

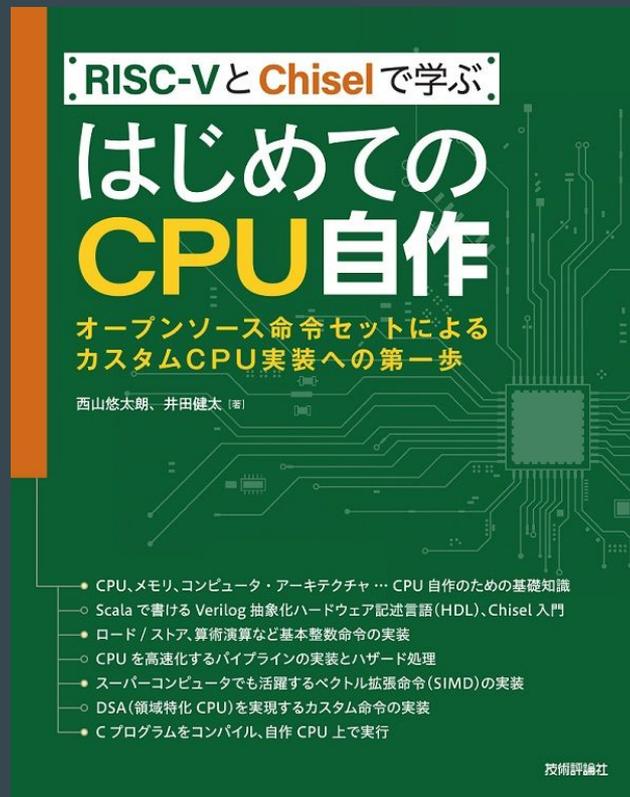
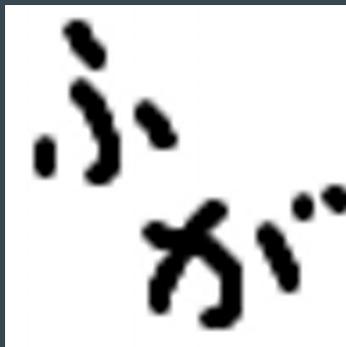
RISC-Vで 高レイヤ？自作CPUのすすめ ...

2023-12-03

第2回 自作CPUを語る会

自己紹介

- 井田 健太
- 元FPGA屋 (Vivadoぽちぽちマン)
- ゆるふわCPU自作勢
- RISC-V CPU自作本の共著者の一人→
 - (私の作業はおまけみたいな感じだけ)
- X: @ciniml



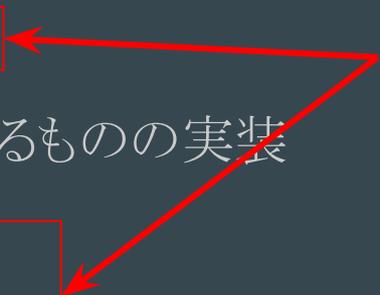
CPU自作とは

- CPUを自作すること...なのはいいとして
- どこからどこまでを作るか？
- 命令セットの設計
 - 自作命令セット
 - 既存命令セット
- 命令セットを実行するものの実装
 - シミュレータ
 - FPGA
 - ロジックIC
 - ASIC

CPU自作とは

- CPUを自作すること...なのはいいとして
- どこからどこまでを作るか？
- 命令セットの設計
 - 自作命令セット
 - 既存命令セット
- 命令セットを実行するものの実装
 - シミュレータ
 - FPGA
 - ロジックIC・リレー
 - ASIC

第1回 自作CPUを語る会の内容



CPU自作とは

- CPUを自作すること...なのはいいとして
 - どこからどこまでを作るか？
 - 命令セットの設計
 - 自作命令セット
 - 既存命令セット
 - 命令セットを実行するものの実装
 - シミュレータ
 - FPGA
 - ロジックIC・リレー
 - ASIC
- 本資料の内容
- 

