



SWEST/ACRi共同企画セッション

入門者向けFPGAアクセラレータ開発 ハンズオンワークショップ (事前配布資料)

ACRiルーム副室長 / ザイリンクス株式会社

安藤 潤

アウトライン

- ACRIルームアカウント事前登録のお願い
ハンズオンに参加される場合は事前に登録をお願いします
- FPGAアクセラレータ開発（工事中）
- Alveoデモ（工事中）
- ACRI HLSチャレンジ



ACRiルームアカウント事前登録の お願い

ACRi

- アダプティブコンピューティング研究推進体
 - <https://www.acri.c.titech.ac.jp/>
 - FPGAを盛り上げる会
 - 5大学、23社が参加（2021/7現在）
- 主な活動
 - ウェビナー、討論会、ハンズオン開催
 - ACRiブログ
 - <https://www.acri.c.titech.ac.jp/wordpress/>
 - ACRiルーム（無償FPGA利用環境）
 - <https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/>

ACRiルーム

- アカウント事前登録のお願い
 - ハンズオンではACRiルームが提供するサーバーを利用します
 - ハンズオンに参加される場合は、事前にアカウントを申請し、ご使用になるPCからsshとリモートデスクトップで接続できることを確認してください
- アカウント申請方法
 - <https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/manual/apply-for-account>
- サーバーの利用方法
 - <https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/manual/how-to-reserve>
- Windows 10からPower Shellを使う場合
 - <https://www.acri.c.titech.ac.jp/wordpress/archives/12855>



FPGAアクセラレータ開発

工事中



ACRi HLSチャレンジ

ACRi HLS チャレンジ

The screenshot shows the ACRi HLS Challenge website. At the top, there is a dark header with the ACRi logo and the text "ACRi HLS Challenge". Below the header, a white box contains a welcome message in Japanese: "ようこそ ACRi HLS Challenge を利用して、高位合成によるハードウェア設計を習得しましょう。はじめての方は[こちら](#)へ。". Below this, a section titled "チャレンジ" (Challenge) displays a list of challenges. The first challenge is "bai-gaeshi", which is categorized as "初級" (Beginner), "第0回チャレンジ" (0th Challenge), and "浮動小数点演算" (Floating-point arithmetic). It has a deadline of "2021-07-17" and the description "数を倍にせよ" (Double the number). The challenge is created by "anjn" and has 0 documents and 2 stars. The second challenge is "sha256", categorized as "中級" (Intermediate) and "第0回チャレンジ" (0th Challenge). It also has a deadline of "2021-07-17" and the description "ハッシュを実装します" (Implement a hash). It is also created by "anjn" and has 0 documents and 0 stars. The interface includes navigation elements like "すべて" (All), "開催中" (Ongoing), and "タグで絞り込む" (Filter by tag), along with a star icon and pagination controls.

URLはこちら ⇒ https://*****

ACRi HLS チャレンジとは？

- HLSコード投稿サイトです
- お題に沿った回路をHLSで設計し、性能を競います
- HLSチャレンジでアクセラレータ開発をマスターしよう！

利用の流れ

1. HLSチャレンジにログイン（ユーザー登録）
 2. チャレンジ（お題）を選択
 3. チャレンジをダウンロード
 4. コードを作成
 5. コードをチェック
 6. HLSチャレンジに投稿
 7. ランキング上位を狙ってコードをブラッシュアップ！
- } ACRIルールムを活用

1. ログイン（ユーザー登録）

- 右上の「ログイン」からGitHubアカウントまたはメールアドレスでログインします



※ ACRIルームのアカウントとは連携していません

2. チャレンジを選択

- トップページから取り組んでみたいチャレンジを選択します
- チャレンジの例
 - ベクトル演算の基本
 - ストリーム処理の基本
 - ソート
 - SHA256ハッシュ
 - マンデルブロ集合

The screenshot shows a web interface for selecting challenges. At the top, there's a header 'チャレンジ' (Challenge) and navigation options like 'すべて' (All), '開催中' (Ongoing), and 'タグで絞り込む' (Filter by tag). Below are four challenge cards, each with a title, difficulty level, challenge number, topic tags, deadline, description, and creator information.

