



XAPP1224 (v1.0) 2014 年 10 月 22 日

Zynq-7000 AP SoC システムのセキュア アップデート

著者 : Lester Sanders

概要

Zynq®-7000 All Programmable (AP) SoC ベースのエンベデッド システムは、インターネットに接続すると、動作中にソフトウェア、ハードウェア、およびデータ ファイルをアップデートできます。インターネット経由でアップデートされるパーティションは、安全性を確保するために保護される必要があります。このアプリケーション ノートでは、Zynq-7000 AP SoC が動作している状態でエンベデッド システムを安全にアップデートする方法について説明します。

含まれるシステム

リファレンス システム (system_update) には、次のソフトウェア プロジェクトが含まれています。

- fsbl
- hello
- partition_loader
- u-boot
- hello_update

これらのソフトウェア プロジェクトの ELF ファイル、暗号キー、および Bootgen イメージフォーマット (BIF) ファイルは、system_update/completed ディレクトリにあります。ソース ファイルは、hello_src および partition_loader_src ディレクトリにあります。

はじめに

SoC または FPGA ベースのエンベデッド システムを再プログラムする場合の一般的な方法は次のとおりです。

1. エンベデッド システムの電源を切断する。
2. ザイリンクス ソフトウェアがロードされる PC ヘシステムを物理的に接続する。
3. すべてのパーティションを含むイメージを不揮発性メモリ (NVM) へダウンロードする。
4. 電源を投入する。

この間、エンベデッド システムは利用できません。インターネットに接続すると、Zynq-7000 デバイスでは動作中にパーティション ロダーまたは U-Boot を使用して、ソフトウェア、ハードウェア、またはデータをロードできます。リファレンス システムを用いて、パーティション ロダーと U-Boot を使用してシステムをアップデートする方法を示します。

このアプリケーション ノートは、次のセクションで構成されます。

- 「システム アップデートの利点」では、エンベデッド システムをリモートからアップデートする理由を挙げています。
- 「システム アップデートの高位記述」では、システムをアップデートするために必要なタスクを紹介しています。これらのタスクは、ファクトリで実行されるタスクと、フィールドでエンベデッド システムに対して実行されるタスクに分かれています。
- 「システム アップデートの実行」では、ザイリンクスのソフトウェア開発キット (SDK) を使用してソフトウェア プロジェクトを構築します。その後、SDK でイメージを作成およびプログラムします。SDK を使用したソフトウェア プ

本資料は表記のバージョンの英語版を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。資料によっては英語版の更新に対応していないものがあります。日本語版は参考用としてご使用の上、最新情報につきましては、必ず最新英語版をご参照ください。

プロジェクトの作成に不慣れな場合は、システム作成の手順を説明している『Zynq-7000 All Programmable SoC のセキュアブート』(XAPP1175) [参照 1] を参照してください。このセクションでは、パーティション ローダーと U-Boot を使用してシステムをアップデートする方法についても説明しています。

- 「システム アップデートのテスト」では、リファレンス システムの実行方法および結果の確認方法について説明しています。システムを安全にアップデートするには、AES 暗号および RSA 認証を使用します。
- 「システム アップデートのセキュリティ」では、機密性および完全性を確保したアップデート方法について説明しています。

必要なハードウェアおよびソフトウェア

Zynq AP SoC のソフトウェア アップデートにおけるハードウェアおよびソフトウェアの要件は次のとおりです。

- ZC702、ZED、または MicroZed 評価ボード
- AC 電源アダプター (12VDC)
- USB Type-A/Micro-B ケーブル
- ザイリンクス プラットフォーム ケーブル USB II
- ザイリンクス ソフトウェア開発キット 2014.3
- ザイリンクス Vivado® Design Suite 2014.3

システム アップデートの利点

システム アップデートがもたらす主な利点は次のとおりです。

- 開発サイクルを短縮：新機能を簡単に追加できるため、最初のリリースにすべての機能を含める必要がない
- エラー管理：パッチでエラーを修正できる
- ソフトウェアまたはハードウェアをアップデートすることで、シリコンのライフ サイクルが延長される
- 患者カルテなどの機密データ記録を確実かつ安全に管理できる
- ハードウェアまたはソフトウェア動作を時分割多重化することによって、シリコンのシステム機能を向上させる
- 消費電力をリモート制御する
- 安全への侵害が発生した場合、または従業員が退職した場合にリモートから情報を削除できる
- 最新のソフトウェア/ハードウェアを備えることによって、エンベデッド システムのライフ サイクルが延長される

システム アップデートの高位記述

これまで、フィールド プログラマブル ゲート アレイ (FPGA) は設計者がプログラムするもので、エンド ユーザーが機能を変更することはありませんでした。Zynq-7000 AP SoC デバイスは、ユーザー主導のシステム アップデートをサポートしているため、製品の機能性が向上します。プロセッシング システム (PS) とプログラマブル ロジック (PL) の両セクションがプログラムできます。従来のデバイス ドライバーを使用して PS と PL の両方をプログラムできるため、ユーザー主導のアップデートが可能です。