命令セットの設計

- 自作するか、既存のものを使うか
- 自作する場合
 - 自分が考えた最強の命令セットを実現できる。楽しい！
 - アセンブラ・コンパイラも作っちゃおう！
 - (いつかやってみたいと思っています)
- 既存のものを使う場合
 - 現時点で動いている命令セットを実装できる
 - アセンブラ・コンパイラは既存のちゃんと動くものがある
 - gccとか、LLVMとか。

実装手段

- シミュレータ
 - PCさえあれば動く。コスト低くて開発も比較的楽
- FPGA
 - HDLとかいうプログラミング言語的なもので書けば動く。
 - といってもちょっとCPUのプログラムと考え方が違うのが難点
 - 最近は比較的安くて楽
- ロジックIC・リレー
 - 複雑な回路は大変そうだが、動くとともに楽しそう
- ASIC
 - FPGAと同じ感じでHDLで論理回路を書くが、ほかにもいろいろやることもある
 - いつか作ってみたい

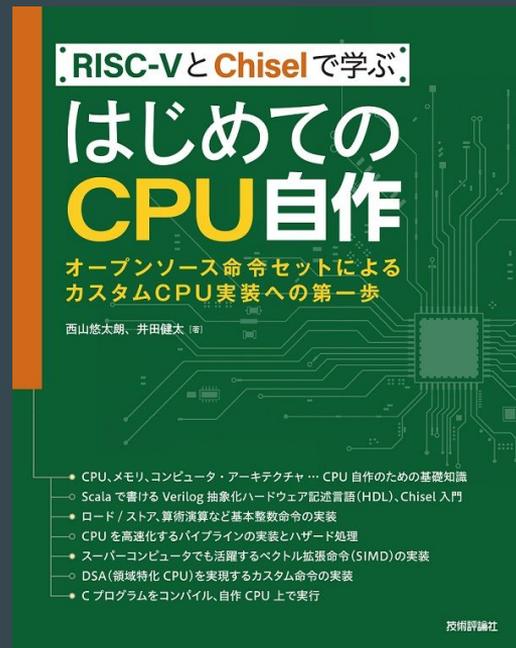
高レイヤ？自作CPUのすすめ

- 命令セットの設計・アセンブラ・コンパイラ自作のハードルが高い？
 - 実装手段 - ロジックIC・リレー・ASIC - 大変そう？
 - ゆるふわ高レイヤCPU自作をはじめよう！！
-
- 既存命令セット - RISC-V (RV32I)
 - 実装手段 - シミュレータ -> FPGA

高レイヤ？自作CPUのすすめ

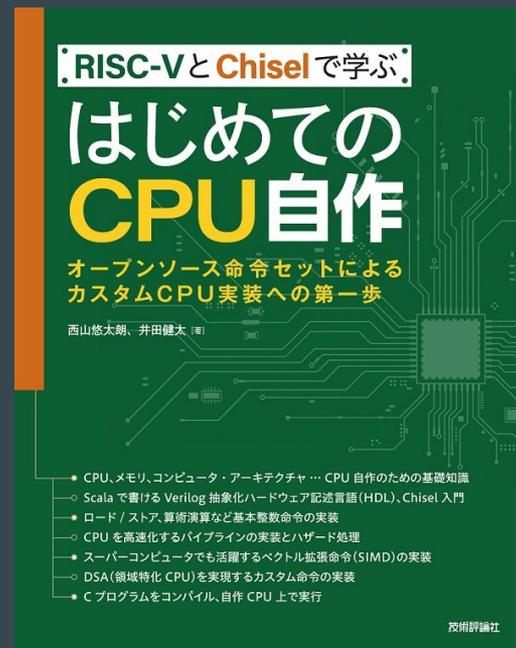
- 命令セットの設計・アセンブラ・コンパイラ自作のハードルが高い？
- 実装手段 - ロジックIC・リレー・ASIC - 大変そう？
- ゆるふわ高レイヤCPU自作をはじめよう！！

