

カスタマイズ可能なネットワーク型 IDPS を FPGA 実装するためのソフトウェア — FPGA のためのアプリケーションと基盤 —

1. 背景

近年、FPGA はその特徴や高性能な開発環境を無料で提供されるなどにより注目を集めている。FPGA を利用したアプリケーションは既にインターネット上に公開されているが、自分の FPGA ボードでそれが再現できないことがある。現状では、利用者自身がその問題を解決するしかない。そして、開発者の視点としては複数の FPGA ボードで再現するアプリケーションを容易に開発する環境が整っていないことも問題である。また、アプリケーションの形態として、ある固定の機能の専用回路を実装することがメインで FPGA のリコンフィギュラブル性があまり利用されていない部分も問題である。

2. 目的

本プロジェクトの目的は次の二点である。

- 誰かが開発した FPGA アプリケーションが自分のボードで再現される環境を整える。
- FPGA のリコンフィギュラブル性を伝える。

一つ目に関しては、FPGA のアプリケーションを開発・利用するための基盤と本基盤を使用した FPGA アプリケーションを開発することにした。二つ目に関しては、一つの FPGA ボードで複数の FPGA アプリケーションが動作すること、及び一つの FPGA アプリケーションが設定によって異なる動作を見せることを示すことで、FPGA のリコンフィギュラブル性を伝えることにした。

3. 開発の内容

本プロジェクトでは図 1 に示す FPGA のアプリケーションを開発・利用するための基盤と、3 つの FPGA アプリケーションを開発した。

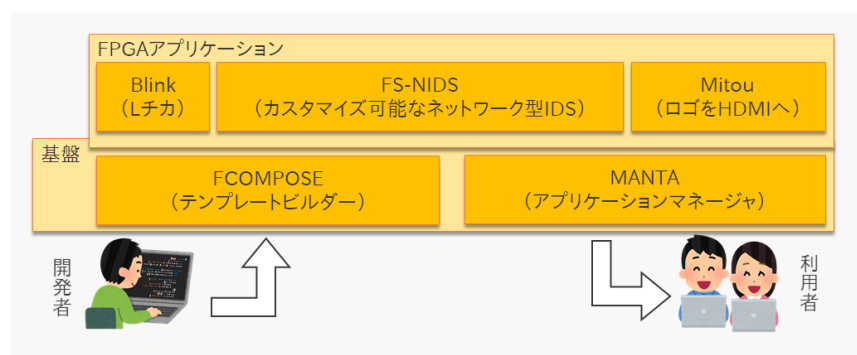


図 1: 開発システム全体

3.1. FPGA アプリケーションのための基盤

FPGA アプリケーションのための基盤として、アプリケーションのテンプレートを作成する FCOMPOSE、FCOMPOSE で作成されたアプリケーションを管理する MANTA を開発した。

FCOMPOSE では開発者が開発するアプリケーションのための設定ファイルから、再現に必要なテンプレートを生成する。さらに、FCOMPOSE を通して生成されたアプリケーションは、初期段階で Python パッケージとしてほぼ完成した状態で生成される(図 2)。そして、必要なソースコードを決められたテンプレートに格納したり、テンプレートを拡張したりすることで、複数の FPGA ボードに対応、再現される FPGA アプリケーションが容易に開発できるようになっている。