ユーザー主導型アップデートのほかにも、サードパーティ ベンダーから、多くのエンベデッド システム アップデートに対応するデバイス マネージメント ソフトウェアが提供されています。これらのベンダーは、OMA DM (Open Mobile Alliance - Device Management) 規格への高位インターフェイスを提供し、フィールドに展開された多数のエンベデッド システムの効率的で安全なアップデートをサポートしています。

このアプリケーション ノートで使用するシステム アップデート方法は、ユーザー主導とデバイス マネージャー主導のシステム アップデートをサポートします。

システム アップデートには、有線または無線いずれかのインターネット接続を使用しますが、無線接続の方が効率的です。1 回のシステム アップデートで、1 つのパーティションがアップデートされます。パーティションとは、ソフトウェア (ELF/BIN)、ハードウェア (ビットストリーム)、またはデータ ファイルのいずれかです。アップデートは、セキュア モードまたは非セキュア モードで実行可能です。図 1 に、システム アップデートの概要を示します。ここでいうファクトリとは、ソフトウェアを開発してフィールド展開されたエンベデッドシステムに分配する主要 サイトのことです。ファクトリを使用すると、デバイス マネージャーは開発の構造から独立して動作できます。ファクトリはパーティションを作成します。このパーティションは、ファクトリまたはデバイス マネージャーによってエンベデッドシステムへ送信されます。通常、パーティションの最初のデスティネーションは、エンベデッドシステムの DDR メモリです。

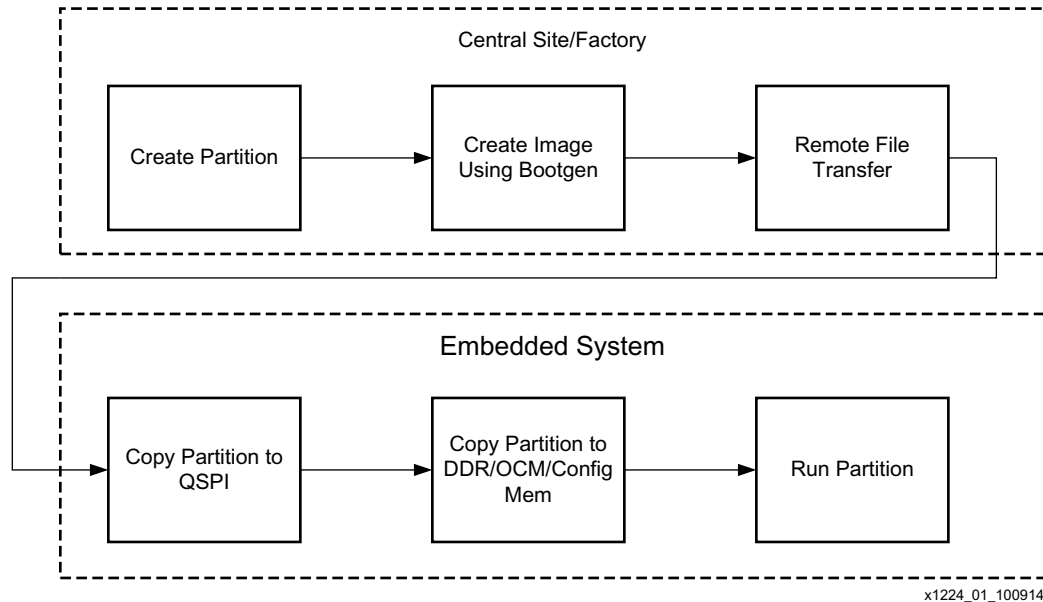


図 1: システム アップデートのフロー図

ここでは、ファクトリからエンベデッドシステムへのパーティションの伝送については詳しく説明しません。通常、この伝送には有線または無線イーサネットを使用します。

パーティションがエンベデッドシステムへ伝送された後、パーティション ロードまたは U-Boot のいずれかが DDR のパーティションを DDR の別の場所、オンチップ メモリ (OCM)、またはコンフィギュレーション メモリへコピーします。U-Boot を使用すると、DDR のパーティションを Quad-SPI に書き込むことができます。リブート時にエンベデッドシステムが最新のパーティションをロードする場合には Quad-SPI への書き込みが必要です。パーティション ロードは Quad-SPI への書き込みをサポートしていません。

パーティション ロードは U-Boot より小さくて使用が簡単です。U-Boot はパーティション ロードより機能性に優れています。パーティション ロードと U-Boot は共にソフトウェア、ハードウェア、またはデータパーティションをコピーし、AES 暗号および RSA 認証をサポートします。カスタム変更が必要な場合は、パーティション ロードへの変更を非公開として保持できます。U-Boot はオープンソースです。一部のエンベデッドシステムは、パーティション ロードと U-Boot の両方を使用します。

