

TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発 コンテスト

部門 : アプリケーション開発部門

作品のタイトル : 自動 ROM 書き込み装置デモ機

作成者 : 石岡之也 (個人)

共同作業 :

対象者 : 電子工作製作者

使用する開発成果物 : TOPPERS/ASP 1.9.3
ARM Cortex-M4 アーキテクチャ・GCC 依存部パッケージ
コンフィギュレータ Release 1.9.6

目的・狙い

知り合いのROM書き込み装置販売社さんから自動プログラミングシステムの展示会用のデモ機を作れないかとの相談があったことと、モータなどを使った動く電子作品を作りたいという思いから、自動ROM書き込みシステムの動作を題材に TOPPERS/ASP を使った電子作品を製作しました。

アイデア/アプリケーションの概要

STM32F401-Nucleo をコントローラとして、DC モータ 2 つを使い平面上の X Y 方向への移動、サーボモータによる Z 方向へのアップ/ダウンを基本動作とする作品。
自動 ROM 書き込み装置の動作を模するため、チップのピックアップ、ピンチェック位置への移動とピン面の撮影、書き込み位置への移動と書き込み状況の出力を行う。
ピンチェックと書き込み状況は、グラフィック LCD 上に画像と文字を出力することで表示を行う。

1. 開発の背景

以前に知り合いのROM書き込み装置販売社から大型のROM書き込み機である自動プログラミングシステムを展示会で売り込みたいが、筐体が大きく移動が容易でないためカタログや動画での展示になりインパクトが少ないとの相談を受けていた。

私も電子工作でモータなどを使った工作品を作りたいとの思いもあり、趣味の電子工作の範囲で自動ROM書き込み装置のデモ機を作ってみようと考えた。

装置の基本動作は平面上のXY方向への移動と、チップをピックアップするZ方向のアップ/ダウンと複数のモータなどの制御が必要となることから、TOPPERS/ASPを用いてマルチタスク化してROM書き込み動作全体の流れを1つのタスクで行い、X方向とY方向の2つのモータ制御をそれぞれ別タスク化して制御を行うこととした。

Automated Programming Systems (5th Generation)



図1 デモ機ターゲット例

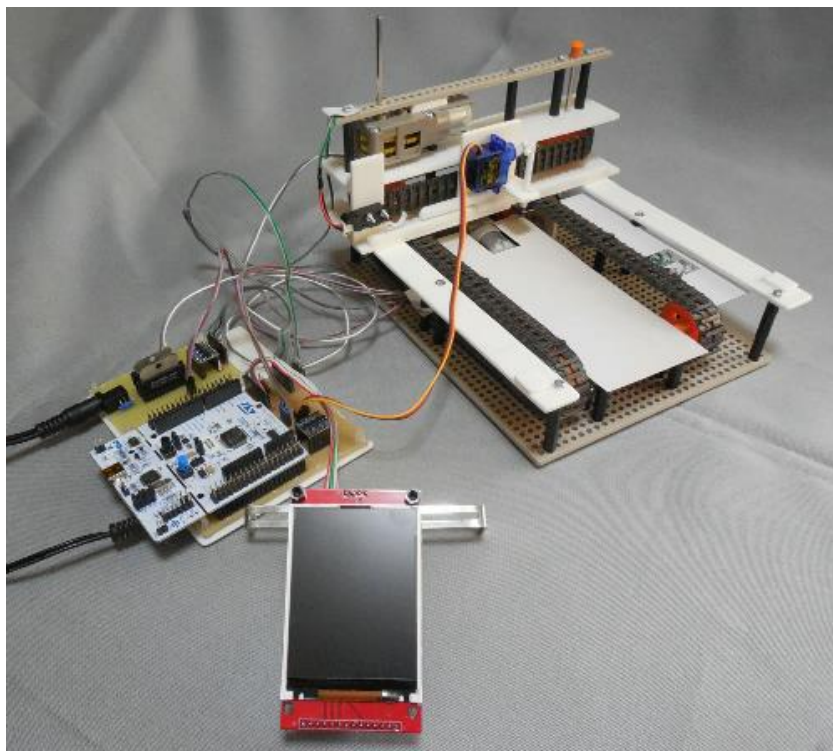


図2 製作デモ機

2. 製作デモ機

(1) XY 方向の移動

書き込み対象のマイコンやフラッシュメモリなどのチップをトレイやテープなどから書き込み位置やピックアップして移動するため、XY 方向への移動を行う機構が必要になる。

