

計測装置開発における SOFTWARE DEFINED TECHNOLOGY の可能性

2016年10月28日

核融合・加速器科学分野合同計測技術ワークショップ

内田智久 ESYS東海 KEK

発表内容

- Software-defined ?
- 計測器との関係
- 現在の主要技術
- 今後の展望・可能性

SOFTWARE-DEFINED技術とは？

近年、産業界で
Software-defined XXXX
と名付けられた手法が出現している

Software-defined instrumentation,
Software-defined radio,
Software-defined network,

.....

まずは実例を見て世間を見つつ、その感覚をつかんでみます

SOFTWARE-DEFINED INSTRUMENTATION

いきなり、世間話的ですが……
最近、Esys東海でオシロスコープを購入しました。



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

製品 サービス&サポート 業種&テクノロジー キーサイトについて myKeysight

日本 ホーム > 製品 > オシロスコープ、アナライザ、測定器 > オシロスコープ

オシロスコープ

多くのエンジニアにキーサイトのオシロスコープをお選び頂いています！

- 業界最高速の更新レート、業界最長のメモリ、静電式タッチパネル、業界最多のオシロスコープ・ソフトウェア・オプションを備えた、受賞に輝いたオシロスコープにより、製品をより早く市場に投入
- 業界最高のシグナルインテグリティと豊富なオシロスコーププローブにより、信頼できる測定で高性能製品を製造
- 1台で何役も、さらに後日アップグレードが可能で、維持コストを抑え将来の投資を保護

デジタルストレージオシロスコープとミックスドモードオシロスコープにより、最も困難な測定上の

シリーズ/製品	帯域幅	最大メモリ長	最大サンプリングレート	オペレーティングシステム	参考価格*
Infiniium Sシリーズ オシロスコープ  業界最高のシグナルインテグリティ <input type="checkbox"/> シリーズの比較 このシリーズの製品を見る: 14 製品	500 MHz ~ 8 GHz	800 Mポイント	20 GSa/s	Windows 7	¥ 2,602,207
Infiniium Vシリーズ オシロスコープ  高度な測定、プロービング、アプリケーション <input type="checkbox"/> シリーズの比較 このシリーズの製品を見る: 18 製品	8 GHz ~ 33 GHz	2 Gポイント	80 GSa/s	Windows 7	¥ 14,551,612

SOFTWARE-DEFINED INSTRUMENTATION

投資の保護

メモリ、帯域幅、デジタル・チャンネル、ソフトウェア・アプリケーションを追加して、オシロスコープの機能を拡張できます。

メモリを追加すれば、時間軸を遅く設定した場合でも、高速サンプリング・レートを維持しながら長時間捕捉できます。捕捉メモリの追加は、新規購入時も購入後も可能です。

捕捉メモリの容量アップグレード	オシロスコープ新規購入時のオプション番号	N2113Aオプション番号(既存オシロスコープへの追加)
100 Mポイント/200 Mポイント (4チャンネル/2チャンネル)への拡張	DSOS000-100	100
200 Mポイント/400 Mポイント (4チャンネル/2チャンネル)への拡張	DSOS000-200	200
400 Mポイント/800 Mポイント (4チャンネル/2チャンネル)への拡張	DSOS000-400	400

すべてのSシリーズオシロスコープは、製造ラインで、同じハードウェアを用いて8 GHzまで校正されています。Sシリーズオシロスコープの帯域幅は、より広い帯域幅に1分以内でユーザ・アップグレードできます。

帯域幅アップグレード	
DSOS8GBW	8 GHz帯域幅へのアップグレード
DSOS6GBW	6 GHz帯域幅へのアップグレード
DSOS4GBW	4 GHz帯域幅へのアップグレード
DSO2GBW	2.5 GHz帯域幅へのアップグレード
DSOS2GBW	2 GHz帯域幅へのアップグレード
DSOS1GBW	1 GHz帯域幅へのアップグレード

