

MATLAB®/Simulink®によるソフトウェア無線ソリューション

～FMCOMMS, ZedBoard, PicoZed™で LTE 無線信号の送受信～

ソフトウェア無線ソリューション

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が、MATLAB®/Simulink®環境では、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、迅速に試作機を作成して頂けます。サポートされているハードウェアはMATLAB®環境とのI/Oとして、また、ユーザーがカスタマイズ可能なFPGAを利用することで、I/Oとしてだけでなく、ソフトウェア無線のターゲットとしてもお使い頂けます。

更に、標準規格に準拠したモデルの設計が容易なLTE System ToolboxやWLAN System Toolboxを合わせて利用することにより、LTE/無線LANの信号生成、解析が加速します。

ソフトウェア無線(SDR)の開発において、統一されたMATLABの開発環境は、システムを設計、検証に最適なワークフローと考えられます。

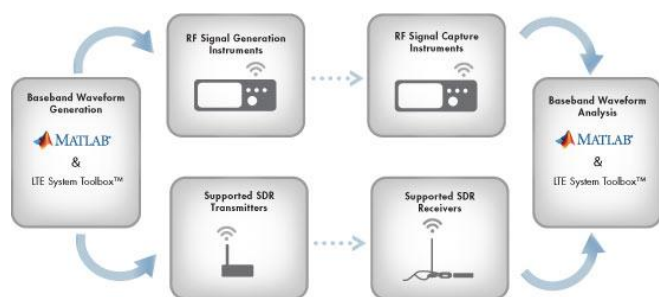


図 1 実験計測器、SDR 機器との連携

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 Xilinx® Zynq®-Base Radiosは、MATLAB®/Simulink®環境とZynq®ベースの開発ボードを接続するペリフェラルをSystem Objectsまたはブロックとして提供します。Zynq®ベースの開発ボードにAnalog Devices社のAD/9361/AD9364が実装されたRFボードを接続することで、無線信号を扱うことが可能になります。

デモンストレーション概要

MathWorksが提供するソフトウェア無線(SDR)開発環境と、Analog Devices社、Avnet®社が提供するハードウェアを利用して、LTEに準拠した無線信号の送受信を行います。

ここでやっているRF信号の送受信は、アンテナを使用せず、終始アッテネータを付加した同軸ケーブルを使用しています。

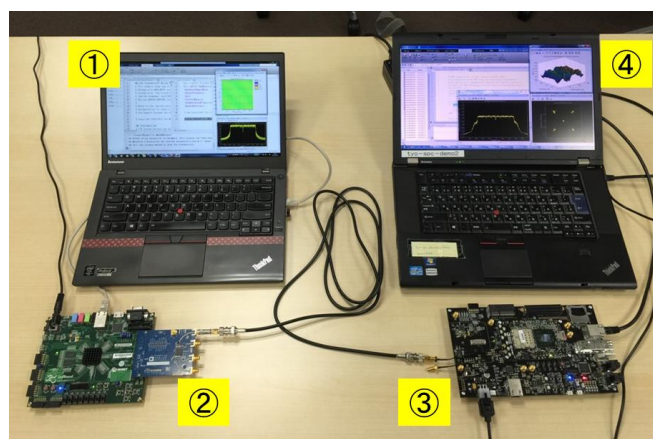


図 2 デモンストレーション環境

① LTEベースバンド信号生成

ここでは、セルIDと最初のフレーム番号をカスタマイズできるように送信器を設定します。基準測定チャンネル(RMC)は、LTE System Toolbox を利用し生成します。TS36.101 Annex A.3 で定義されたデフォルトのパラメータは、lteRMCDL で提供されます。必要に応じて RMC のパラメータをカスタマイズします。RMC パラメータを設定後、lteRMCDLTool で、ベースバンド信号、全て満たされた送信リソースグリッド、RMC 構成パラメータを生成します。