図3のようなステッピングモータ付きの1軸スライドを組み合わせて作ることも可能であるが、大掛かりになることと価格も比較的高く電子工作の範囲を外れると考えた。

検討したところタミヤの楽しい工作シリーズがモータを使ったキットや部品が販売されていて、図4のタンクセットを使うとベルトを使って1軸方向の搬送が可能なることから、2セット組み合わせてXYのステージを作ることとした。

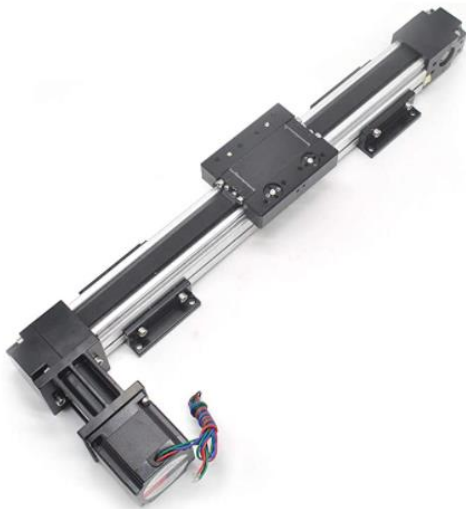


図3



図4

製作では図5、図6のように下方部に上方部を乗せることになるため、下方部はタンクセット1つ分の2つのベルトで上方部を搬送することとし、上方部は小さなヘッド部の搬送なので1つのベルトのみを使うこととした。

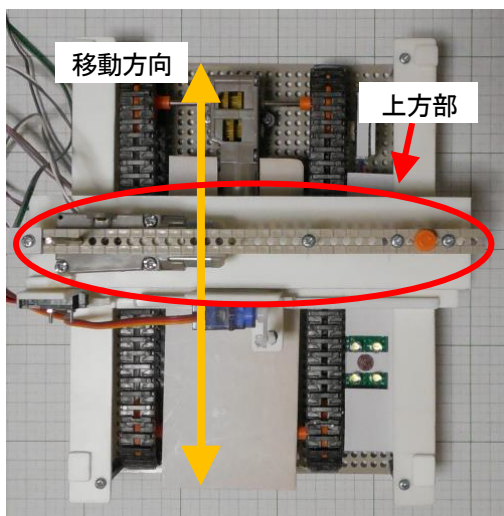


図5

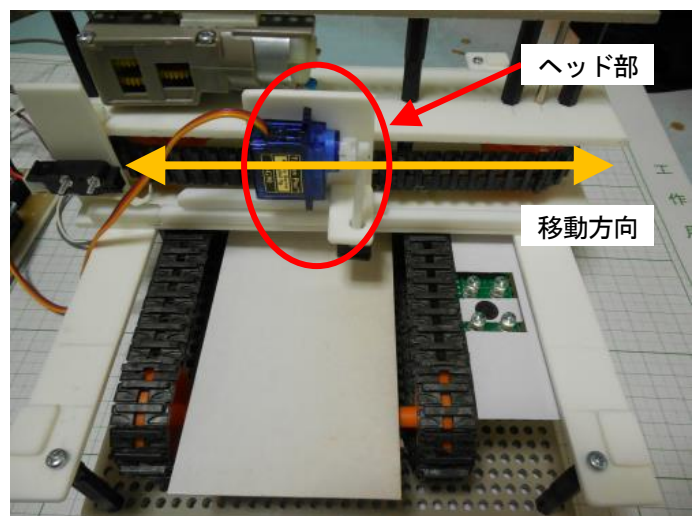


図6

タンクセットはベルトの駆動を DC モーターで行い、マイコンでこの DC モーターを制御し、XY の任意の位置にヘッド部を移動させる。

(2) Z方向の移動

Z方向はCPUやフラッシュメモリを模した疑似チップをアップ/ダウンさせるだけなのと、ヘッド部の搬送や取り付けを容易にするため小型化できるように図7のように小型サーボモータを使うこととした。