Challenge Name	Difficulty	Challenge #	Topic Tags	Deadline	Description	Creator	Documents	Stars
bai-gaeshi	初級	第0回チャレンジ	浮動小数点演算	2021-07-17	数を倍にせよ	anjn	0	2
sha256	中級	第0回チャレンジ		2021-07-17	ハッシュを実装します	anjn	0	0
mandelbrot-set	中級	第0回チャレンジ		2021-07-17	マンデルブロ集合で遊ぼう	anjn	1	0
stream-accum	初級	第0回チャレンジ	ストリーム	2021-07-17	流れてくるデータを処理してみよう	anjn	1	0

チャレンジの例

- ベクトルの要素を倍にして返す問題
 - https://*****/challenge/bai-gaeshi

The screenshot shows a challenge page for 'bai-gaeshi' with the title '数を倍にせよ'. It includes a 'ダウンロード' button, a star rating of 2, and tags for '初級', '第0回チャレンジ', and '浮動小数点演算'. Below the title are links for 'チャレンジ', '提出一覧', and 'ランキング'. The '問題' section contains the text '入力されるfloat配列の要素の値をすべて倍にして出力しなさい。'. The 'カーネルヘッダー' section contains the following code:

```
#pragma once

extern "C" {
void kernel(const float in[1024], float out[1024], int size);
}
```

問題文

この関数宣言に対応する
HLSコードを自由に記述します

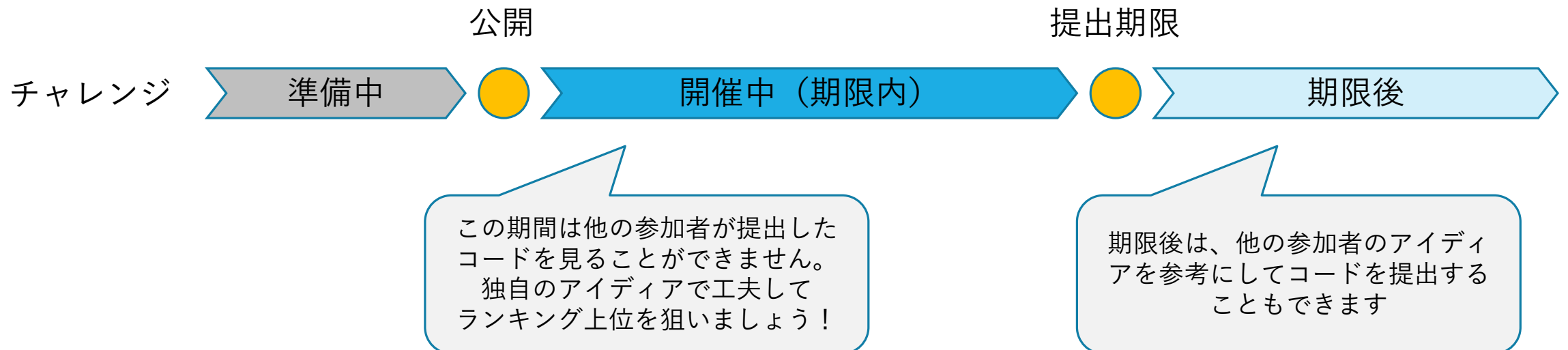
チャレンジの例

- チャレンジには提出期限や、コードが満たすべき条件が設定されています
 - 最初は気にする必要はありません
 - ランキング上位を目指す場合には気をつけてください

提出期限	2021-07-17	実行時間制限	
合成制約		CSIM	1分
クロック周期	2 ns	HLS	2分
リソース制限		CoSIM	5分
FF	無制限	論理合成	30分
LUT	50,000	ビルド条件	
DSP	無制限	コンパイルフラグ	
BRAM	無制限	リンクフラグ	
URAM	無制限	ツール	2021.1