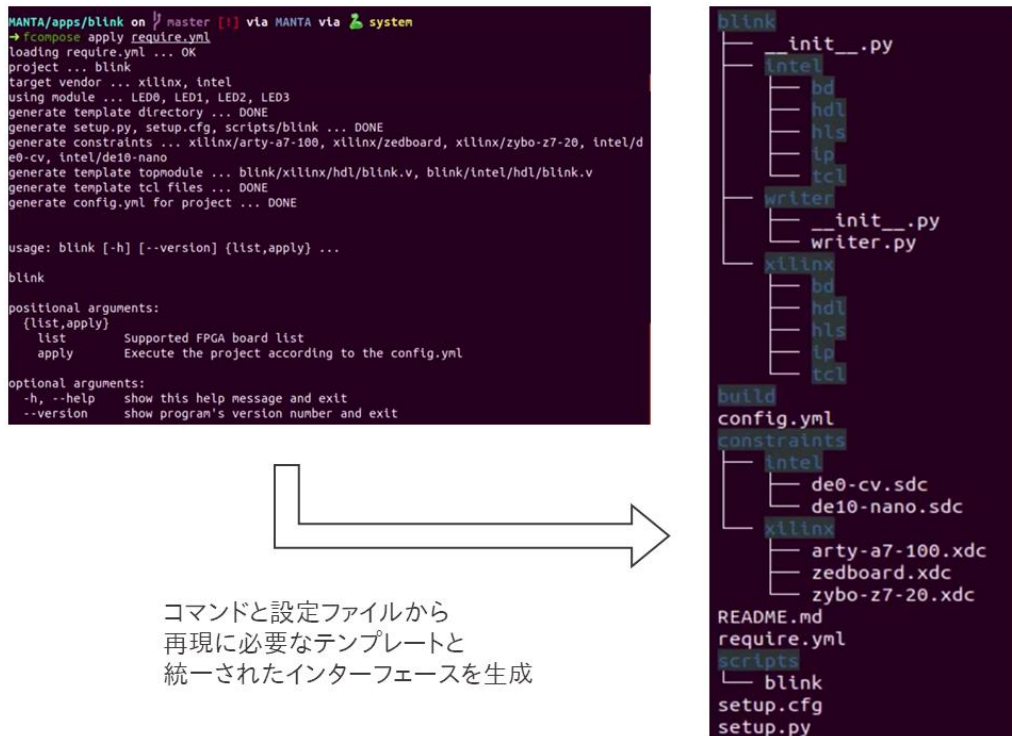


図 2: FCOMPOSE のテンプレート生成

MANTA は、FCOMPOSE を通して開発されたアプリケーションを管理することを目的として開発した。ユーザは MANTA によってアプリケーションを手早く探し、インストールして利用することが可能である(図 3)。

3.2. FPGA アプリケーション

本プロジェクトでは、FCOMPOSE を使用した FPGA アプリケーションとして Blink、Mitou、FS-NIDS を開発した。

Blink は LED4 つを点滅させるアプリケーションである。Blink アプリケーションを再現した際のログと、LED が 4 つ以上ある Digilent 社の Zybo Z7-20、Arty A7-100、Terasic 社の DE0-CV で Blink が動作した様子を図 4 に示す。

Mitou は Zybo Z7-20 で未踏ロゴを HDMI に出力するアプリケーションである(図 5)。

FS-NIDS は、設定ファイルにシグネチャを書き込むことで容易に FPGA にシグネチャベースのネットワーク型 IDS を実装可能としたアプリケーションである。図 6 に Zybo Z7-20 及び Terasic 社 DE10-Nano で FS-NIDS を動作させた環境と、シグネチャにマッチしたパケットを検出した様子を示す。Zybo Z7-20 と DE10-Nano は同じアプリケーションから再現され、設定されたシグネチャにより異なるパケットを検知することが可能となっている。

```
MANTA on master [1] via MANTA via system
→manta install blink
git clone blink:master...
Installing ./apps/blink...
Adding blink to Pipfile's [packages]...
✓ Installation Succeeded
Pipfile.lock (af015b) out of date, updating to (169f75)...
Locking [dev-packages] dependencies...
✓ Success!
Locking [packages] dependencies...
✓ Success!
Updated Pipfile.lock (af015b)!
Installing dependencies from Pipfile.lock (af015b)...
████████████████████████████████████████████████████████████████████████████████ 6/6 - 00:00:03

MANTA on master [1] via MANTA via system took 25s
→manta list
Name      URL                                     Install Status
blink     https://github.com/MaineK00n/blink    Installed
mitou     https://github.com/MaineK00n/mitou
fs-nids   https://github.com/MaineK00n/fs-nids
```