N2901E MSOアップグレード・キットにより、DSOモデルをMSOに1分以内でアップグレードできます。



ライセンス購入で、
その場でアップグレードできる！

グレードが異なってもハードウェアは同じ

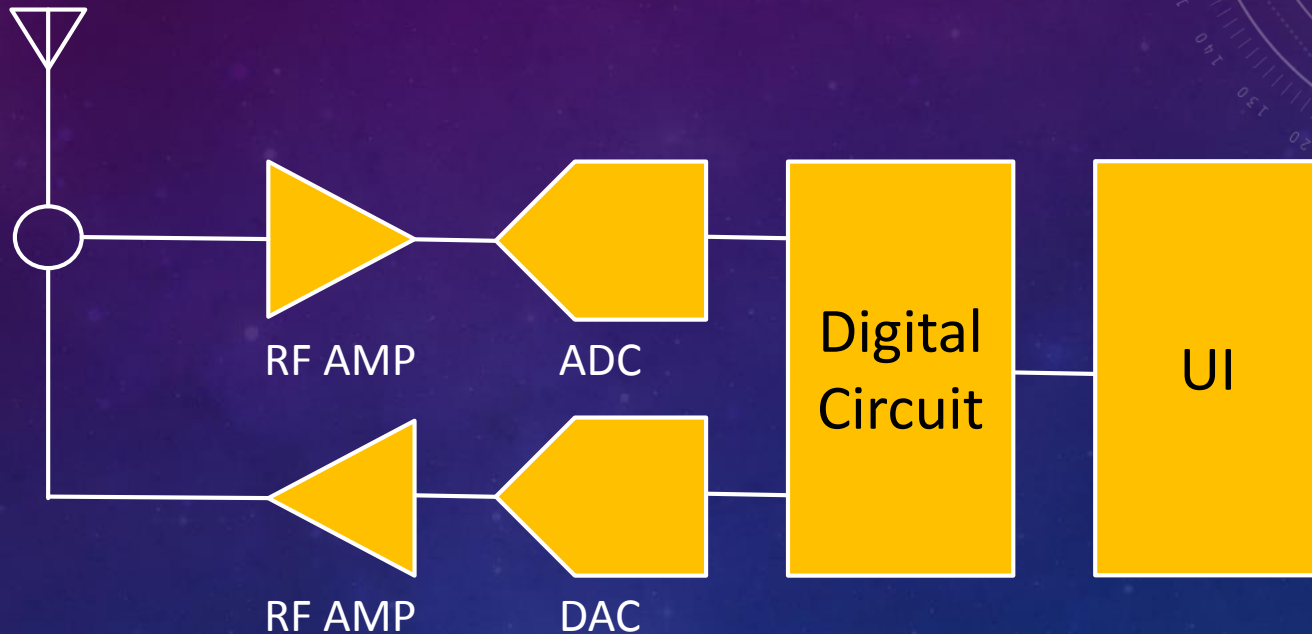
このことから....

グレードによるハードウェア価格差は大きくないことが分かる。

なぜか？

回路の大部分がデジタル化されたから。
グレードで価格が異なるアナログ部の比率がとても小さくなった。

SOFTWARE-DEFINED RADIO



FPGAによる回路変更またはCPUを用いたプログラム変更でどのような変調方式にも対応

ADC, DACのサンプリング周波数で扱えるRF周波数の上限が決まる

SOFTWARE-DEFINED技術の背景

1. デジタル化

デジタル回路とCPU、そしてプログラム

2. ソフトウェア化

CPUのプログラム、そして回路はFPGA

SOFTWARE-DEFINEDが目指すこと

ハードウェアからの解放

ハードウェアの仮想化、
ハードウェア開発はコストがかかる
コストとは製造・開発費用に加えて、開発期間

産業界が狙っているのは、いつものように、やはりコスト！

速く、安く、高機能なものを提供する事

では、この技術は私たちとは無縁なのか？

計測器開発との関係

計測システム開発の背景

競争の激化により、
実験からの要請が技術的に高くなっている

昔のように、エレキ初心者が少し頑張ればなんとなる時代ではない

開発するのは、できるのは限られた人々

開発に挑戦しても、失敗、挫折してしまう
多くの方はサイエンスもやらないといけない！

計測器開発との関係

Software-defined技術を利用すれば
ハードウェアを仮想化できるので...

1. アプリケーションに依存しにくくなる

これは、産業界での使用例からよくわかる

➡ **実験依存性が低くなる、**
同じハードウェアを様々な実験で使える

+

2. ハードウェアを開発しやすくなる

.....?