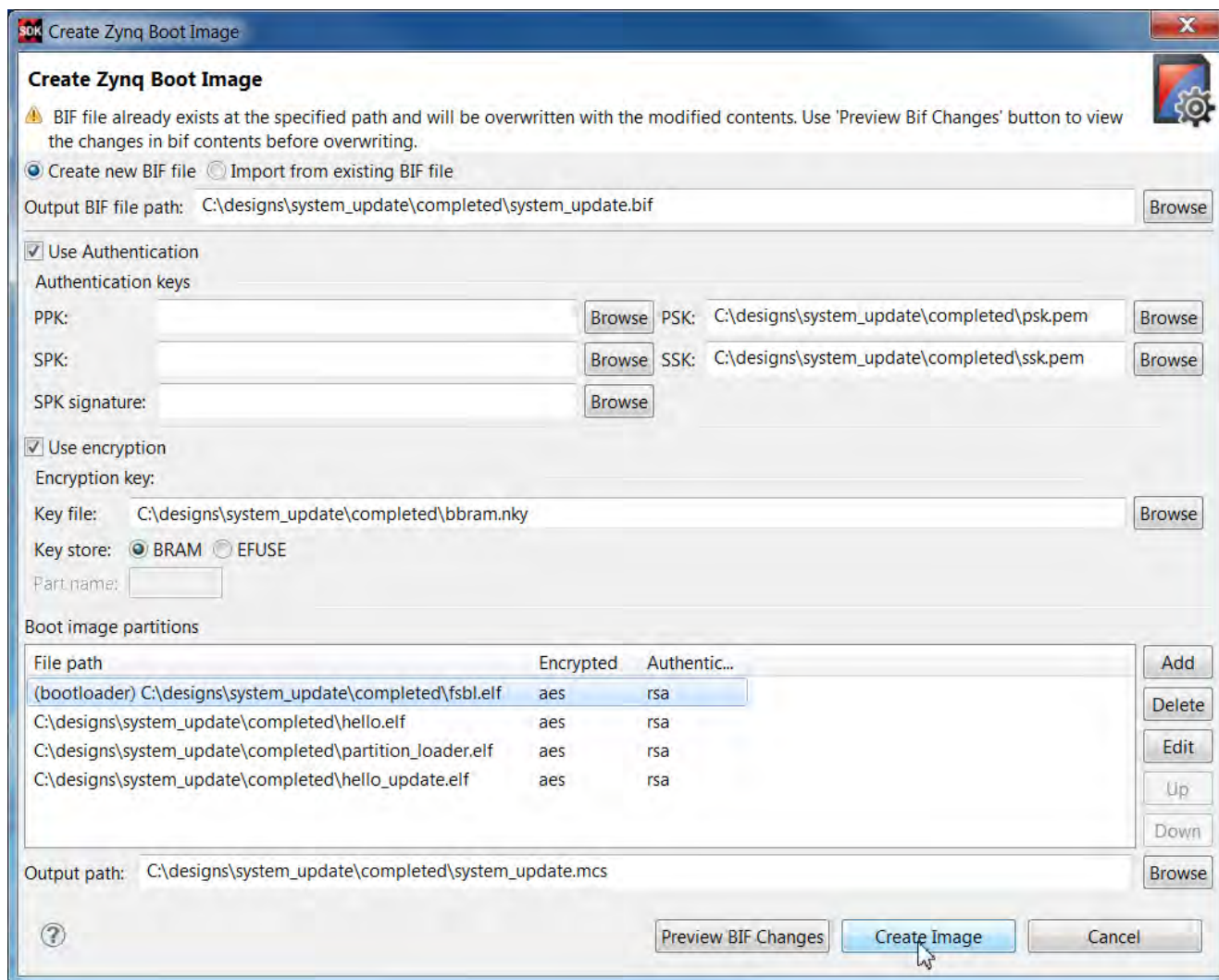
Zynq デバイスで実行する場合、Linux はビットストリームなどのパーティションをロードできます。Linux は、パーティションを Quad-SPI へ書き込むこともできます。Vivado Design Suite 2014.3 リリースの時点で、Linux のビットストリームコンフィギュレーション動作は、セキュア モードでテストされていません。

注記: ブート時のシステム アップデートを保持するには、U-Boot が NVM にアップデート情報を書き込む必要があります。Quad-SPI を NVM として使用する場合は、U-Boot `sf write` コマンドを使用します。

システム アップデートの実行

図 2 に、システム アップデート フローの機能を示します。FSBL (ファースト ステージ ブートローダー) が不揮発性メモリ (NVM) の hello ソフトウェア プロジェクトを DDR メモリへコピーします。hello ソフトウェアは通信端末に「Hello World」と表示します。この hello プログラムの後に、パーティション ローダーが実行されます。システム アップデートを実行する場合、パーティション ローダーは hello_update をロードします。実行中、通信端末には「Hello World Update」出力が表示されます。

実際のシステムでは、スケジューラーがプログラムの実行を管理します。このアプリケーション ノートのソフトウェア プロジェクトは、ブートやランタイム動作をエミュレートする経験則に基づいたリファレンス システムを提供しています。実際のシステムにおけるシステム アップデートは非同期的に行われます。FSBL と hello のロードはブート時に発生します。リファレンス システムでは、CPU が hello から partition_loader へ遷移するときにランタイムがモデル化されます。



x1224_02_100914

図 2: ブート タイム - ランタイムの抽象化

SDK を使用してシステム アップデートする手順は次のとおりです。

1. fsbl、hello、partition_loader/U-Boot、および hello_update ソフトウェア プロジェクトを作成します。
2. Bootgen を使用して system_update.mcs イメージを作成します。