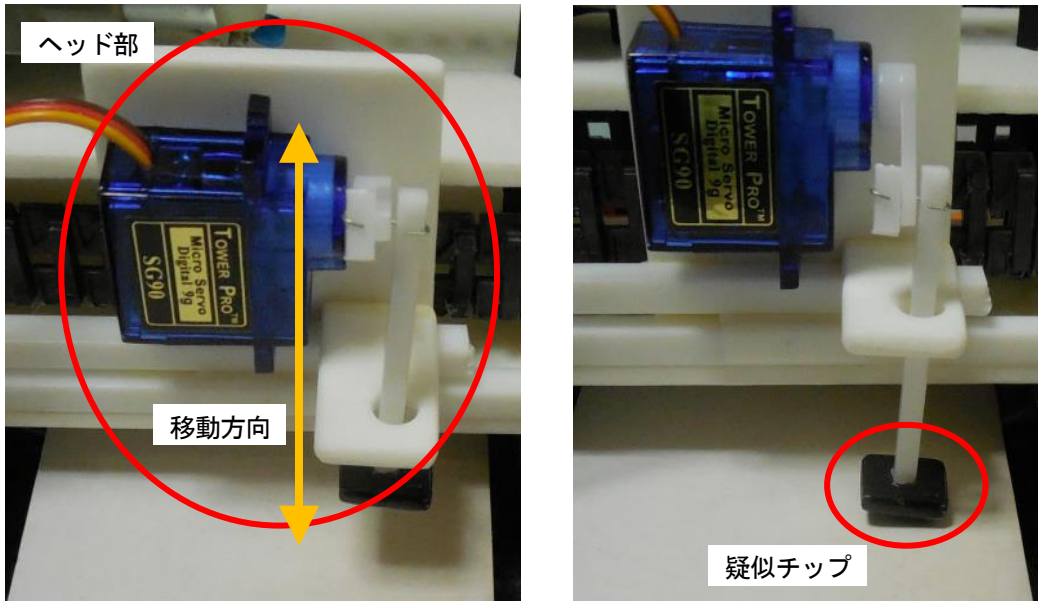


図7

(3) センサ

XY方向の位置合わせのため図8のようにホームポジションを認識できるようにセンサを配置する。

下方部の位置合わせは装置後方にセンサ1を配置し、上方部がホームポジションへ移動したことを認識できるようにする。

上方部の位置合わせは上方部の左端にセンサ2を配置し、ヘッド部がホームポジションへ移動したことを認識できるようにする。

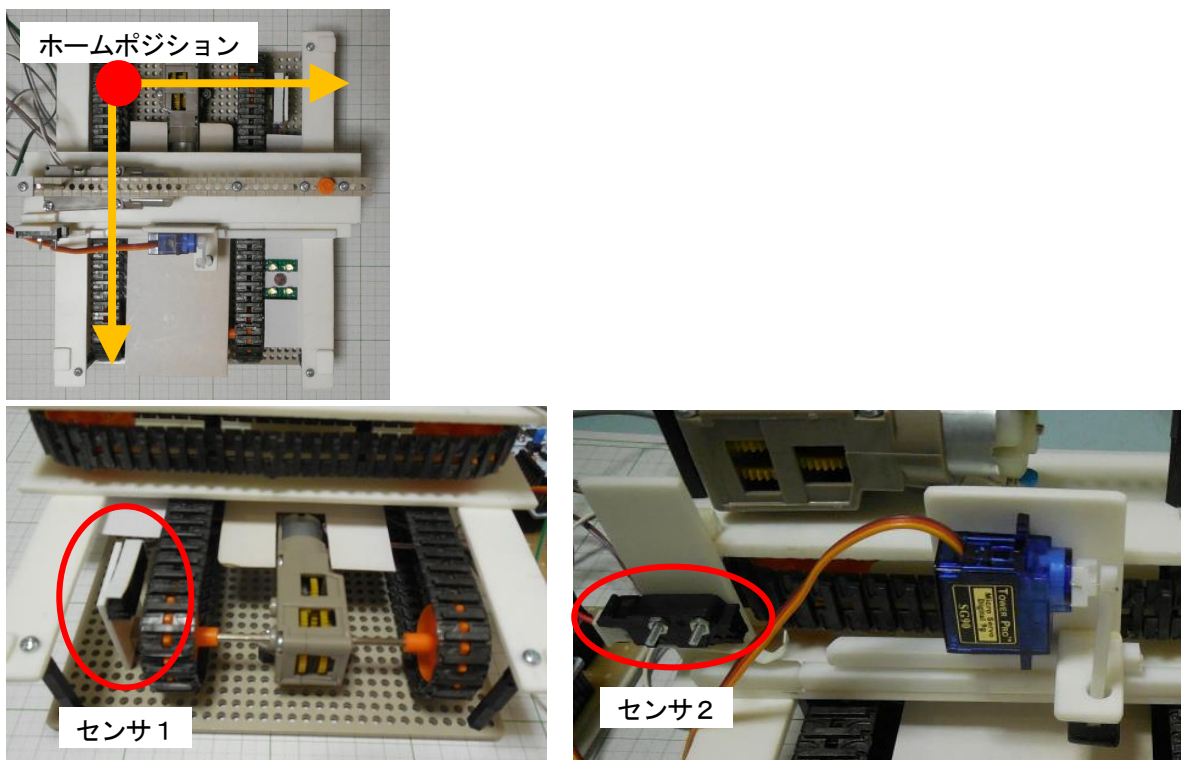


図8

(4) LED 制御

ヘッド部を図9のチップ背面読み取り位置へ移動後、疑似的にチップ背面の撮影用照明としてLEDの点灯・消灯の制御を行う。

4つのLEDの中心にある黒丸は疑似的にカメラのレンズを模している。



図9

(5) グラフィック LCD