ハードウェア開発のしきいが下がる

ソフトウェア的に開発する、とは

➡ 純粋なブール論理のみで開発できる

動くハードウェアがあれば、
信号波形歪、ノイズの影響など、難しいことを考えなくて良い

開発者を増やせる

私たちから見た利点

1. アプリケーションに依存しにくくなる

2. ハードウェアを開発しやすくなる

どちらかと言うと、2の重要度の方が高い

現在の主要技術

検討対象

私たちが開発することが多いハードウェアである、検出器近傍に配置される

フロントエンド回路

を中心に考えます。

アナログ回路は対象にしません。
ちょっと特殊なことをしないとイケないので。

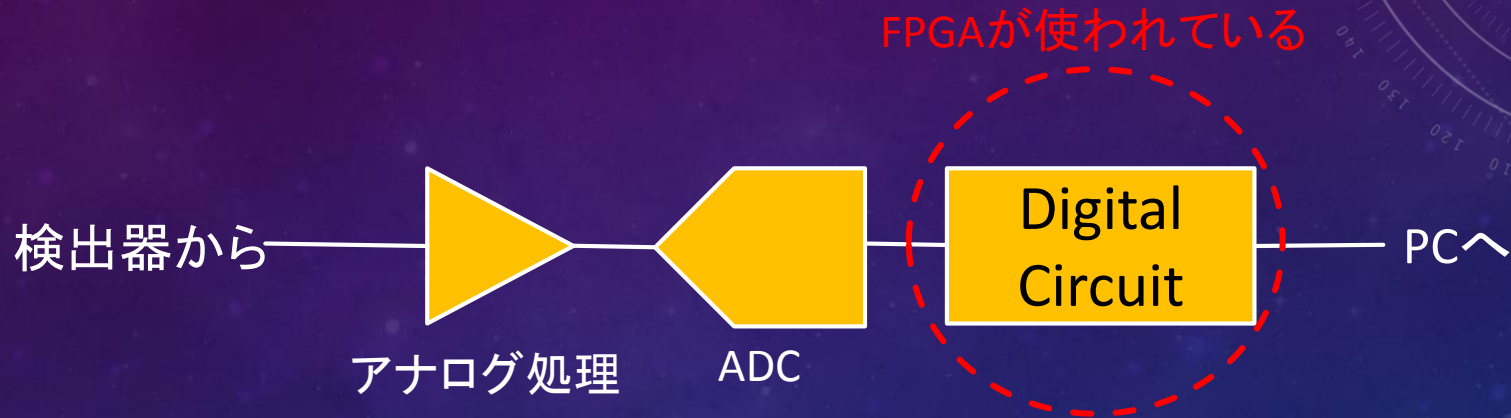
今回はここに注目する



現在のハードウェアはこのような構成になっている

これは、どこかで見た絵？

FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAYS (FPGA)



一つのFPGAでLinuxシステムを動かせるほど大容量
(厳密にはメモリとI/O別付け)

FPGAとは:

回路情報をユーザーが静的・動的に書き換えることができる半導体チップ

今はHardware Description Language (HDL)と呼ばれる回路情報を技術するための言語で開発する。HDLはハードウェアの知識がないと使えない、設計できない。ソフト屋さんから見たら回路図とほぼ同じもの。

FPGA開発手法の変化

個人的な意見ですが、大きく2つ

1. 組み込みCPU

FPGA内にARMコアが複数実装

例えば、ザイリンクスでは....

2. 高位合成 High Level Synthesis (HLS)

C/C++言語、SystemCなどを使ったハードウェア設計

再び、ザイリンクスでは....

今後の展望と可能性

どのように用いるのか？

産業製品と同じ開発方針で良いのか？

NO!