3. Flash Writer を使用して Quad-SPI に書き込みます。
4. SDK で FSBL および Hello プロジェクト テンプレートを作成します。system_update という名前のディレクトリを作成して SDK を起動します。
5. [Workspace Launcher] のテキスト ボックスで <path>\system_update を参照して、[OK] をクリックします。
6. [File] → [New] → [Application Project] をクリックします。
7. [Project Name] に「fsbl」と入力します。
8. [Target Hardware] → [Hardware Platform] で [ZC702_hw_platform] に変更して、[Next] をクリックします。
9. [New Project Templates] ダイアログ ボックスで [Zynq FSBL] を選択して、[Finish] をクリックします。
10. fsbl のコンパイル完了後、[Project Explorer] ペインで [fsbl] を右クリックします。
11. [C/C++ Build Settings] をクリックします。
12. [Symbols] をクリックして、+ をクリックします。
13. テキスト ボックスに「FSBL_DEBUG_INFO」と入力して、[OK] をクリックします。
14. FSBL プロジェクトの作成時に行った手順を繰り返して、hello プロジェクトと hello_update プロジェクトを作成します。[New Project Templates] ダイアログ ボックスで [Hello World] を選択します。
15. [Project Explorer] ペインで hello プロジェクトを変更します。変更したソース ファイルは、hello_src ディレクトリに格納されます。
 - a. [File Import] → [General] → [File System] をクリックして、hello/src に system_update/hello_src/handoff.S を追加します。
 - b. hello/src/helloworld.c を system_update/hello_src/helloworld.c に置き換えます。

新しい helloworld.c は、コードに 3 つの行が追加されており、hello プロジェクトが「Hello World」と表示した後にパーティション ローダーが実行されます。

int main(): の直前に、次の 2 行が挿入されています。

```
u32 PartitionLoaderStartAddress = 0x00400000;
void HandoffExit(u32 PartitionLoaderStartAddress);
```

cleanup_platform(): の後に次の行が挿入されています。

```
HandoffExit(0x00400000);
```

- c. [Project Explorer] ペインで hello_update プロジェクトを変更します。helloworld.c の print ステートメントを次のように変更します。


```
print("Hello World from updated hello");
```
- d. [Project Explorer] ペインで、hello_update/src/lscript.ld リンカー スクリプトを変更して、hello_update を 0x400000 に配置します。

パーティション ローダー

パーティション ローダーは、ソフトウェア、データ、またはハードウェアのパーティションをコピーします。パーティション ローダーは、devcfg デバイス ドライバーのラッパーです。devcfg ドライバーのソース コードは、XilinxProcessorLib/driver/devcfg_v* ディレクトリにある SDK インストール エリアに含まれています。

PcapDataTransfer および PcapLoadPartition 関数は pcap.c にあります。PcapDataTransfer 関数は、ソフトウェアやデータのパーティションをコピーします。ビットストリームがコンフィギュレーション メモリにコピーされる場合、PcapLoadPartition 関数を使用されます。暗号化せずに NVM から DDR ヘッドストリームをコピーする場合は、PcapDataTransfer 関数を使用できます。

パーティション ローダー関数の引数は、ソース/デスティネーションのアドレス、ソース/デスティネーションのサイズ、およびパーティションの送信を復号化するかどうかを示します。パーティションのアドレスおよびサイズ パラメーターは、ハード コードされています。

リファレンス システムのパーティション ローダーは、基本的なシステム アップデート機能を示します。システム アップデート用のインターフェイスをユーザー (デバイス マネージャー) に提供するため、パーティション ローダーの関数を変更して、変数あるいはメモリ アドレスとしてアドレスおよびサイズ パラメーターが与えられるようにします。

パーティションのアドレスおよびサイズを取得するには、次の2つの方法があります。

- `-debug` オプションを使用して **Bootgen** を実行します。
`bootgen -image hello_update.bif -o hello_update.bin -w on -debug`
BIF がすべてのパーティションを含む場合、**Bootgen** はアドレスおよびサイズ情報も提供します。
- **FSBL** のログ出力を使用して、アドレスおよびサイズ情報を取得します。**FSBL_DEBUG_INFO** オプションを用いて **FSBL** をコンパイルすると、ログが提供されます。

現在、パーティション ローダーは **RSA** 認証を使用しません。ザイリンクスの **RSA** ライブラリを用いてパーティションを認証する方法は、『Zynq-7000 All Programmable SoC システム メモリのランタイム整合性および認証の確認』(XAPP1225) [参照 2] を参照してください。