図 3:MANTA のインストールとアプリケーションリストの表示

```
→blink apply config.yml

***** Vivado v2019.1 (64-bit)
**** SW Build 2552052 on Fri May 24 14:47:09 MDT 2019
**** IP Build 2548770 on Fri May 24 18:01:18 MDT 2019
** Copyright 1986-2019 Xilinx, Inc. All Rights Reserved.

# set_property PROBES.FILE {} [get_hw_c
# set_property FULL_PROBES.FILE {} [get
# set_property PROGRAM.FILE {/home/main
link.bit} [get_hw_devices xc7z020_1]
# program_hw_devices [get_hw_devices xc
INFO: [Labtools 27-3164] End of startup
# refresh_hw_device [lindex [get_hw_dev
INFO: [Labtools 27-1434] Device xc7z020
lgn that has no supported debug core(s)
INFO: [Common 17-206] Exiting Vivado at
```

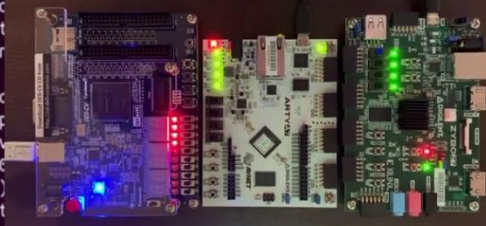


図 4:Blink アプリケーションのログと動作の様子

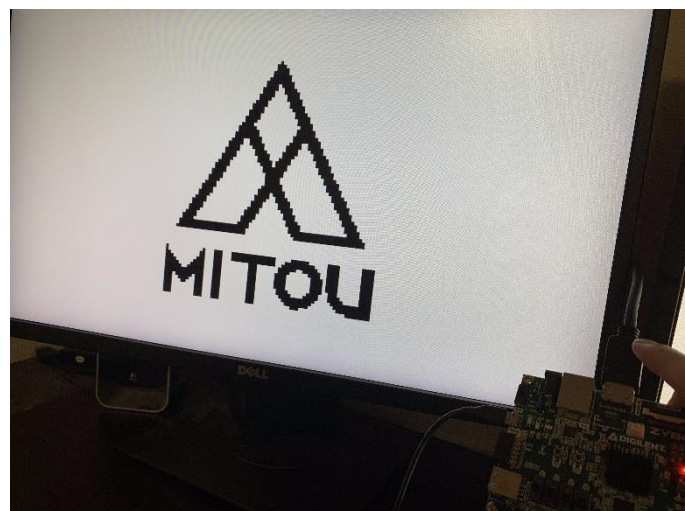


図 5:Mitou アプリケーション

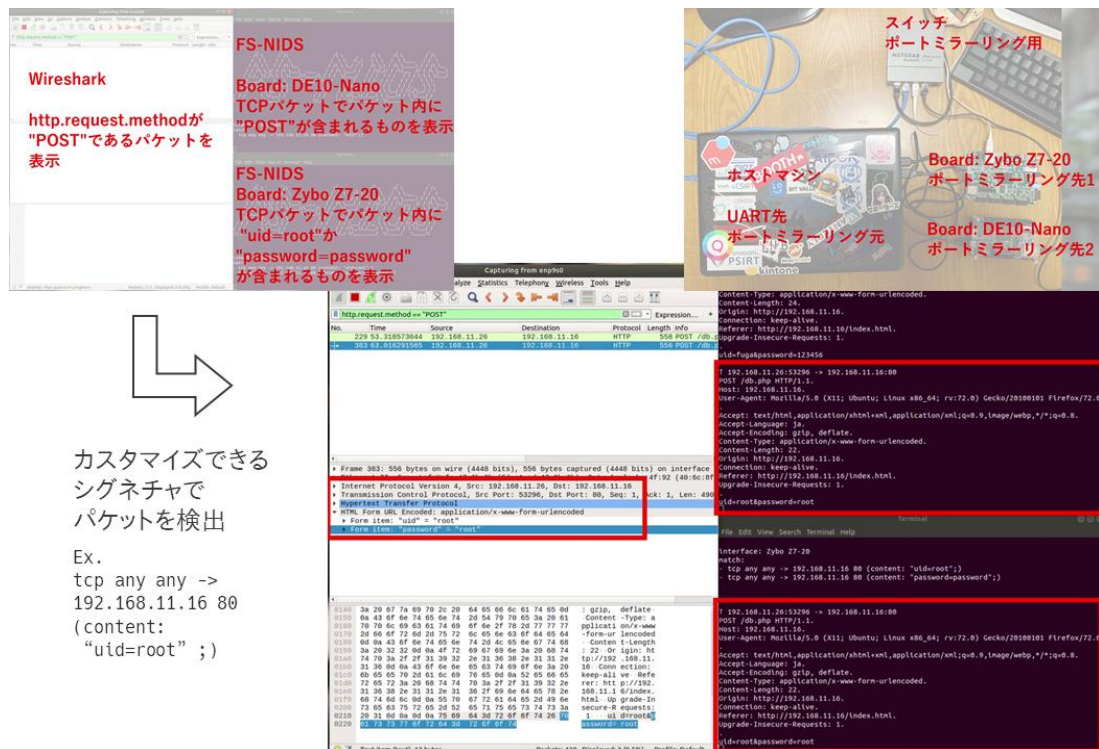


図 6:FS-NIDS アプリケーションの動作環境とパケットを検知した様子

4. 従来の技術(または機能)との相違

4.1. FPGA アプリケーションのための基盤