- 既存命令セット - RISC-V (RV32I)
- 実装手段 - シミュレータ -> FPGA
- そんなあなたに
RISC-VとChiselで学ぶはじめてのCPU自作！



「はじめてのCPU自作」で扱う内容

- RISC-V CPU (RV32I) のChiselでの実装とシミュレーション
- デジタル回路の基礎
 - FETからDFFまで
- Chiselの基礎
- 環境構築 (dockerつかいます)
- シミュレータの使い方
- RISC-V (RV32I) CPUコア実装
 - 命令フェッチ等のCPU動作を順に
 - riscv-testsでのテスト
 - パイプライン化 (5ステージ)
 - 拡張命令の実装
- コンパイラはgccを使用



はじめてのCPU自作で扱わない内容

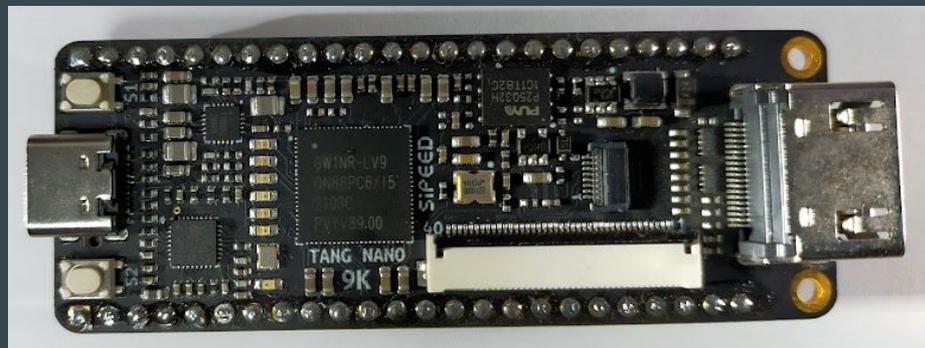
- 実機動作なし。シミュレーションのみ！
 - 実機は簡単に罣にはまる！ 高レイヤ！
- PCさえあればお手軽に試せる。
- これを機にCPU自作をはじめてみよう

でも…実機でうごかしたい？

- そんなあなたにセキュリティ・キャンプ RISC-V CPU自作ゼミ資料
 - https://github.com/ciniml/seccamp_riscv_cpu
- RISC-V CPU自作ゼミ
 - 「はじめてのCPU自作」のCPUをFPGAに実装して実世界にアクセス
 - FPGA実装のためのCPUの修正
 - 命令バス・データバスのストール対応
 - 足りない命令 (LB/SB等) の実装
 - 周辺回路 (GPIO等) の接続
 - 割り込みの実装