装置の状態を疑似的に表示するためグラフィック LCD へ図10のような画像や文字の表示を行う。

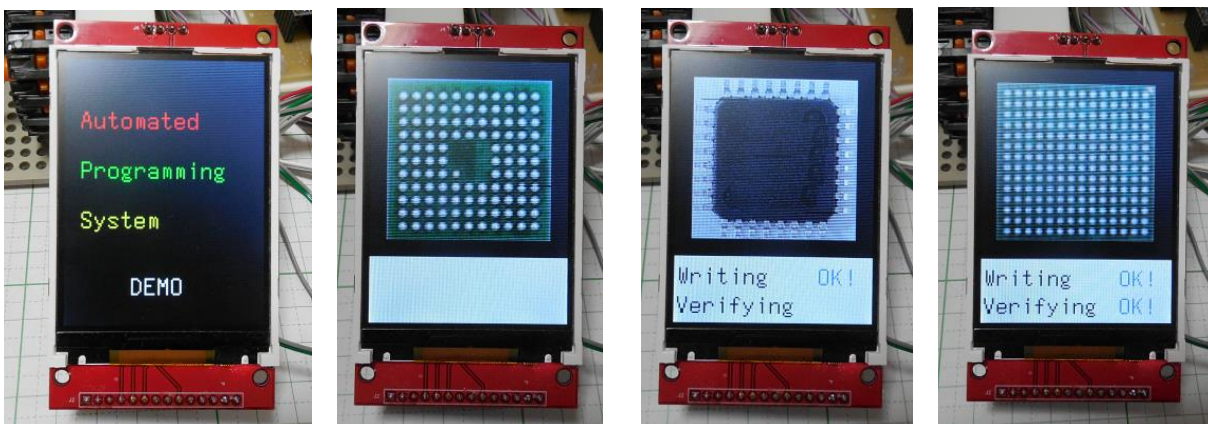
画像は起動画面、チップ背面画像、書き込み状態の文字表示に用いる。

起動画面は電源投入リセット後、最初にチップ背面画像を表示するまで行う。

チップ背面画像はチップ背面読み取り位置でLED点灯後に表示する。表示する画像はプログラム内にBMPデータとして保持し、4つの画像を変更しながら繰り返し表示する。

書き込み状態の文字表示はチップ書き込み位置でチップ背面画像の下部に以下のメッセージを間隔を開けて表示する。

表示メッセージ	内容
Writing	書き込み中
Writing OK!	書き込み成功
Verifying	ベリファイ中
Verifying OK!	ベリファイ成功