本プロジェクトで開発した FCOMPOSE および MANTA は、FPGA を用いた再現可能なアプリケーション開発・利用に必要な多くの作業を解決するものであり、容易に扱えるコマンドと設定ファイルで動作し、FPGA の開発・利用を改善する。FCOMPOSE は、必要なファイルやディレクトリをテンプレートとして生成することで、複数の FPGA ボードに対応すること、および容易にアプリケーションを再現することを可能とした。また、MANTA は Python パッケージとして完成したアプリケーションを、仮想環境を用いて管理することで、ローカル環境に影響を与えずにアプリケーションを利用できるという特徴がある。

4.2. FPGA アプリケーション

FPGA アプリケーション全体の特徴は、統一されたインタフェースでアプリケーションを複数の FPGA ボードで再現可能なことである。また、FS-NIDS はシグネチャを設定ファイルに記述することにより検知動作がカスタマイズ可能であり、FPGA に容易に実装可能な NIDS といった特徴を持つ。

5. 期待される効果

本プロジェクトにより、現状よりも複数の FPGA ボードに対応し、再現する FPGA アプリケーションを開発・利用しやすい環境を実現した。これにより、FPGA を利用したことのないユーザが FPGA を使うきっかけの一つとしたり、FPGA アプリケーションが多く開発・公開され

ることによって、FPGA コミュニティ全体が活性化されたりすることが期待される。また、現在の FPGA 開発環境をより良いものにしようとする動きを促進させるきっかけになるのではないかと考えられる。

6. 普及(または活用)の見通し

本システムは、FPGA アプリケーションを使う利用者と、複数の FPGA ボードに対応・再現する FPGA アプリケーションを開発したい開発者を対象としている。利用者に関しては、現状では Arduino などと比較して利用ハードルが高い FPGA が、本システムを通じてより利用しやすくなったことで、多くのユーザを確保できると考えている。開発者に関しては、本システムで複数ボードでのアプリケーションの再現性を上げたことで、FPGA アプリケーションがより公開されやすくなるため、FPGA アプリケーション開発者が増加することが期待される。

7. クリエータ名(所属)

中岡 典弘

(愛媛大学 大学院理工学研究科 電子情報工学専攻 情報工学コース 修士1年)