

BLE リモート・BLE 端末設定仕様

2021 年 06 月 14 日 TOPPERS プロジェクト教育 WG

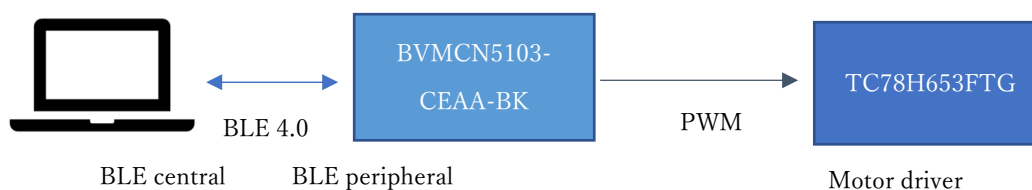
バージョン	発行日付	改定内容
1.0.0	2021/05/10	初版
1.0.1	2021/06/14	誤記を修正。

1. 概要

本仕様書は、「BLE_REMOTE」の BLE デバイスのソフトウェア仕様とセントラルとの通信とデバイス制御に記載する。

・ハードウェア仕様

BLE 部及びモータ制御部：BVMCN5103-CEAA-BK (内部コアは Nordic nRF51822)



・ソフトウェア開発環境

各ソフトウェア開発環境は以下の通り。

(1) STM32WB55 USB dongle

1. 開発マシン：Windows10 cygwin/msys2
2. SDK：TOPPERS BASE PLATFORM(ST) V1.4.2
3. 開発環境：GCC Tools ARM Embedded 5.4 2016q3/Bush 環境 msys2
4. 書込みツール：STM32CubeProgrammer

(2) Nordic nRF51822

1. 開発マシン：Windows10
2. SDK：nRF51SDK1000dc26b5e
 - ① Example は ble_peripheral/ble_app_uart を使用する
3. ソフトウェアデバイス：s110_nrf51_8.0.0
4. 開発環境：GCC Tools ARM Embedded 5.4 2016q3/Bush 環境 msys2
または、Keil nRF51822_xxAA/device family package 8.2.0
5. 開発環境：Keil nRF51822_xxAA/device fa
6. 書込みツール：nRFgo studio または nRF Connect

・ビルド手順

各ソフトウェアのビルド手順は以下の通り。

(1) STM32WB55 USB dongle

1. TOPPERS プロジェクトサイトより以下の gz ファイルをダウンロード
(ア) asp-1.9.3.tar.gz

(イ) asp_arch_arm_m4_gcc-1.9.7.tar.gz

(ウ) asp_baseplatformv1.4.2_mmdd21.tar.gz

2. cygwin または msys2 の環境で解凍しビルド環境を構築する
3. asp/OBJ/STM32WB55NUCLEO_GCC/BLE_REMOTE に移動する
4. make DBGENV=ROM BOARDNO=1 SIO_PORTID=2 でビルドし、asp.srec を作成する
5. STMCubeProgrammer で asp.srec を USB dongle に書き込む

(2) Nordic nRF51822

1. Nordic 社の Web より、nRF5-SDK version 10.0.0 をダウンロードし msys2 の作業領域に nRF51SDK1000dc26b5e を解凍してコピーする
2. nRF51SDK1000dc26b5e/examples/ble_peripheral にソース・ディレクトリ ble_app_ratcom をコピーする
3. msys2 より、ble_app_remote/pca10028/s110/armgcc に移動して、make コマンドにてビルドする
4. armgcc/_build/nrf51422_xxac_s110.hex が作成されるので、これを nRFgo Studio を使って nRF51822 に書き込む

2. BLE 通信仕様

・ BLE デバイスの設定と通信方法

NUS(Nordic Uart System)アプリ形式で通信する。

通信データはキャラクタタイプの ASCII データとし、パケット単位の通信を行う。但し、UART 通信の場合はデータのターミネータとして CR を付加する。

送受信キャラクタの UUID の設定は以下の通り。

1	CUSTOM SERVICE UUID:6E400001-B5A3-F393--E0A9-E50E24DCCA9E
2	CUSTOM CHARACTERISTIC 送信：(W) UUID:6E400002-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E
3	CUSTOM CHARACTERISTIC 受信：(N) UUID:6E400003-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E
4	discriptors Client Characteristic Configuration(R)-- notify UUID:0x2902