起動画面

チップ背面読み取り直後

書き込み成功・
ベリファイ開始

ベリファイ成功

図10

(6) マイコンボード

モータやセンサ、グラフィック LCDなどを制御するため、図1 1のようにSTM32F401REを搭載したSTM32F401-Nucleoをマイコンボードとして利用する。

STM32F401-Nucleoを選んだ理由は以下の通り。

- ・対応した TOPPERS/ASP のソースコードが提供されている。
- ・入手が容易。
- ・複数のタスクを動作させるのに十分な SRAM を搭載している。
- ・チップ背面画像をソース内に埋め込めるだけの Flash メモリを搭載している。
- ・余裕をもってモータ、センサを制御できる処理速度をもつ。

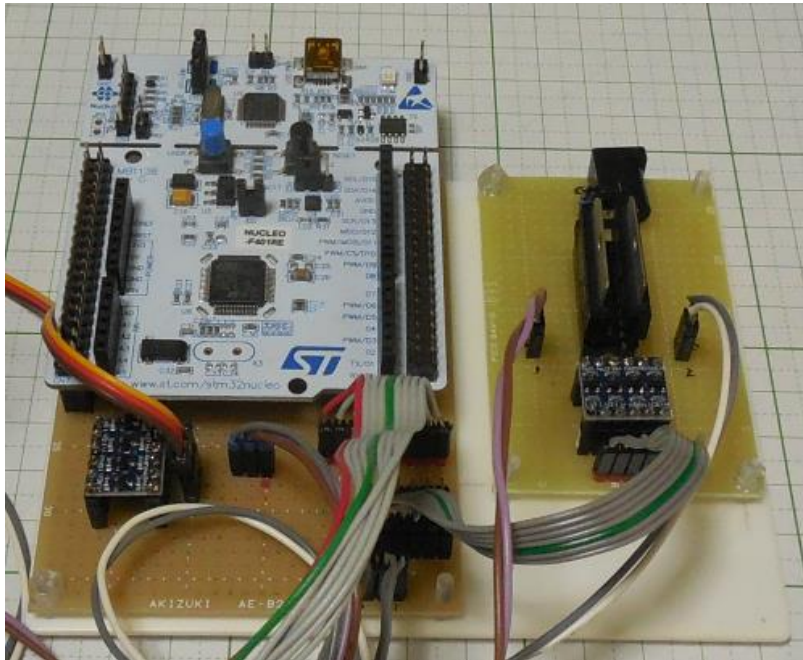


図1 1

3. 動作の流れ

デモ機は電源投入後、図12に示すような流れで動作を行う。

- ①電源投入後、その場でグラフィックス LCD へ起動画面を表示し、疑似チップ（ヘッド）をアップ。
ただし、初期位置は電源切断時の位置で不定。
- ②ホームポジションへ移動。
- ③チップのピックアップ、ドロップオフ位置へ移動し、疑似チップをダウン→アップ。
- ④チップ背面読み取り位置へ移動し、LED を点灯。
グラフィック LCD へチップ裏面画像を表示後、LED を消灯。
- ⑤チップ書き込み位置へ移動し、疑似チップをダウン。
グラフィック LCD へ「Writing」→「OK!」→「Verifying」→「OK!」を表示。
疑似チップをアップ。