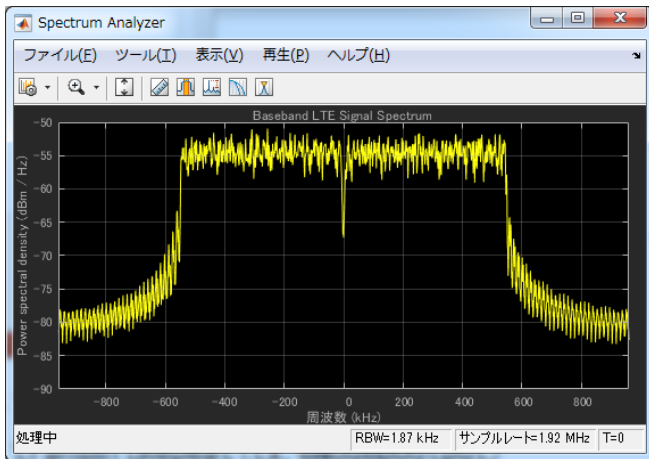


図 3 生成された LTE 信号

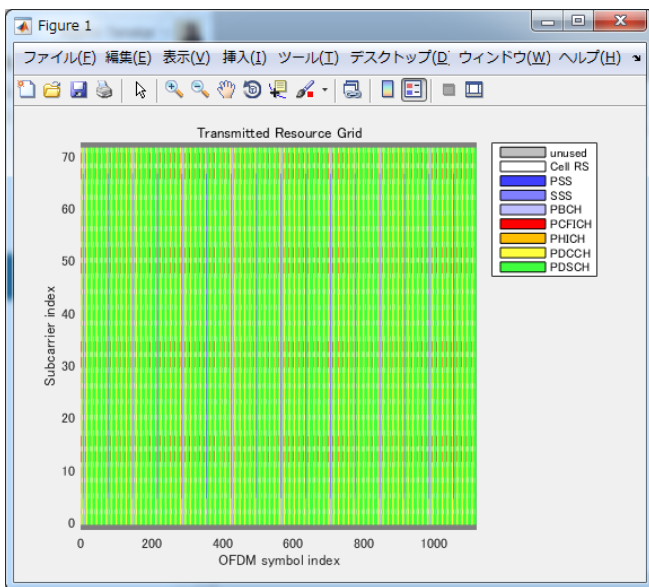


図 4 送信リソースグリッド

② ハードウェアから実信号送信

MATLAB®で生成した LTE に準拠した信号をハードウェアから RF 実信号として出力します。ここでは、送信機として Analog Devices 社 FMCOMMS3 と Avnet®社 ZedBoard を使用します。sdrxx で上記ハードウェア、キャリア周波数、ベースバンドサンプルレートなど送信機のパラメータを設定します。作成された System Objects と transmitRepeat を使用することで、ハードウェア上のメモリにデータを転送し、ギャップなしで繰り返しデータが送信されます。



図 5 FMCOMMS3 と ZedBoard

③ ハードウェアで実信号受信

前述の送信機を使用して出力した RF 実信号をハードウェアで受信します。ここでは、受信機として Avnet®社 PicoZed™を使用します。sdrxx で上記ハードウェア、キャリア周波数、ベースバンドサンプルレートなど受信機のパラメータを設定します。作成された System Objects で RF 実信号を取得できます。



図 6 PicoZed™

④ LTE信号のデコード

前述のハードウェアで受信した信号の解析を行います。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)がデコードされ、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シンボルが表示されます。

チャンネル推定にはlteDLChannelEstimate、CFIとPDCCHのデコードには、それぞれ、lteCFIDecode、ltePDCCHDecodeを使用しています。