チャレンジの提出期限について

- すべてのチャレンジには提出期限が設定されています
- 提出期限を過ぎるとすべてのコードが公開されます
- 期限内に上位にランクした記録は期限後も残ります



3. チャレンジをダウンロード

- 「ターミナルにコピー」を使ってACRiルームのサーバーにチャレンジを転送します
- TeraTermまたはPower Shellを使ってACRiルームにログインし、ターミナルに貼り付けて実行します（リモートデスクトップではうまくいきません）
- ファイルに保存してscpで転送しても構いません

bai-gaeshi 数を倍にせよ ★ 2

初級 第0回チャレンジ 浮動小数点演算

ダウンロード ▼

ファイルに保存

ターミナルにコピー

問題

入力されるfloat配列の要素の値をすべて倍にして出力しなさい

カーネルヘッダー

```
#pragma once

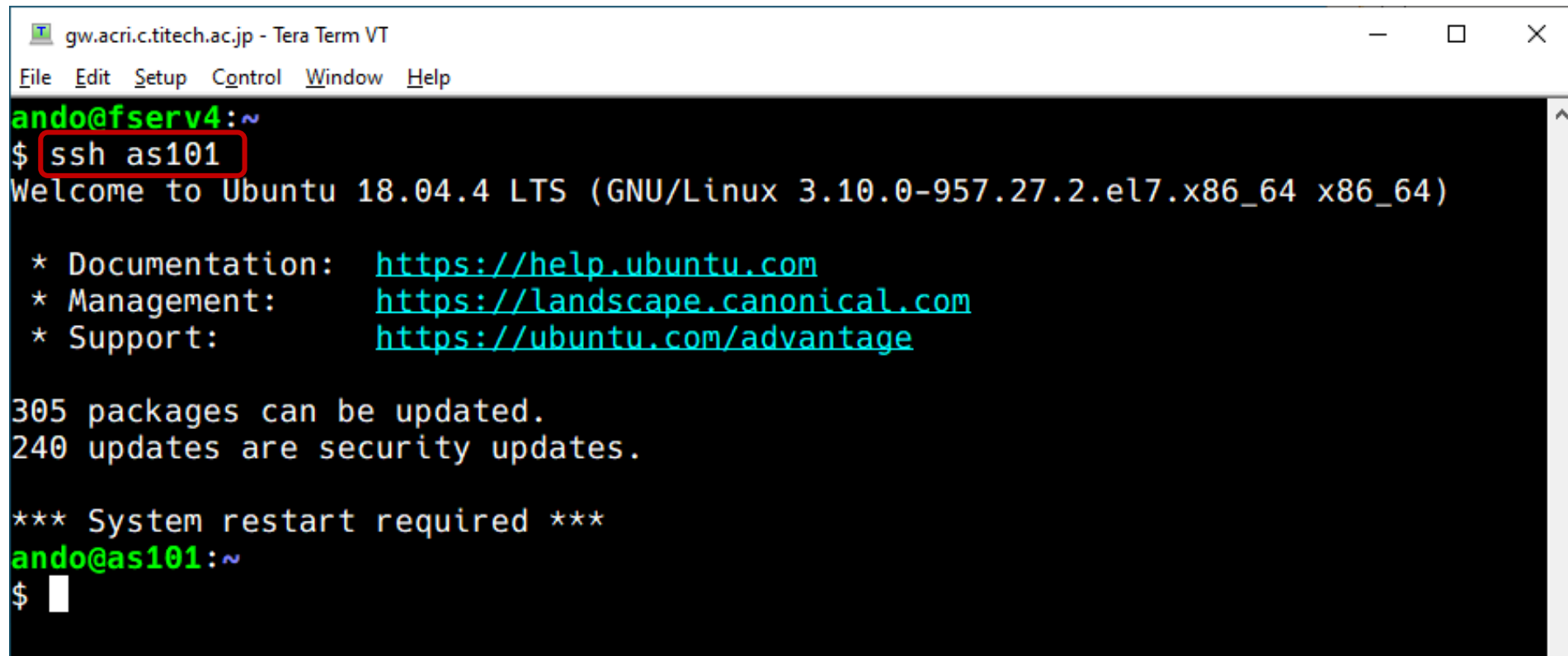
extern "C" {
void kernel(const float in[1024], float out[1024], int size);
}
```