次の手順に従って、パーティション ローダー ソフトウェア プロジェクトを作成します。

1. [File] → [New] → [Application Project] をクリックします。
2. [Project Name] に「**partition_loader**」と入力して、[Next] をクリックします。
3. [New Project Templates] で [Empty Application] を選択して、[Finish] をクリックします。
4. [Project Explore] ペインで [partition_loader] を右クリックして、[src] を選択します。
5. [Import] → [General] → [File System] をクリックします。
6. `system_update/partition_loader_src` を参照し、すべてのファイルを選択して [OK] をクリックします。
7. [Project Explore] ペインで `partition_loader/src/lscript.ld` を選択します。
8. リンカー スクリプトを変更して `partition_loader` を `0x600000` に配置します。

パーティション ローダーは、最初のブートで使用される **BIF** 内に含まれるため、ランタイム時にはメモリ内に常駐します。

U-Boot

U-Boot は、さまざまな用途に使用されるユニバーサルブート ローダーであり、一般に **Linux** カーネル、デバイス ツリー、ルート ファイル システム、**Linux** アプリケーションをロードする場合に利用されます。[参照 3] では、U-Boot 用のユーザー マニュアルなどの資料を提供しています。[参照 4] では、U-Boot の設定および構築に関するザイリンクスの資料を提供しています。組み込み **Linux** のほとんどのテキストには、U-Boot セクションが含まれます。

1. ザイリンクスの **Git** サーバーから U-Boot をダウンロードする場合、次のコマンドを入力します。

```
git clone git://github.com/Xilinx/u-boot-xlnx.git
cd u-boot-xlnx
```
2. `include/configs/zynq-common.h` に、次の `define` ステートメントを追加します。

```
#define CONFIG_CMD_ZYNQ_AES
```
3. 次のコマンドを入力して U-Boot を設定および構築します。

```
make arch=ARM zynq_zc70x (zynq_zed)
```

次に示すコマンド セットは、U-Boot を使用して **PL** を構成する方法を示しています。

- ```
promgen -w -b -p bin -o system.bin -u 0 system.bit -datawidth 32
Copy system.bin to a SD card.
```
4. **XMD** を起動して次の **XMD** コマンドを実行します。  

```
connect arm hw
dow fsbl.elf
con
stop dow u-boot.elf
con
```
  5. キーを押して自動ブートを回避します。
  6. U-Boot のプロンプト画面で、通信端末に次のコマンドを入力します、  

```
mmcinfo
```

```
fatload mmc 0 0x100000 system.bin
fpga load 0 0x100000 0x3DBAFC
```

7. 復号化してビットストリームを送信するには、fpga コマンドを zynqaes に置き換えます。

```
zynqaes <srcaddr> <srcrlen> <destaddr> <destrlen>
```

qspiboot の include/configs/zynq-common.h セクションは、Linux カーネル、デバイス ツリー、およびルート ファイル システムをロードします。コマンドは、zynqaes を使用して hello\_update をロードするように変更できます。system.bin パーティションは Bootgen で暗号化されます。

## Bootgen

次の手順で SDK Bootgen GUI を起動します。

1. [Xilinx Tools] → [Create Zynq Boot Image]
2. [BIF File Path] ダイアログ ボックスで、パスと system\_update.bif ファイル名を指定します。
3. + をクリックして fsbl.elf を追加します。
4. [Add] をクリックして、hello.elf、partition\_loader.elf、および hello\_update.elf ファイルを追加します。
5. 出力ファイルとして system\_update.mcs を指定します。
6. [Create Image] をクリックします。

## クワッド シリアル ペリフェラル インタフェース (Quad-SPI) のプログラム

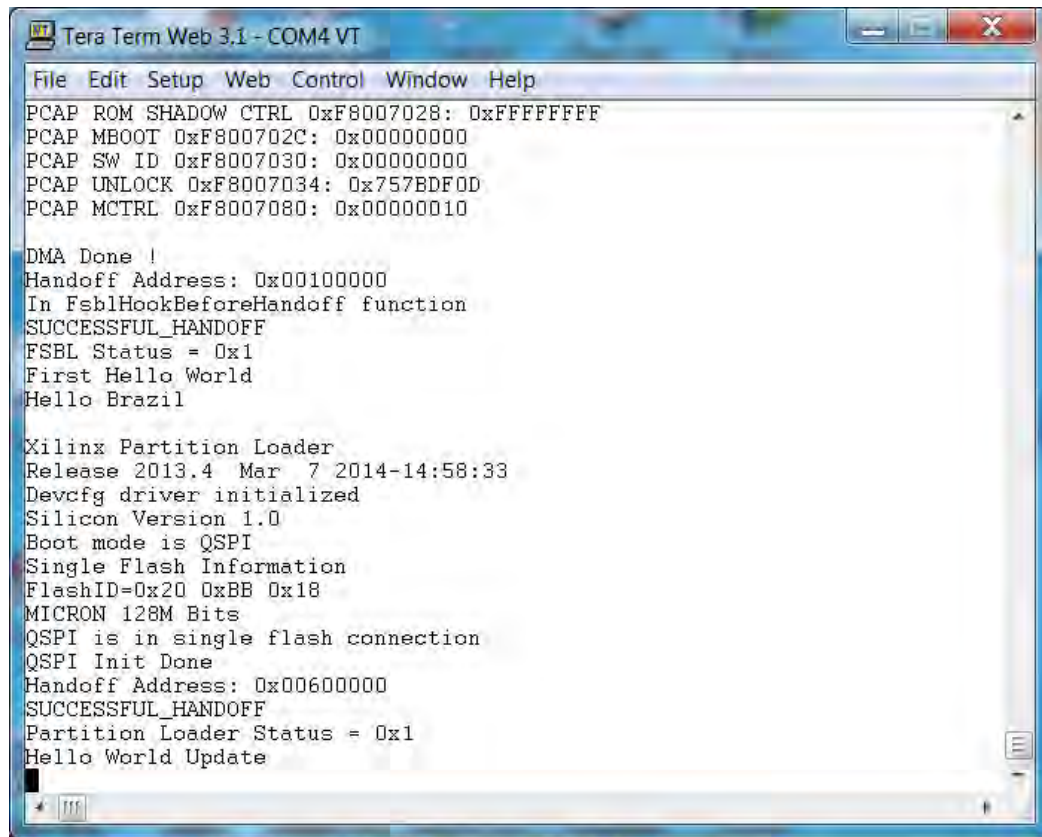
1. [Xilinx Tools] → [Program Flash] をクリックし、SDK Program Flash を起動します。
2. system\_update.mcs を参照して Image File 入力を完成させます。
3. [Offset] に「0x0」と入力します。
4. [Program] をクリックします。