以後、③から⑤を繰り返す。

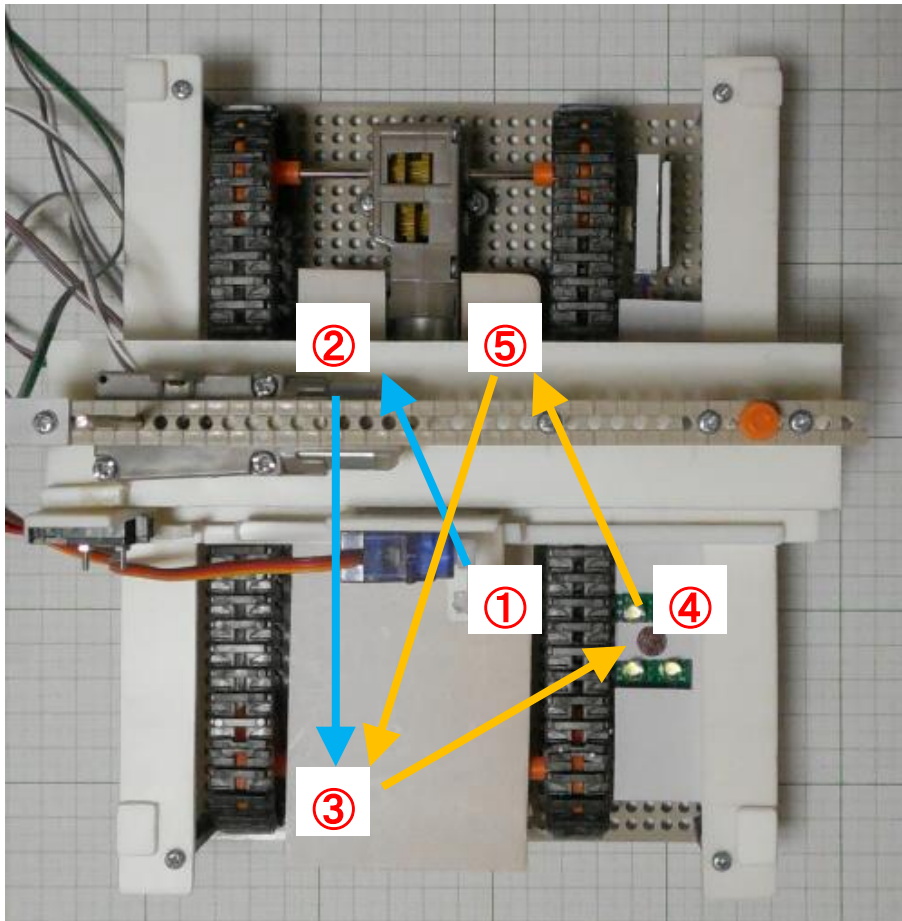


図12

4. 開発環境

Raspberry Pi / Ubuntu 20.04 上に ARM クロスコンパイラのインストールと TOPPERS 成果物を展開してプログラムの作成とビルドを行う。

ビルド環境の構築は以下の URL に記した「ラズパイを使った TOPPERS 用 Cortex-M 開発環境の構築」を参考に行うことができる。

<https://qiita.com/Yukiya_Ishioka/items/e68a6aabf72f0721948d>

以下に開発環境に必要なソフトウェアとそのダウンロード元を記す。

●TOPPERS/ASP カーネル ターゲット非依存部パッケージ

< <https://www.toppers.jp/download.cgi/asp-1.9.3.tar.gz> >

●TOPPERS/ASP カーネル ターゲット依存部

ARM Cortex-M4 アーキテクチャ・GCC 依存部パッケージ

< https://www.toppers.jp/download.cgi/asp_arch_arm_m4_gcc-1.9.6.tar.gz >

STM32F401RE-Nucleo : [stm32f401nucleo_gcc](#)

●コンフィギュレータ Release 1.9.6

< <https://www.toppers.jp/download.cgi/cfg-1.9.6.tar.gz> >

●ビルド用プラットフォーム

Ubuntu 20.04.1 / Raspberry Pi aarch64 用

< <https://ubuntu.com/download/raspberry-pi/thank-you?version=20.04.1&architecture=arm64+raspi> >