ACRiルーム

- ACRiルームでコードを作成・仮採点してから、HLSチャレンジへ提出します
 - ACRiルームの登録はこちら
 - <https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/manual/apply-for-account>
 - サーバーの利用方法はこちら
 - <https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/manual/how-to-reserve>
- いつでも使用できるサーバーを用意しています
 - 予約不要、制限時間なし！
 - ホスト名：as101、as102、as103、as104
 - ご一読ください：<https://gw.acri.c.titech.ac.jp/wp/manual/alveo-server#toc2>

ACRiルームにログイン

- ACRiルームのツール専用サーバーへ接続
 - 例：ssh as101



```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
ando@fserv4:~
$ ssh as101
Welcome to Ubuntu 18.04.4 LTS (GNU/Linux 3.10.0-957.27.2.el7.x86_64 x86_64)

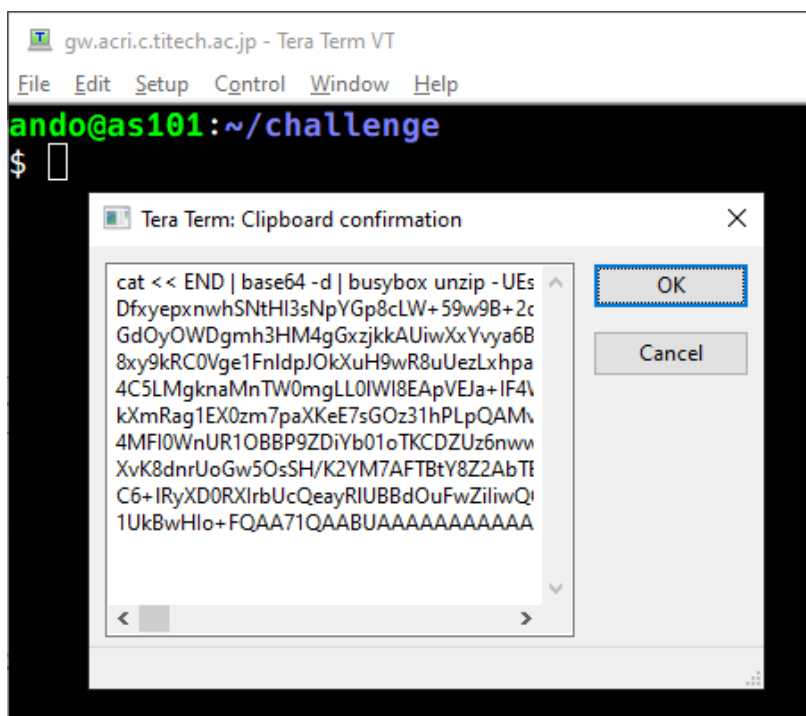
 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

305 packages can be updated.
240 updates are security updates.

*** System restart required ***
ando@as101:~
$
```