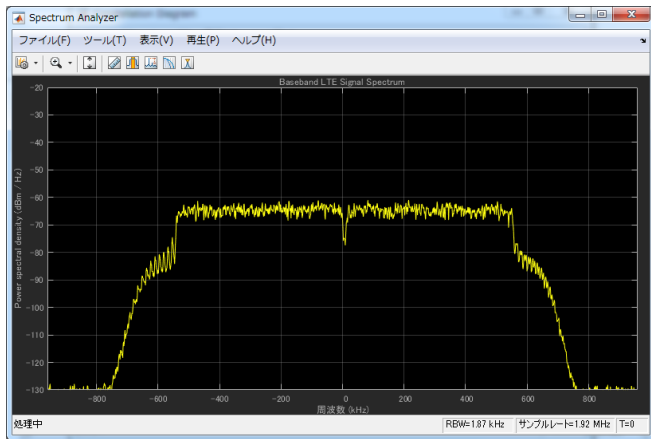


図 7 受信した LTE 信号

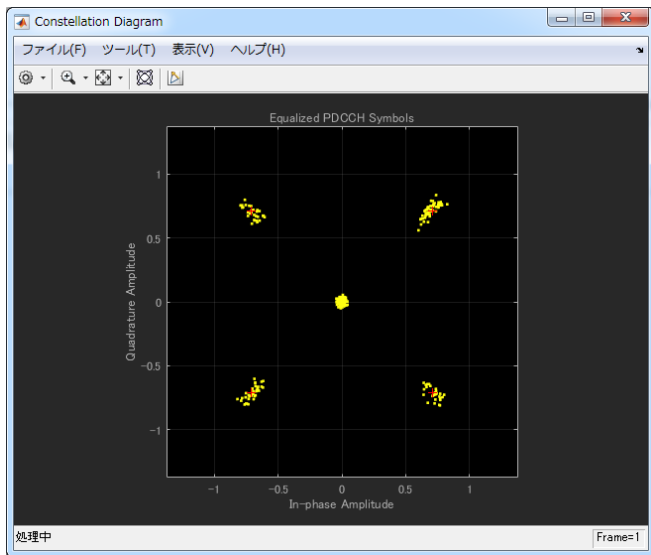


図 8 イコライズされた PDCCH シンボル

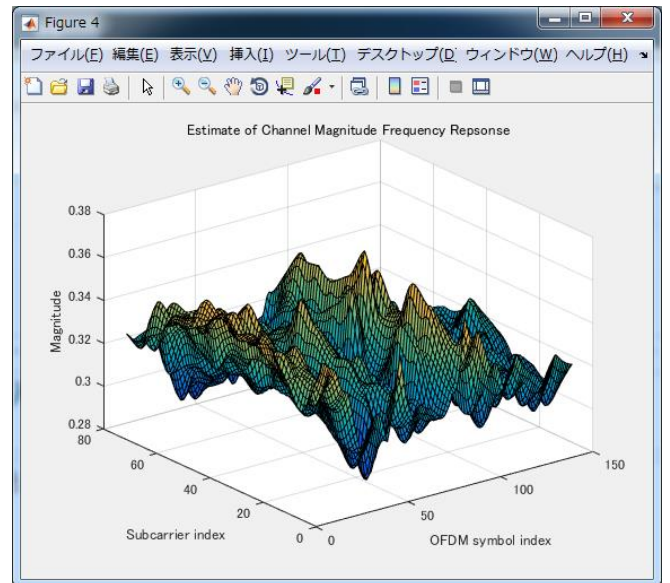


図 9 チャネル推定値

ハードウェアに実装されたZynq®のカスタマイズ

今回のデモでは使用していない機能ですが、HDL Coderと連携し、ハードウェア上に実装された Zynq®に実装するビットストリームをカスタマイズすることも可能です。前段の信号処理を Zynq®で行い、その後 MATLAB®/Simulink®環境で後段の信号処理が行えます。

デモで使用したライセンス構成

- MATLAB®
- Signal Processing Toolbox™
- DSP System Toolbox
- Communications System Toolbox™
- LTE System Toolbox

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。

https://jp.mathworks.com/company/aboutus/contact_us/contact_sales.html