

## Appendix 1

組み込み型高速画像処理システム開発プラットフォームを  
BeagleBone + FPGA 基板で構成

# BeagleBone の外部バスに FPGA をつないで機能アップ!

江崎 雅康, 寺西 修 Masayasu Esaki, Osamu Teranishi

画像位置決め装置, 画像検査装置など組み込み型画像処理システムでは, 画像通信, 判定処理, タイミング制御, 処理シーケンス制御などプロセッサに向けた処理と, 並列処理, パイプライン処理などFPGAに向けた処理が求められます. ここでは ARM Cortex-A8 を搭載した市販の Linux カード・コンピュータ BeagleBone と, 独自に開発した FPGA ボード基板で構成する組み込み型画像処理システム開発プラットフォームを紹介します.

## ● 産業用画像処理システムの構成

産業用画像処理システムの構成としては大きく分けて,

- FPGA とマイクロプロセッサによる組み込み型システム
  - Windows パソコン上の画像処理ソフトウェアによる PC 型システム
- の 2 方式があります.

組み込み型画像処理システムはハードウェア開発が必要ですが, その開発に要するコストと時間が大きな課題になっています. 標準的な画像プラットフォームを使って開発の第 1 段階をスタートさせることにより, コストを抑えて効率良く開発を進めることができます.

ここで紹介する画像処理システム開発プラットフォームは, このような意図に基づいて開発したもので, 高機能モデル開発に必要な要素技術を検証することができます. Linux ボードとして BeagleBone を使い, Xilinx 社製 Spartan-6 搭載 FPGA ボードの上に重ね合

わせて開発プラットフォームを構成しました. 両基板のインターフェースは BeagleBone の拡張バス・コネクタ (46 ピン × 2) を介して行います.

同種類のローコスト Linux ボードとして Raspberry Pi や PandaBoard, BeagleBoard などが市販されていますが, 外部バス・コネクタを備えていないボードでは, FPGA とバス接続して画像フレーム・メモリのピクセル・データを高速にアクセスすることはできません.

BeagleBone を採用した一番大きな理由はここにあります. BeagleBone は回路図が OrCAD のデータで公開されているので, 将来的に独自ハードウェア開発を行う場合のプロトタイピングにも適しています.

## ● ローコスト Linux ボード BeagleBone

表 1 に BeagleBone の仕様を示します. 画像処理システムでは, 搭載されているマイコンの処理速度も重要です. BeagleBone の 720MHz のクロック周波数は, 画像処理速度を大幅に改善することができます.

写真 1 (a) に BeagleBone の部品面を, 写真 1 (b) に BeagleBone のはんだ面を示します. カード・サイズの 6 層基板の両面に, プロセッサ AM3359, DDR2 SDRAM, 電源マネージメント IC, Ethernet, USB (ホスト/ターゲット), マイクロ SD コネクタが所狭しと実装されています.

基板両サイドに配置された P8, P9 プラグは外部拡張用のコネクタです. 部品面に実装されているので, この拡張コネクタへ拡張基板を接続する場合は, 工夫が必要です.

通常のヘッダ・コネクタで接続しようとする, 基板上部の Ethernet コネクタ RJ45 と接触してうまく接続できません. 長ピン型のヘッダ・ピンを使うか, 拡張基板のエッジを RJ45 の側面ギリギリに設計する必要があります.

BeagleBone は組み込み制御に必要な,

- GPIO
- UART

表 1 BeagleBone の仕様

項目		仕様
CPU	CPU コア	AM3359 (ARM Cortex-A8)
	クロック	最大 720MHz
	L1 キャッシュ (バイト)	コード : 32K, データ : 32K
	L1 キャッシュ (バイト)	256K
	ROM (バイト)	176K
	RAM (バイト)	64K
メモリ (バイト)	256M DDR2 SDRAM 400MHz	
電源	USB バス・パワー, 外部 5V	
周辺 ペリ フェ ラル	Ethernet	10MHz/100MHz, RJ45
	SD/MMC コネクタ	マイクロ SD カード
	USB ホスト	ハイスピード USB 2.0
	USB ターゲット	ハイスピード USB 2.0
拡張コネクタ	46 ピン × 2 列	
基板重量	39.68g	
基板サイズ	86.36mm × 53.34mm, 6 層	