---

# システムアップデートのテスト

1. ボーレートを 115200 に設定した Teraterm 通信端末を起動します。
2. 評価ボード上で、ブート モード選択スイッチ MIO5 を 1 に変更して、Quad-SPI モードでブートします。

図 3 に示すように、通信端末のメッセージ画面に FSBL、hello、パーティション ローダー、および hello update プログラムのアクティビティが表示されます。最初の hello ソフトウェアでは、「Hello World」および「Hello Brazil」と表示されます。コードがパーティション ローダーへ移動すると、「Xilinx Partition Loader」および「Handoff Address:0x00600000」と表示されます。hello システムのアップデートは、「Hello World Update」というメッセージで確認できます。



```
File Edit Setup Web Control Window Help
PCAP ROM SHADOW CTRL 0xF8007028: 0xFFFFFFFF
PCAP MBOOT 0xF800702C: 0x00000000
PCAP SW ID 0xF8007030: 0x00000000
PCAP UNLOCK 0xF8007034: 0x757BDF0D
PCAP MCTRL 0xF8007080: 0x00000010

DMA Done !
Handoff Address: 0x00100000
In FsbHookBeforeHandoff function
SUCCESSFUL_HANDOFF
FSBL Status = 0x1
First Hello World
Hello Brazil

Xilinx Partition Loader
Release 2013.4 Mar 7 2014-14:58:33
Devcfg driver initialized
Silicon Version 1.0
Boot mode is QSPI
Single Flash Information
FlashID=0x20 0xBB 0x18
MICRON 128M Bits
QSPI is in single flash connection
QSPI Init Done
Handoff Address: 0x00600000
SUCCESSFUL_HANDOFF
Partition Loader Status = 0x1
Hello World Update
```