計測装置は特殊な処理、かつ
高速処理が求められる部分も多い

計測装置の処理は一言でいうと、
「単純な処理だが超高速処理」

適材適所

処理の複雑さ

低速で良いが処理は複雑

組み込み
CPU

処理は比較的単純だけど、

HLS

とにかく速く、
正確な時間で

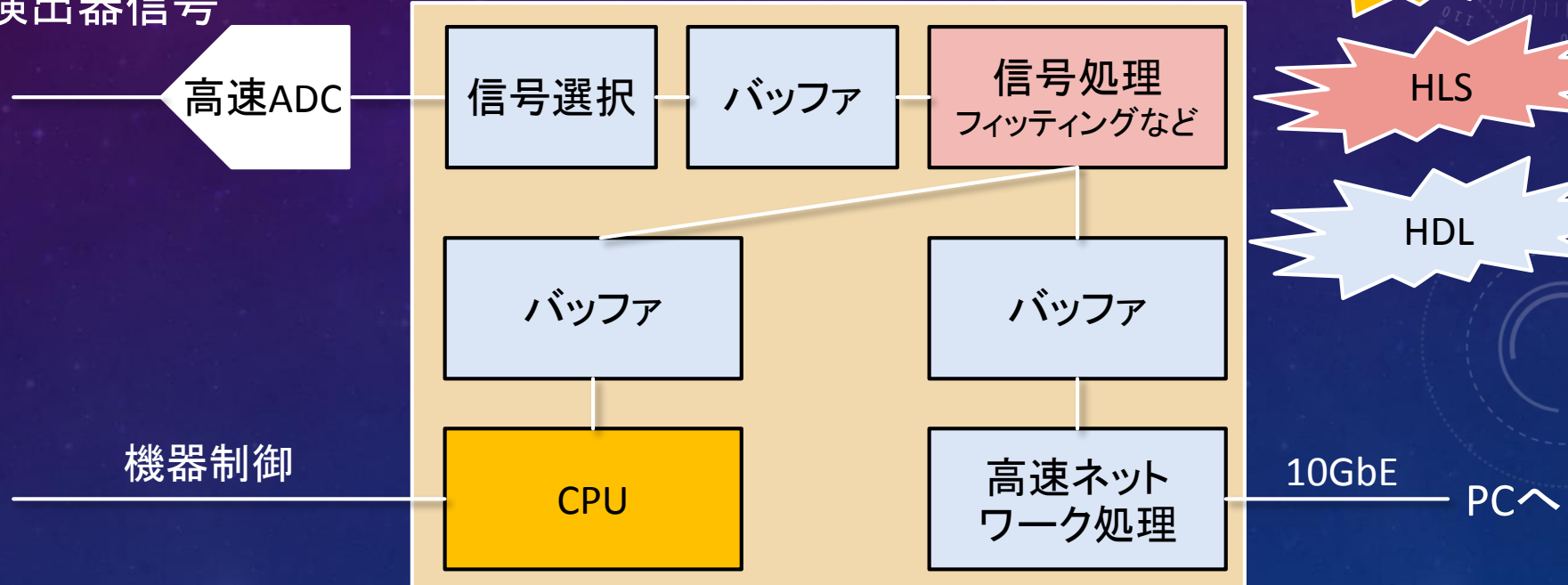
HDL

処理の速度
またはリアルタイム性

一つのFPGA内で上手に組み合わせる

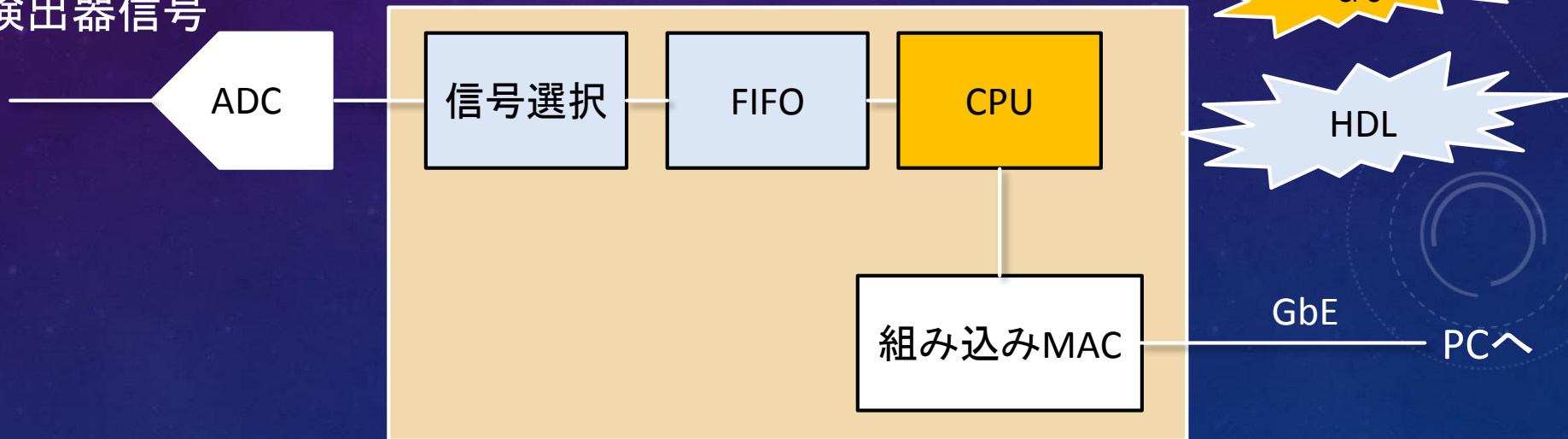
近い将来のデジタル回路開発 高速処理版

アナログ処理された
検出器信号



近い将来のデジタル回路開発 低速処理版

アナログ処理された
検出器信号



さらに・・・まだある

今までGPU処理していたことをFPGAで処理できるようになる
高位合成が重要な役割を担う

PCと高速ネットワークで接続されたFPGAボードのFPGAに計算
させて結果のみ受け取ることで負荷削減できる

最後に(学び情報)

XilinxならXilinx University Program (XUP)にテキストが置いてある。

<https://japan.xilinx.com/support/university.html>



XILINX ALL PROGRAMMABLE. すべて 検索 サインイン

アプリケーション 製品 開発者ゾーン サポート 会社概要

ホーム > サポート > ザイリンクスユニバーシティプログラム

ザイリンクス ユニバーシティ プログラム



PYNQ: Python Productivity for ZYNQ
PYNQ is an open-source project from Xilinx that makes it easy to design embedded systems with Zynq All Programmable System Chips (APSoCs).

プログラム

教授

大学教育および研究

- 最新のザイリンクステクノロジーの入手
- 教授専用のワークショップに参加
- 教材の入手
- XUP 教授専用エリア...

学生

クラスルームおよびプロジェクト

- 無償のFPGA設計ツールをダウンロード
- ボードを購入する
- テクニカルリソースにアクセス
- XUP 学生専用エリア...

製品

ザイリンクス開発ツール