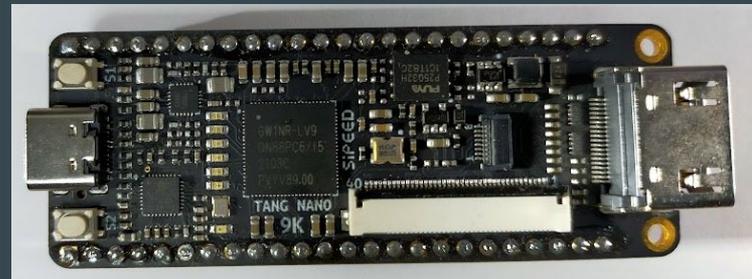
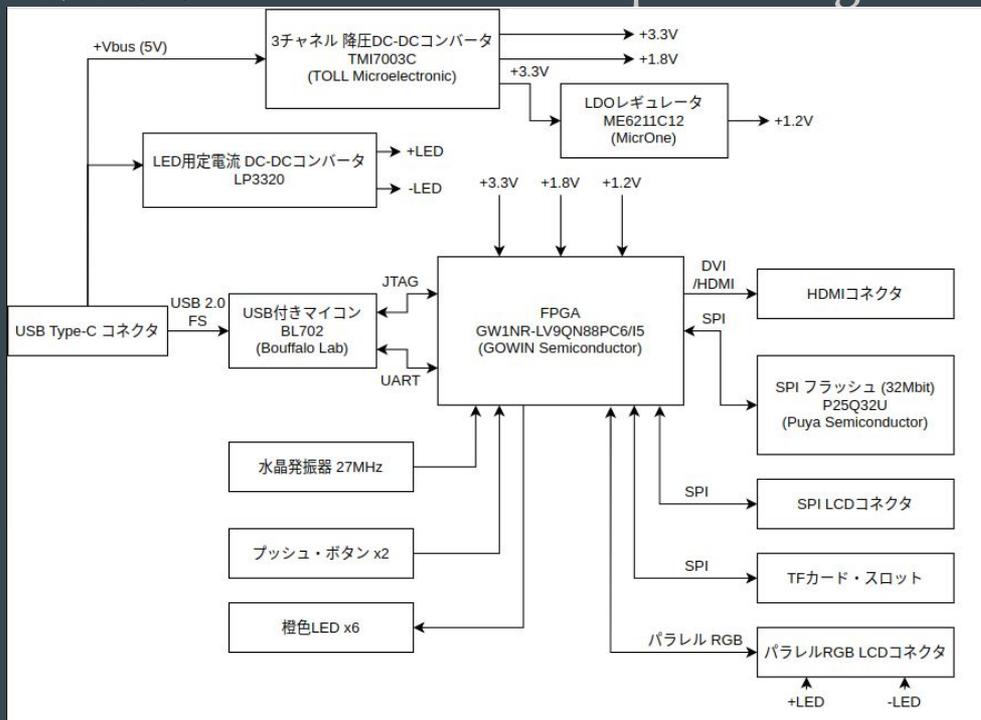
でも…実機でうごかしたい？

- 実装対象のFPGAボード - Sipeed Tang Nano 9K
 - 中国GOWINのFPGA **GW1NR-LV9QN88PC6/I5** を使用
 - LUT4 8640, DFF 6480
 - とても安い。秋月電子通商で3000円ほど
 - 開発環境は無償で使用可能