チャレンジを転送

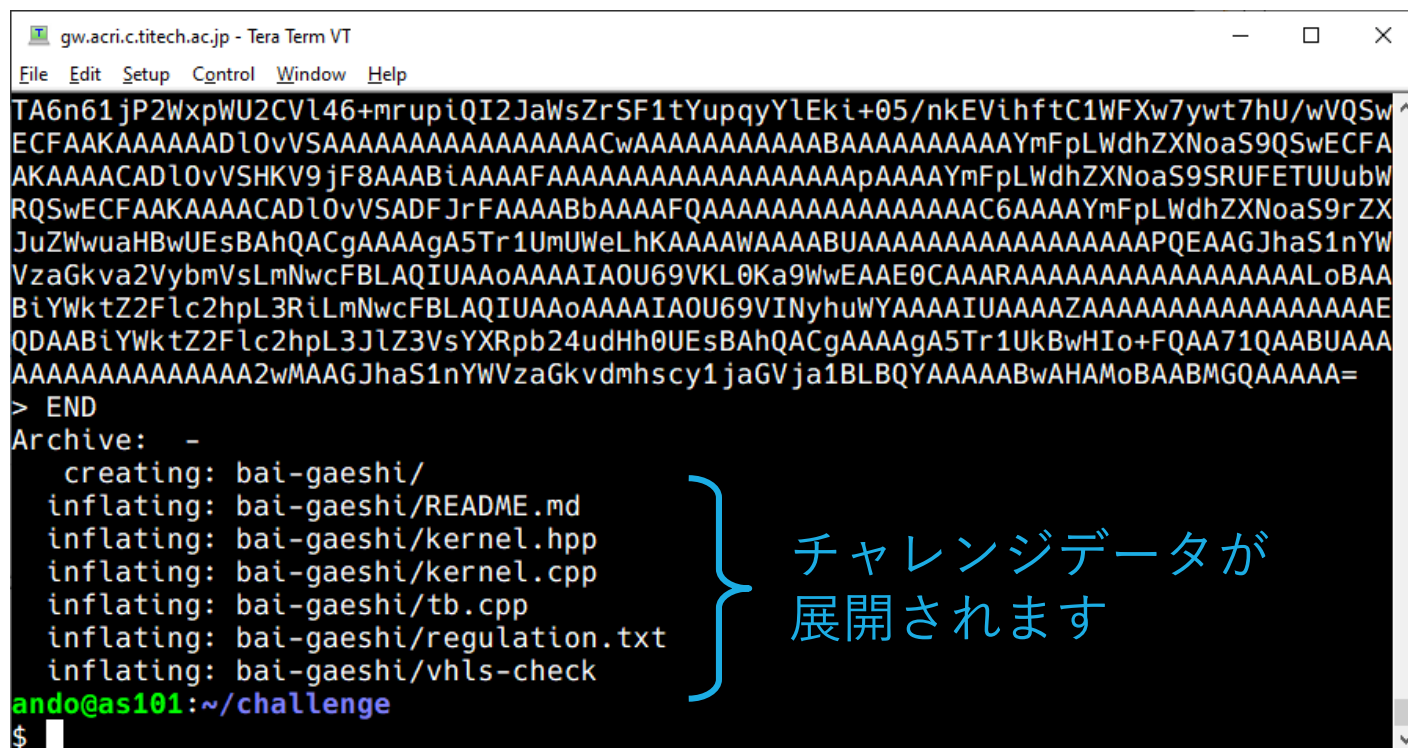
- ターミナルに貼り付けて、エンター



```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
ando@as101:~/challenge
$
```