- Vivado Design Suite
- ISE Design Suite
- SDAccel 開発環境
- SDSoC 開発環境

XUP 開発ボード

- PYNQ-Z1 (Zynq z-7020)
- ZYBO (Zynq z-7010)
- ZedBoard (Zynq z-7020)
- Nexys 4 DDR (Artix 7 XC7A100T)
- その他のザイリンクス開発ボード...

Vivado-based Workshops

Title	Level	Boards	Versions
FPGA Design Flow using Vivado	Introductory	ZedBoard, ZYBO, Nexys4/DDR, NexysVideo, Basys3	2014x, 2015x, 2016x
Embedded System Design Flow on Zynq	Introductory	ZedBoard, ZYBO	2013x, 2014x, 2015x
High-Level Synthesis Flow on Zynq	Introductory	ZedBoard, ZYBO	2013x, 2014x, 2015x
System Design on Zynq using SDSoC	Introductory	ZedBoard, ZYBO	2015x
Advanced Embedded System Design on Zynq	Intermediate	ZedBoard, ZYBO	2014x, 2015x, 2016x
Embedded Linux on Zynq	Intermediate	ZedBoard, ZYBO	2013x, 2014x, 2015x
System Design Flow on Zynq	Intermediate	ZedBoard, ZYBO	2013x, 2014x, 2015x
Partial Reconfiguration Flow on Zynq	Intermediate	ZedBoard, ZYBO	2014x, 2015x

まとめ

Software-defined技術は複数技術の集合体
ハードウェアを仮想化する技術

私たちにとって、

ハードウェア開発のしきいを下げる効果を期待できる
もちろん、

アプリケーション依存が小さいハードも作れる可能性がある

注意すべきは、適した技術を適した場所で使うこと！

未来は明るい！……かも？