・ アドバタイジング手順

アドバタイジング手順は以下の通り

ADVERTISING FAST MODE

ADVERTISING INTERVAL 0.625msec

ADVERTISING TIMEOUT 180sec

アドバタイジングでタイムアウトした場合、システムはスリープモードに移行する。再度、アドバタイジングしたい場合は電池の抜き差しによる再起動が必要である。

・ ペイロードサイズ

BLE4.0 では MTU サイズが 23 バイトであるため、ペイロードサイズは 20 バイトとなる。BLE 通信はパケット通信を基本とするため、最大送受信サイズを 20 バイトとする。

・ 通信手順

BLE デバイスとの通信データは以下のパケットとなる。接続後は、以下の通信のやり取りが可能となる。

- 1) 2 バイトの通信ヘッダ
- 2) セパレータ：スペースコードまたは':'

3) 通信データ:通信データ、通信データは','によってセパレートされ複数のパラメータを設定することが可能。

4) ターミネータ:LFコード、または、CRコード (BLE 通信では不要)

通信データがない場合は、2)、3) は省略可能。

BLEでの通信ではパケット通信となるため、1) から4) までを1パケットで送信すること、この場合、4) は不要となる。

以下の通信データを示す。

1) 送信コマンド

ヘッダ	通信データ	内容
GI	なし	インフォメーション・レスポンス (RI)を要求する
GS	なし	システム・レスポンス(RS)を要求する
GD	なし	デバイス名(RD)を要求する
GV	なし	バージョン番号(RV)を要求する
GM	なし	現在のモータ DUTY レスポンスを返す
SI	[t_mselect],[t_m_pulse][2], [t_m_bias][2]	モータ設定と TC78H653FTG の各ピンの設定を行う
SD	[device name]	デバイス名を設定する
SM	[m1_duty],[m2_duty]	モータの DUTY を設定する
SU	[interval_time],[w_time]	超音波センサーへのセンス要求

device name: BLE Remote のデバイス名、30 文字以内(BLE 通信では 16 文字以内)

t_mselect: 0 の場合、OUT1,2 を第 1 モータ、OUT3,4 を第二モータとする。1 の場合、OUT3,4 を第 1 モータ、OUT1,2 を第 2 モータとする

t_m_pulse: 第 n モータの極性を設定

t_m_bias: 第 n モータのバイアス値を設定

m1_duty: 第 1 モータの DUTY を%値で設定 (-100~100)、または、S

m2_duty: 第 2 モータの DUTY を%値で設定 (-100~100)、または、S

interval_time: 超音波センサーのインターバル時間(ms)

w_time: 超音波センサーの受信時間を待つ時間(ms)

2) 受信レスポンス

ヘッダ	パラメータ	内容
RI	[t_mselect],[t_m_pulse[0]], [t_m_pulse[1]],[t_m_bias[0]], [t_m_bias[1]]	現在のモータ設定と TC78H653FTG の各ピンの設定値を返す
RS	[system time],[battery value],[c error]	システム設定データを返す
RD	[device name]	デバイス名を返す
RM	[m_duty[0]],[m_duty[1]]	モータ DUTY を返す
RU	[start_result],[distance]	超音波センサーの測定距離を返す
RV	[version]	バージョン番号を返す

battery value: バッテリー電圧値 $V \times 100$

c error: コントローラエラー

0:エラーなし、1:eeprom エラー、2:TWI エラー、3:Timer エラー、4:PWM エラー、
8:システムエラー

Start_result:超音波センサー実行結果

1:正常実行、0:実行エラー

distance:対象との距離(mm)、0 は測定できなかった

・データの保存

BLE デバイスで以下のデータ設定は EEPROM が接続されている場合は、2bytes のマジックコードを加えて、EEPROM の先頭から 64bytes の領域に保存する。64bytes を超える EEPROM の領域はユーザー用領域であり、ユーザーが自由に使用できる。起動時、マジックコードが設定されていない場合、この領域にデフォルト設定を保存する。EEPROM が接続されていない場合、c_error の正常値は 1 となる。

保存データ	サイズ	備考
device name	32bytes	デフォルトは「Rat_Communicator00」
t_m_select	1bytes	デフォルトは 100
dummy	1bytes	リザーブ領域
t_m_pulse	1bytes×2	
t_m_bias	2bytes×2	デフォルトは 10000(1.0)
t_m_time	2bytes	モータ位相反転時の待ち時間(ms) デフォルトは 600ms
u_s_time	2bytes	超音波センサー(mi-02)最小受信待ち時間 (ms)、デフォルトは 100ms

u_s_interval	2bytes	超音波センサーの実行インターバル時間 (ms)、最小時間は 1.5 秒
u_s_report_des	2bytes	超音波センサーのレスポンスを発行する最小の移動値(mm)、デフォルトは 20mm