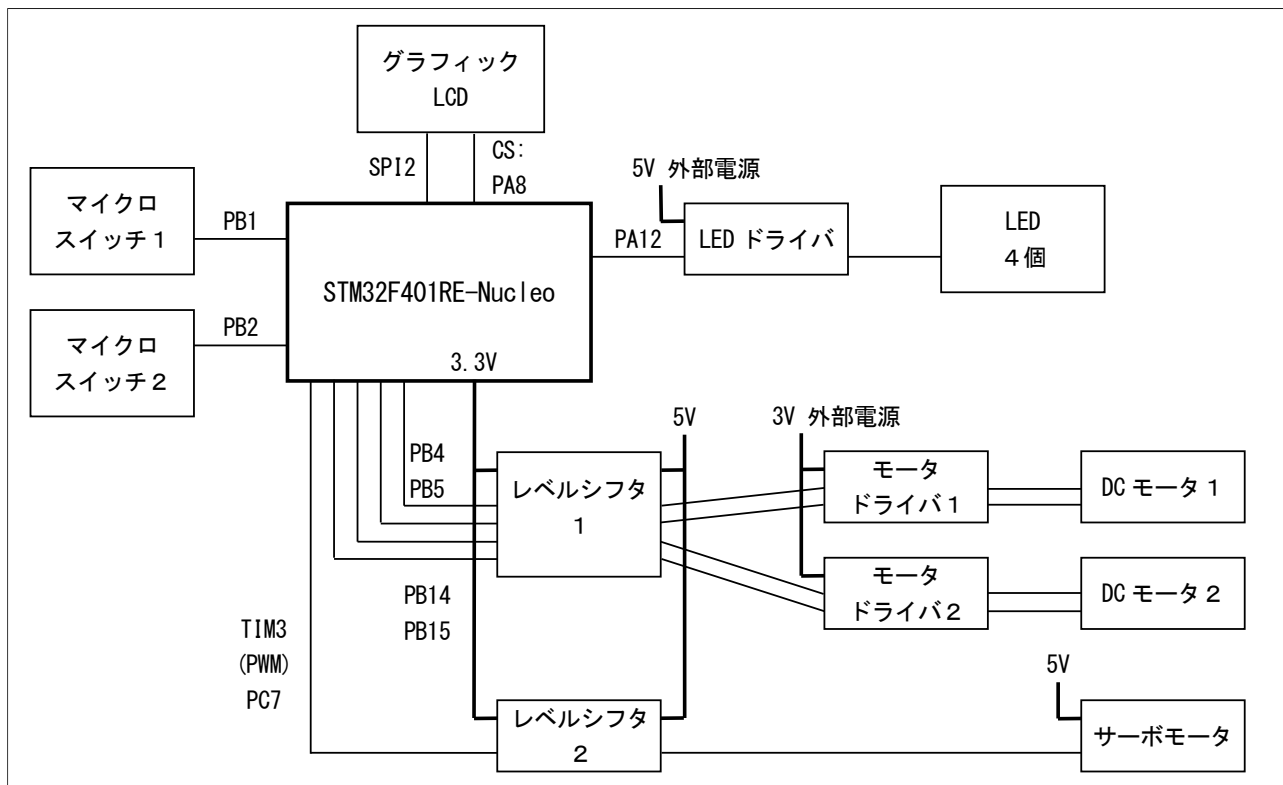
●クロスコンパイラ

GNU Arm Embedded Toolchain: 10-2020-q2-preview June 29, 2020 (Linux AArch64 用)