x1224\_04\_100914

図 3: システム アップデートを示す通信端末の出力



## システムアップデートのセキュリティ

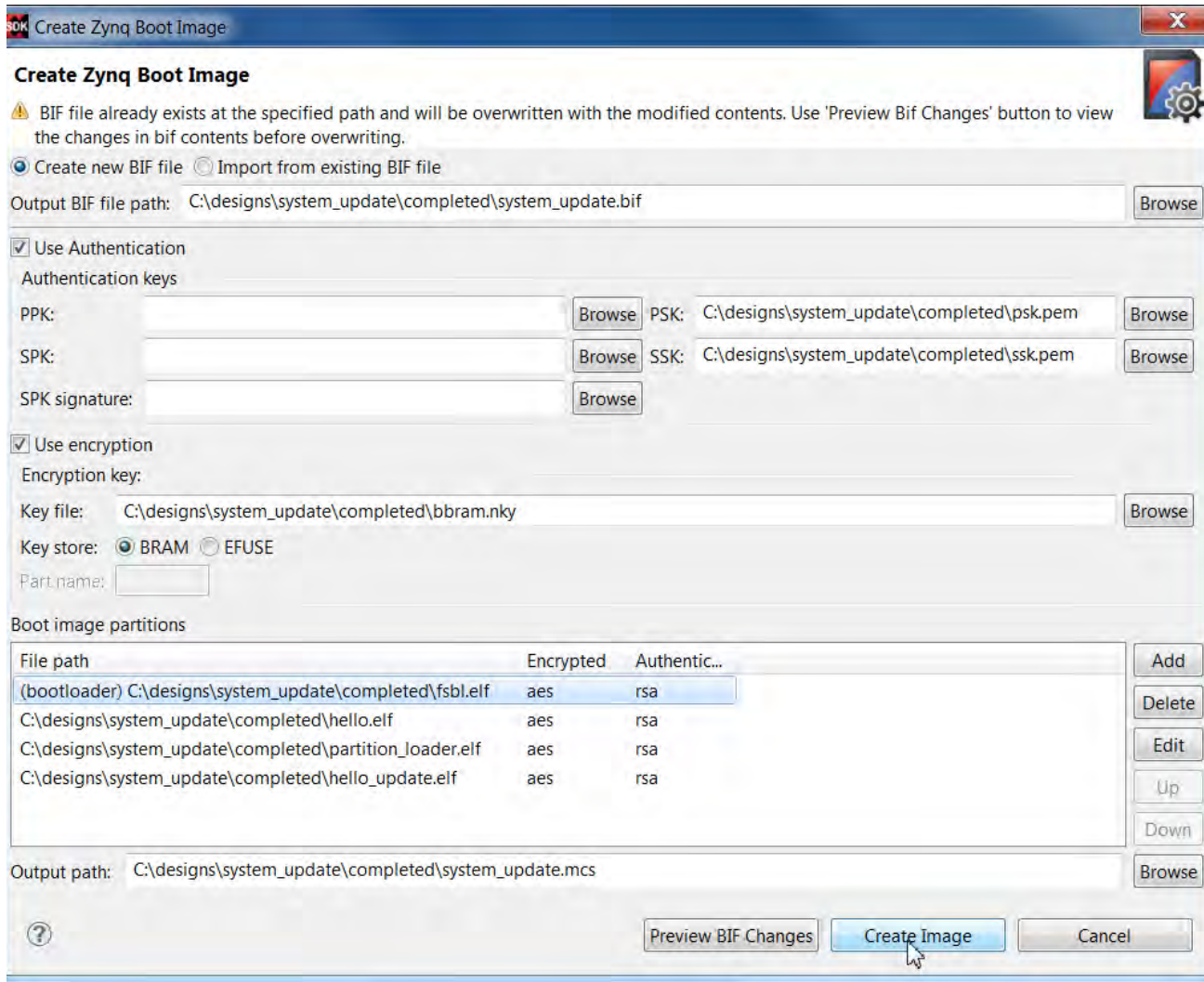
インターネット経由でシステムをリモートからアップデートする場合、中間者攻撃にさらされる可能性があります。ザイリンクスは、機密性を保持するための AES 暗号および機密情報の整合性を保護するための RSA 認証を提供しています。

ファクトリで Bootgen を使用して、AES 暗号化済みまたは RSA 署名済みのアップデートパーティションを作成します。Bootgen は、ブート用のパーティションをすべて含むイメージ、またはランタイムアップデート用のパーティションを 1 つ含むイメージを作成できます。Bootgen イメージフォーマット (BIF) ファイルのセキュリティ属性の使用については、『Zynq-7000 All Programmable SoC のセキュアブート』(XAPP1175) [参照 1] を参照してください。

パーティションローダーは、PcapLoadPartition および PcapDataTransfer 関数の引数を使用してセキュリティをサポートします。U-Boot は、zynqaes コマンドおよび zynqrca コマンドを利用してセキュリティをサポートします。リファレンスシステムでは、パーティションローダーと U-Boot を用いた信頼性の高いアップデート方法を示しています。

エンベデッドシステムでは、パーティションの復号化や認証を行うために、Zynq SoC がハード AES 復号化とソフト RSA ライブラリを提供します。

非セキュアモードとセキュアモードの違いは、BIF ファイルです。図 4 に、セキュアモードのシステムアップデート用 BIF ファイルを示します。この図に示すように、AES と RSA のキーを入力します。



x1224\_02\_100914

図 4: セキュアシステムアップデートの BIF

# リファレンス システム

このアプリケーション ノートの [リファレンス デザイン](#) は、ザイリンクスのウェブサイトからダウンロードできます。

表 1 に、リファレンス デザインの詳細を示します。

表 1: リファレンス デザインの詳細

| パラメーター                                                          | 説明                        |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>全般</b>                                                       |                           |
| 開発者                                                             | Lester Sanders            |
| ターゲット デバイス                                                      | Zynq All Programmable SoC |
| ソース コードの提供                                                      | あり                        |
| ソース コードの形式                                                      | VHDL、Verilog              |
| 既存のザイリンクス アプリケーション ノートやリファレンス デザイン、またはサードパーティからデザインへのコード/IP の使用 | なし                        |
| <b>シミュレーション</b>                                                 |                           |
| 論理シミュレーションの実施                                                   | なし                        |
| タイミングシミュレーションの実施                                                | N/A                       |
| 論理シミュレーションおよびタイミング シミュレーションでのテストベンチの利用                          | なし                        |
| テストベンチの形式                                                       | N/A                       |
| 使用したシミュレータ/バージョン                                                | N/A                       |
| SPICE/IBIS シミュレーションの実施                                          | N/A                       |
| <b>インプリメンテーション</b>                                              |                           |
| 使用した合成ツール/バージョン                                                 | Vivado 合成                 |
| 使用したインプリメンテーション ツール/バージョン                                       | Vivado インプリメンテーション        |
| スタティック タイミング解析の実施                                               | なし                        |
| <b>ハードウェア検証</b>                                                 |                           |
| ハードウェア検証の実施                                                     | あり                        |
| 使用したハードウェア プラットフォーム                                             | ZC702                     |