Tera Term: Clipboard confirmation

```
cat << END | base64 -d | busybox unzip -UEs
DfxyepxnwhSNtHI3sNpYGp8cLW+59w9B+2c
GdOyOWDgmh3HM4gGxzjkkAUiwXxYvya6B
8xy9kRC0Vge1FnldpJOkXuH9wR8uUezLxhpa
4C5LMgknaMnTW0mgLL0IW8EApVEJa+IF4\
kXmRag1EX0zm7paXKeE7sGOz31hPLpQAMh
4MFI0WnUR1OBPP9ZDiYb01oTKCDZUz6nww
XvK8dnrUoGw5OsSH/K2YM7AFTBtY8Z2AbTf
C6+IRyXD0RXIrbUcQeayRIUBBdOuFwZiliwQl
1UkBwHlo+FQAA71QAABUAAAAAAAAAAAA
```



```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
TA6n61jP2WxpWU2CVl46+mrupiQI2JaWsZrSF1tYupqyYlEki+05/nkEVihftC1WFXw7ywt7hU/wVQSw
ECFAAKAAAAADl0vVSAAAAAAAAAAAAAAAAAACwAAAAAAAAABAAAAAAAAAYmFpLWdhZXNoaS9QSwECFA
AKAAAAACADl0vVSHKV9jF8AAABiAAAAFAAAAAAAAAAAAAAAAAAApAAAAYmFpLWdhZXNoaS9SRUFETUUbW
RQSwECFAAKAAAAACADl0vVSADFJrFAAAABbAAAAAFQAAAAAAAAAAAAAAAAAAC6AAAAYmFpLWdhZXNoaS9rZX
JuZWwuaHBwUESBAHQACgAAAAGa5Tr1UmUwElhKAAAAWAAAAABUAAAAAAAAAAAAAAAAAAAPQEAAgJhaS1nYW
VzaGkva2VybmVsLmNwcFBLAQIUAAoAAAAIAOU69VKL0Ka9WwEAAE0CAAARAAAAAAAAAAAAAAAAAAALoBAA
BiYwktZ2Flc2hpL3RiLmNwcFBLAQIUAAoAAAAIAOU69VINyhuwYAAAAIUAAAAZAAAAAAAAAAAAAAAAAAAE
QDAABiYwktZ2Flc2hpL3JlZ3VsYXRpb24udHh0UESBAHQACgAAAAGa5Tr1UkBWHIo+FQAA71QAABUAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAA2wMAAGJhaS1nYWVzaGkvdmhscy1jaGVja1BLBQYAAAAABwAHAMoBAABMGQAAAAA=
> END
Archive: -
  creating: bai-gaeshi/
  inflating: bai-gaeshi/README.md
  inflating: bai-gaeshi/kernel.hpp
  inflating: bai-gaeshi/kernel.cpp
  inflating: bai-gaeshi/tb.cpp
  inflating: bai-gaeshi/regulation.txt
  inflating: bai-gaeshi/vhls-check
ando@as101:~/challenge
$
```

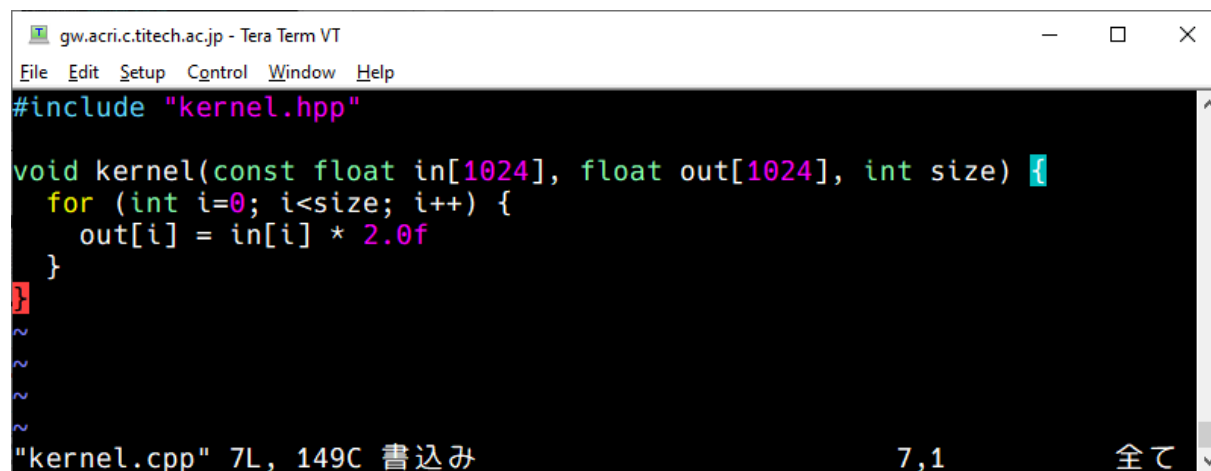
チャレンジデータが展開されます

4. コードを作成

- チャレンジデータ

- README.md ... 問題文
- kernel.hpp ... カーネルヘッダー
- **kernel.cpp** ... **カーネルソース (雛形)**
- tb.cpp ... テストベンチ
- regulation.txt ... 採点条件
- vhls-check ... 採点スクリプト

カーネルを実装します



```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
#include "kernel.hpp"

void kernel(const float in[1024], float out[1024], int size) {
    for (int i=0; i<size; i++) {
        out[i] = in[i] * 2.0f
    }
}

"kernel.cpp" 7L, 149C 書込み 7,1 全て
```

