

手軽にUSB  
3.0接続を  
実現するなら  
FX3!

# バッファ・サイズ, DMA転送, キャッシュの各要因とパフォーマンスの影響を実験する USB 3.0対応EZ-USB FX3のファームウェア高速化のポイント

馬場 鉄平 Teppei Baba

Cypress Semiconductor (以下Cypress) 社のEZ-USB FX3 (以下FX3) は、USB 3.0に対応したコントローラです。FX3に内蔵されているCPUはARM9で、命令およびデータ・キャッシュを持っています。転送レートを上げるにはDMA転送を使いこなす必要がありますが、ARM9のキャッシュの影響に注意する必要があります。ここではいくつかの実験を通して、転送レートを上げるためのコツを紹介したいと思います。

## 1 速度に影響する要素

### ● EZ-USB FX3の実際の性能は？

Cypress Semiconductor (以下Cypress) 社のEZ-USB FX3 (以下FX3) を導入する前に最も知りたいことの一つとして、転送速度が挙げられます。USB 3.0のスペック上は5Gbpsでも、FX3を使用してシステムを構築すると実際の程度の速度になるのか、ここではそのような疑問に対して少しでも答えられるように、いくつかの実験を交えて解説します。基本的にはFX3のファームウェア開発をこれから始める方や経験者を対象としていますが、FX3についてあまり詳しくない方は、FPGA マガジン No.5掲載のFX3の記事を参照して、GPIF IIとDMAチャンネルの関係について理解していただくと、多少読みやすくなると思います。

### ● USB通信システムの速度に影響する要素

FX3のファームウェアについて解説する前に、USBで通信するシステムにおいて、速度に影響を与える要素には何があるかを次に示します。

- USBホスト：USBホスト・コントローラ、OS、デバイス・ドライバ、ホスト・アプリケーションなど
- USBデバイス：USBデバイス・コントローラ、デバイスのファームウェアまたはコンフィグレーション、データ入出力先のセンサやストレージなど
- USBホストとUSBデバイスの間に接続するUSBハブ、ケーブル

### ● FX3を用いたとき速度に影響する要素

筆者の経験ではUSB 2.0と比較して、USB 3.0は上記の要素に比較的大きな影響を受けるようです。特にホスト・アプリケーションとデバイス・ドライバ、FX3についてはファームウェア、FX3に接続する外部プロセッサの影響が大きいと考えています。USB 3.0を用いたシステムにはハードウェアもソフトウェアもさまざまな構成要素があるため、FX3に限らずシステムの性能を一概に述べることはできません。し

たがって、ここで示す計測値はあくまで特定の環境下での参考値として見てください。

### ● 本実験結果について

実験環境に用いた機材の個体差、ホスト側のOSの状況、計測作業に関する筆者の力不足などが原因で、他の環境では異なる結果が得られる可能性があります。

実際のシステムにおいては、データシートに記載されているスペックからさまざまなオーバーヘッドを差し引いた結果の性能となるため、当然ながら個々の案件に対してシステムを構築してみないことにはアプリケーション・レベルでの速度を知ることはできません。特にホスト環境の違いにより速度差が発生することがUSB 2.0と比較すると格段に多く、USB 3.0を用いたシステム開発における難しさの一つであるように思います。

## 2 実験環境

### ● 実験環境のハードウェア・ソフトウェア

実験には次の環境を使用しました。

#### (1) USBホスト

- PC：Lenovo X230, Intel Core i7-3520M
- OS：Windows 7 (64ビット)
- USBホスト・ドライバ：Intel USB 3.0 eXtensible Host Controller 1.0.4.225
- USBデバイス・ドライバ：EZ-USB FX3 Software Development Kit (以下FX3 SDK) 1.2.3に同梱されたCyUSB3.sys
- アプリケーション：FX3 SDK 1.2.3のサンプル・プログラムに含まれるC++Streamer (改造版、x64バイナリ)

#### (2) USBデバイス

- ハードウェア：EZ-USB FX3 Development Kit CYUSB3KIT-001 (CYUSB3014-BZXI搭載)  
FX3をPCに接続したところを写真1に示します。
- ファームウェア：FX3 SDK 1.2.3のサンプル・プロ