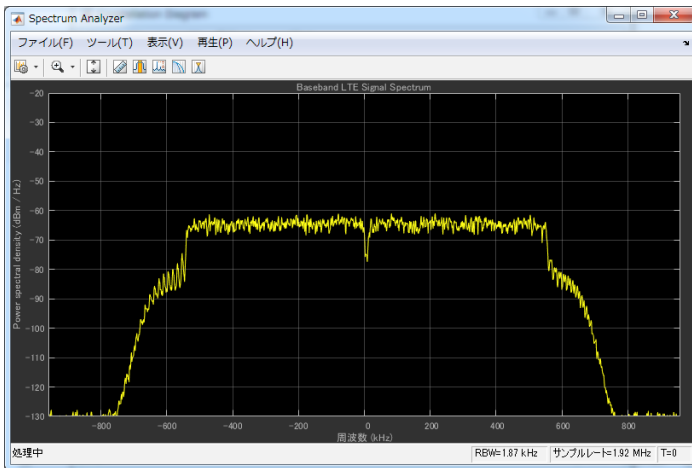


図 8 受信したLTE信号

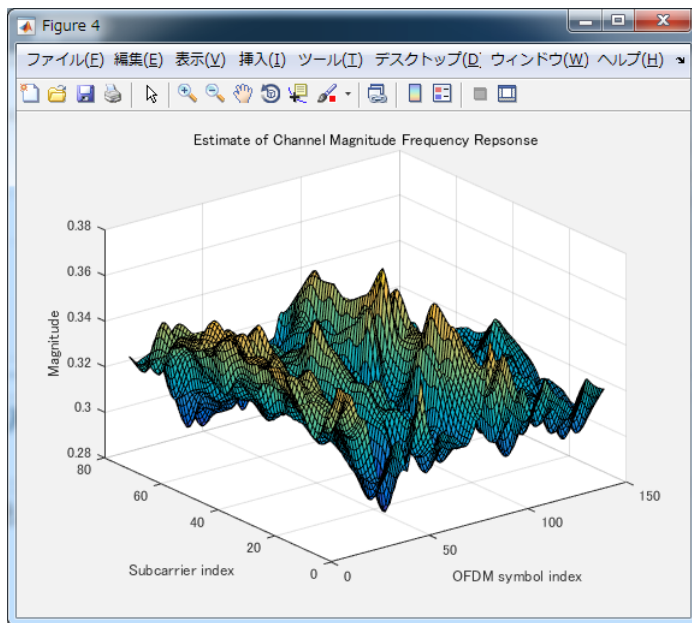


図 9 チャンネル推定値

まとめ

MATLAB/Simulinkのソフトウェア無線環境で、様々な無線システムの送受信や解析を行うことができます。システム毎に実験システムを用意する必要もない為、最低限のリソースで授業、実験、研究など幅広くご利用頂けます。

使用したライセンス構成

- MATLAB®
- Simulink®
- Signal Processing Toolbox™
- DSP System Toolbox™
- Communications System Toolbox™
- Audio System Toolbox™
- LTE System Toolbox™
- Mapping Toolbox™

以下より、無線通信システム設計に関連する弊社資料をご覧頂けます。

- ソフトウェア無線
- 5G(第5世代移動通信)

ハードウェア自体のサポートは、各メーカー様にお問い合わせください。

ハードウェアには個体差などもあり、動作保証は出来かねますがご了承ください。

営業へのお問い合わせ

- ご質問、ご評価などご希望の方は、以下よりお問い合わせください。

mathworks.co.jp/contactsales