5. コードをチェック

- 採点スクリプトを実行します

```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
ando@as101:~/challenge/bai-gaeshi
$ chmod a+x ./vhls-check
ando@as101:~/challenge/bai-gaeshi
$ ./vhls-check -v -f
```

セミコロンを忘れていた
のでエラーに...

```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
csim.mk:81: recipe for target 'obj/kernel.o' failed
../../../../../../../../kernel.cpp: In function 'void kernel(const float*, float*, int)
':
../../../../../../../../kernel.cpp:6:3: error: expected ';' before '}' token
    }
    ^
make: *** [obj/kernel.o] Error 1
ERROR: [SIM 211-100] 'csim_design' failed: compilation error(s).
INFO: [SIM 211-3] ***** CSIM finish *****
INFO: [HLS 200-111] Finished Command csim_design CPU user time: 0.59 seconds. CP
U system time: 0.3 seconds. Elapsed time: 1.96 seconds; current allocated memory
: 251.079 MB.
4
  while executing
"source csim.tcl"
  ("uplevel" body line 1)
  invoked from within
"uplevel \#0 [list source $arg] "
INFO: [Common 17-206] Exiting vitis_hls at Wed Jul 21 16:43:44 2021...
Command exited with non-zero status 1
3.42user 0.86system 0:05.99elapsed 71%CPU (0avgtext+0avgdata 1215604maxresident)
k
88inputs+872outputs (0major+396285minor)pagefaults 0swaps
CSim: Compile error, see log file: /home/ando/challenge/bai-gaeshi/work/csim.log
ando@as101:~/challenge/bai-gaeshi
$
```

採点の流れ



- CSIM
 - コードをソフトウェアとして実行し、正しく動作することを確認します
- HLS
 - 高位合成を実行し、問題なくハードウェア（RTL）に変換されることを確認します
- CoSIM
 - RTLシミュレーションを実行し、正しく動作すること、実行サイクル数を確認します
- 論理合成
 - RTLを論理合成し、回路のリソース使用量を見積もります
 - 時間がかかるため仮採点ではスキップします
 - 実行するにはvhls-checkに-sオプションを渡します

採点がパスする例

- 採点結果、リソース使用量の見積もりが出ます
- 動作周波数とシミュレーションサイクル数から実行時間が見積もられます

```
gw.acri.c.titech.ac.jp - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
ando@as101:~/challenge/bai-gaeshi
$ ./vhls-check -f
Bytes of kernel code: 241
CSim: Pass
HLS: Pass
CoSim: Pass
Resource usage
  FF   : 1427
  LUT  : 2261
  DSP  : 3
  BRAM : 2
  URAM : 0
Clock period (ns): 1.460
Clock frequency (MHz): 684
Simulation cycle: 1199
Simulation time (ns): 1750.540
```

作成したコードを提出

- 作成したコードをHLSチャレンジに提出します
- 自動的に採点が行われます
 - 採点が完了するまで数十分かかります
- 採点がパスすれば、実行時間の短い順でランキングされます

The screenshot shows the submission page for a challenge named 'bai-gaeshi'. At the top, there are buttons for '編集' (Edit), '非公開' (Private), and 'ダウンロード' (Download). Below these are tags for '開催中' (Ongoing), '初級' (Beginner), '第0回チャレンジ' (0th Challenge), and '浮動小数点演算' (Floating Point Arithmetic). The main content area is titled 'カーネルソース (kernel.cpp)' and contains a code editor with the following C++ code:

```
#include "kernel.hpp"

void kernel(const float in[1024], float out[1024], int size) {
    for (int i=0; i<size; i++) {
        out[i] = in[i] * 2.0f;
    }
}
```

At the bottom right of the code editor, it shows '150 / 10000' characters. A green '提出' (Submit) button is located at the bottom left of the interface.

おすすめの取り組み方

- HLS初心者の方
 - 採点をパスするコードを書いてみてください
- HLS上級者の方
 - より高性能なアーキテクチャでランキング上位を狙ってみてください