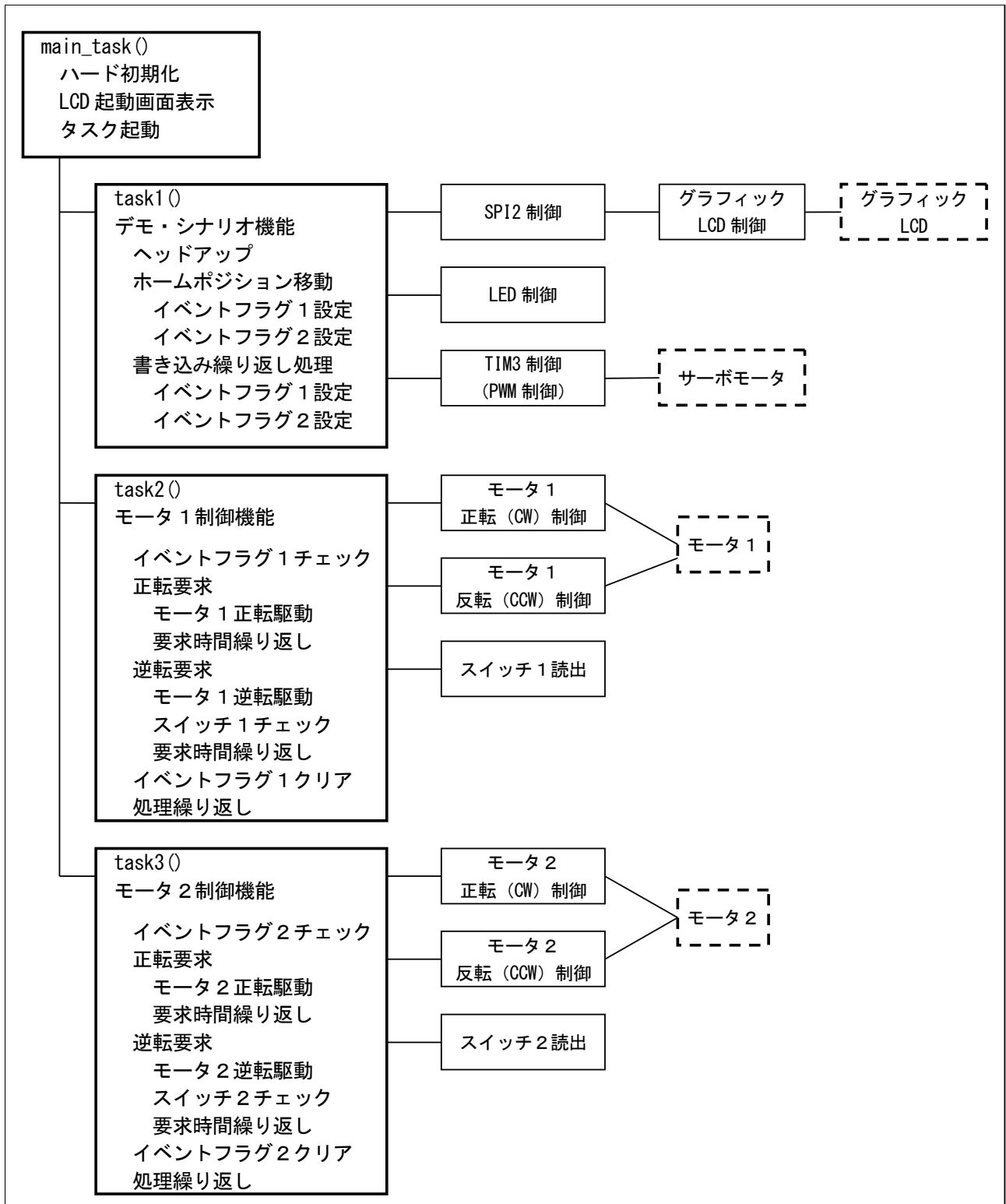
<

<https://developer.arm.com/-/media/Files/downloads/gnu-rm/10-2020q2/gcc-arm-none-eabi-10-2020-q2-preview-aarch64-linux.tar.bz2> >

5. ハードウェア構成



6. ソフトウェア構成



7. 参考情報

(1) 動作動画

今回作成した自動 ROM 書き込み装置デモ機が実際に動作している様子を以下へアップした。

- ・自動 ROM 書き込み装置デモ機

<https://youtu.be/CWu7RO0UEKM>

- ・自動 ROM 書き込み装置デモ機 その2

<https://youtu.be/OMoQiXXVKC8>

(2) マイコンボード

S Tマイクロエレクトロニクス社 STM32F401RE-NUCLEO ボード

<<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-07723/>>

(4) 2.8 インチ液晶モジュール

ILI9341 コントローラを搭載した SPI 接続の 320x240 ドットのカラーグラフィック LCD
検出信号のグラフ表示用

<<http://www.aitendo.com/product/16038>>

(5) タンク工作基本キット

タミヤ 楽しい工作シリーズ タンク工作基本キット

<<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09102/>>