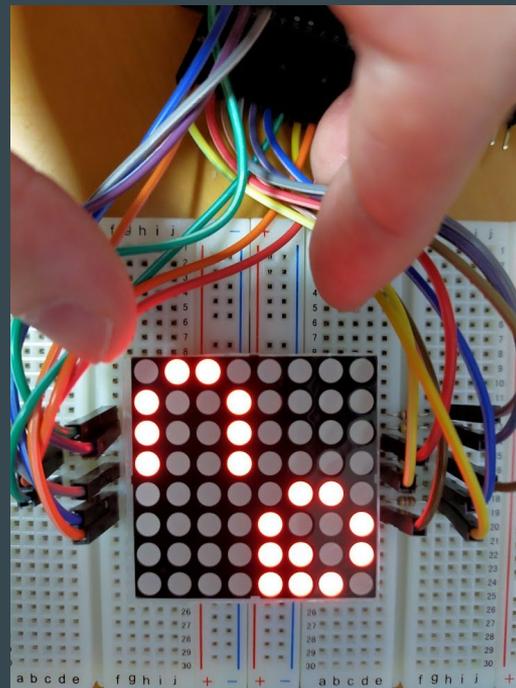
でも…実機でうごかしたい？

- 実装対象のFPGAボード - Sipeed Tang Nano 9K



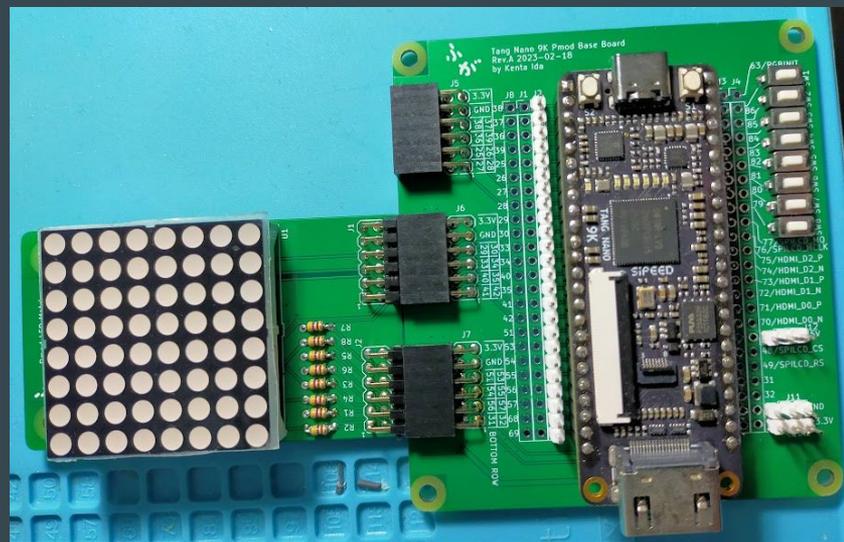
Tang Nano 9Kの課題

- DIP形状のモジュールでオンボード機能は多くない
 - LED6個とスイッチ2個くらい
 - フラッシュROMやFPGA内蔵PSRAM
 - FPGA直でDVIを出すことはできる
- いろいろつなぎたいがもじやもじやする



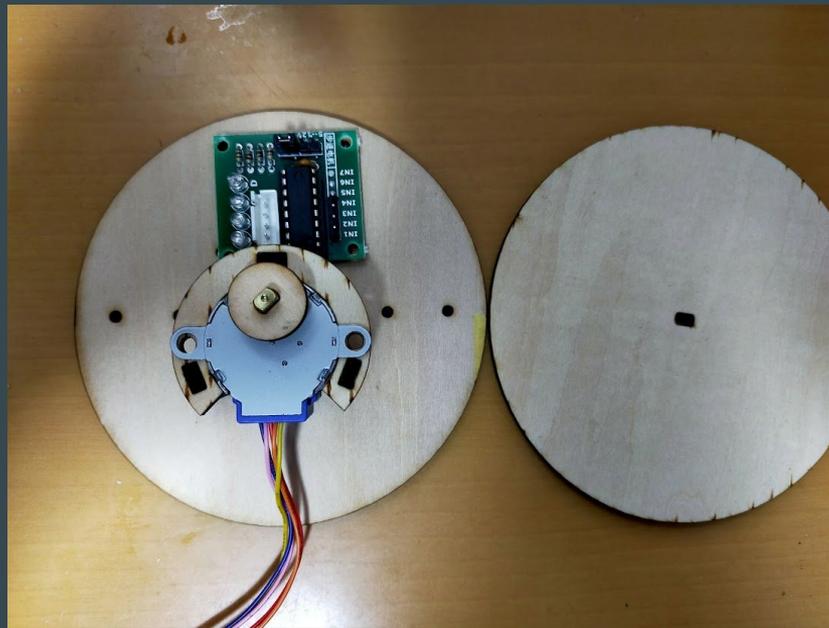
Tang Nano 9K Pmodベースボード

- Pmod
 - Digilentが策定しているモジュール規格
- Tang Nano 9KにPmodを3個させるボードを用意
 - 今年夏のセキュリティ・キャンプでも使用



実装例 - ステッピングモーター

- 物理会場展示ブースでターンテーブル回してるので見に来てください



まとめ

- CPU自作を始めるか迷っている人は
まずは既存の命令セットのCPUを作ってみよう
 - コンパイラとか気にしなくて良くなる
 - PC上のシミュレーションでも動く楽しい
 - 実機でうごかしたい場合はFPGAにも載せられます
-
- 今日からあなたもCPU自作！