リファレンス システムは、不揮発性メモリ (NVM) としてクワッド シリアル ペリフェラル インターフェイス (Quad-SPI) を使用します。Quad-SPI は、すべての Zynq-7000 評価ボードに搭載されており、プロダクション ボードでは一般的によく使用されます。Quad-SPI を用いたシステム アップデート方法は、NAND、NOR、または SD の NVM で可能です。

## まとめ

Zynq All Programmable SoC のハードウェア/ソフトウェア プログラマビリティは、エンベデッド システムのライフサイクルにおいてさまざまなメリットをもたらします。動作中にユーザーまたはデバイス マネージャーがシステムをアップデートできるため、エンベデッド システムの機能性、有効性、信頼性が向上します。システムは、Zynq デバイスが動作している間に、パーティション ローダーまたは U-Boot を使用する 2 つの方法でアップデートできます。

## 参考資料

- 『Zynq-7000 All Programmable SoC のセキュア ブート』([XAPP1175](#))
- 『Run Time Integrity and Authentication Check of Zynq-7000 All Programmable SoC システム メモリのランタイム インテグリティおよび認証チェック』([XAPP1225](#))
- [www.denx.de/wiki/U-Boot](http://www.denx.de/wiki/U-Boot)
- [www.wiki.xilinx.com/Build+U-Boot#Zynq](http://www.wiki.xilinx.com/Build+U-Boot#Zynq)
- 『Zynq-7000 XC7020 AP SoC 向け ZC702 評価ボード ユーザー ガイド』([UG850](#))
- 『Zynq-7000 All Programmable ソフトウェア開発者向けガイド』([UG821](#))

## 改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

| 日付               | バージョン | 内容 |
|------------------|-------|----|
| 2014 年 10 月 22 日 | 1.0   | 初版 |

## 法的通知

The information disclosed to you hereunder (the "Materials") is provided solely for the selection and use of Xilinx products. To the maximum extent permitted by applicable law: (1) Materials are made available "AS IS" and with all faults, Xilinx hereby DISCLAIMS ALL WARRANTIES AND CONDITIONS, EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE; and (2) Xilinx shall not be liable (whether in contract or tort, including negligence, or under any other theory of liability) for any loss or damage of any kind or nature related to, arising under, or in connection with, the Materials (including your use of the Materials), including for any direct, indirect, special, incidental, or consequential loss or damage (including loss of data, profits, goodwill, or any type of loss or damage suffered as a result of any action brought by a third party) even if such damage or loss was reasonably foreseeable or Xilinx had been advised of the possibility of the same. Xilinx assumes no obligation to correct any errors contained in the Materials or to notify you of updates to the Materials or to product specifications. You may not reproduce, modify, distribute, or publicly display the Materials without prior written consent. Certain products are subject to the terms and conditions of Xilinx's limited warranty, please refer to Xilinx's Terms of Sale which can be viewed at <http://www.xilinx.com/legal.htm#tos>; IP cores may be subject to warranty and support terms contained in a license issued to you by Xilinx. Xilinx products are not designed or intended to be fail-safe or for use in any application requiring fail-safe performance; you assume sole risk and liability for use of Xilinx products in such critical applications, please refer to Xilinx's Terms of Sale which can be viewed at <http://www.xilinx.com/legal.htm#tos>.

### Automotive Applications Disclaimer

XILINX PRODUCTS ARE NOT DESIGNED OR INTENDED TO BE FAIL-SAFE, OR FOR USE IN ANY APPLICATION REQUIRING FAIL-SAFE PERFORMANCE, SUCH AS APPLICATIONS RELATED TO: (I) THE DEPLOYMENT OF AIRBAGS, (II) CONTROL OF A VEHICLE, UNLESS THERE IS A FAIL-SAFE OR REDUNDANCY FEATURE (WHICH DOES NOT INCLUDE USE OF SOFTWARE IN THE XILINX DEVICE TO IMPLEMENT THE REDUNDANCY) AND A WARNING SIGNAL UPON FAILURE TO THE OPERATOR, OR (III) USES THAT COULD LEAD TO DEATH OR PERSONAL INJURY. CUSTOMER ASSUMES THE SOLE RISK AND LIABILITY OF ANY USE OF XILINX PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS.

© Copyright 2014 Xilinx, Inc. Xilinx, the Xilinx logo, Artix, ISE, Kintex, Spartan, Virtex, Vivado, Zynq, and other designated brands included herein are trademarks of Xilinx in the United States and other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、[jpn\\_trans\\_feedback@xilinx.com](mailto:jpn_trans_feedback@xilinx.com) まで、または各ページの右下にある [フィードバック送信] ボタンをクリックすると表示されるフォームからお知らせください。フィードバックは日本語で入力可能です。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメールアドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。