・デバッグ機能

BLE デバイスに USB シリアル変換器を接続した場合、コマンドによるデバイス設定が可能となる。

接続仕様：

1. ボーレート： 115200bps
2. データ： 8bit
3. パリティ： なし
4. ストップビット： 1bit
5. フロー制御： なし

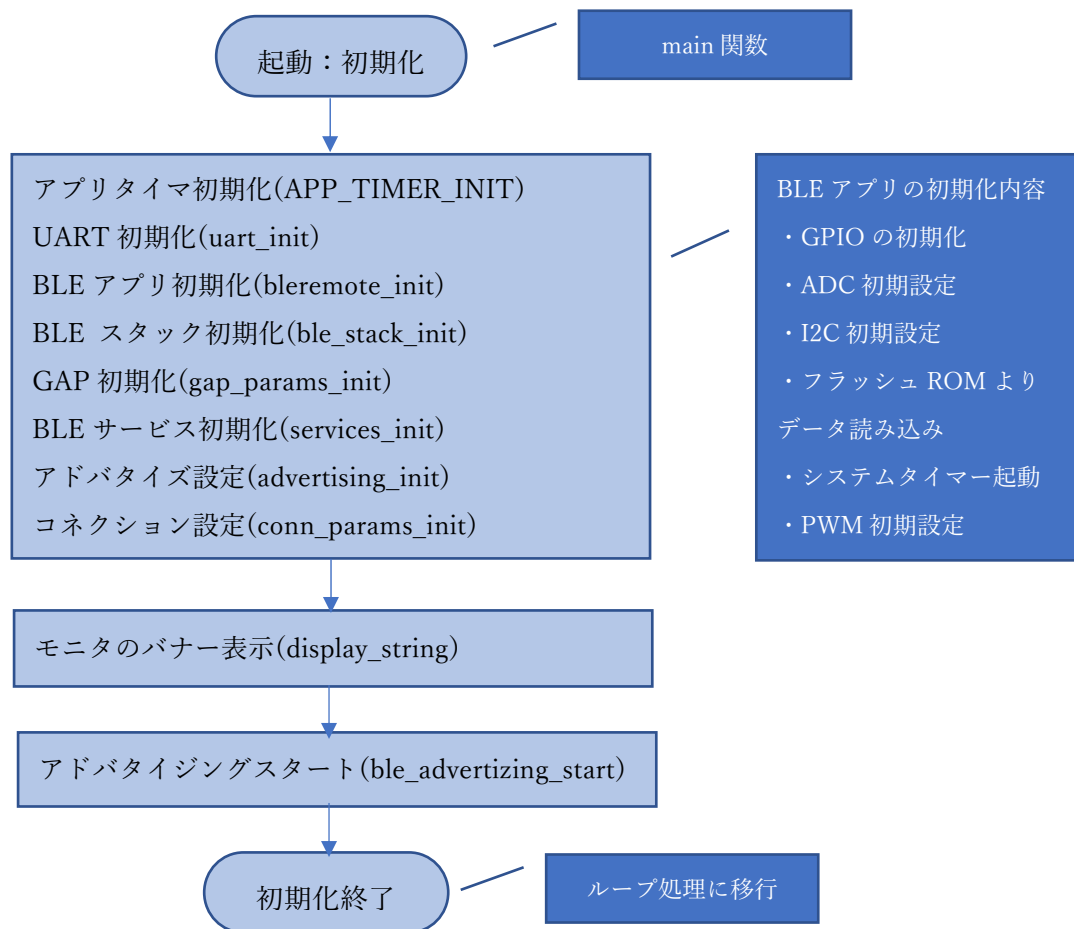
USB シリアルを接続した場合、以下の機能が有効となる。

1. ログ表示機能
2. 送信コマンド、受信レスポンス
但し、自動送信には対応しない

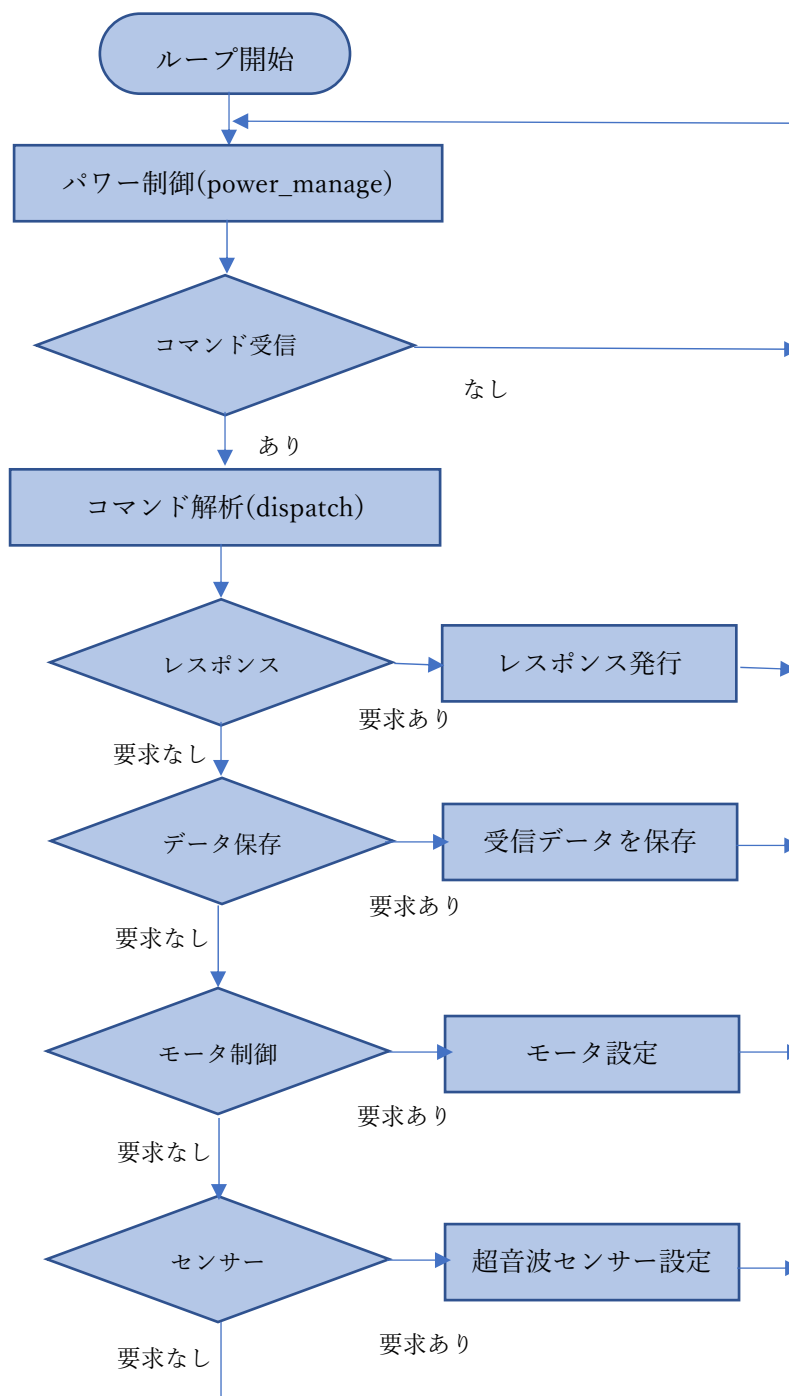
3. BLE デバイス制御

デバッグ LED については、デバッグ指定のコンパイル・スイッチが設定されている場合、アドバタイジング中、または、接続中は LED を点滅する。アドバタイジングタイムアウト等で BLE デバイスが停止状態になった場合は LED を消灯する。この場合、再起動を行いたい場合は電池の抜き差しによるリセットを行う必要がある。

BLE 部の処理フローを記載する。起動後、初期化を行う。



ループ部の処理は以下の通り。



4. DC モータ制御手順

BLE デバイスでの DC モータ制御手順に関して記載する。

- (1) セントラル（スマフォ等）は BLE デバイスのデバイス名で接続を行う。アドバタイジング中は LED が点滅する。3分で LED は消灯するため、再度アドバタイジングを行う場合は、BLE デバイスの電源を OFF→ON する必要がある。
- (2) セントラルから SI コマンドを使って、設定情報をモータ設定する。内容を確認したい場合は、GI コマンドを使って RI レスポンスを取得して、モータの設定情報を取得できる。EEPROM が接続されている場合、設定情報は保存されるため、起動時再設定を行う必要はない。
- (3) SM:m1,m2 コマンドにてモータドライバへの DUTY を設定しモータを制御する。
- (4) GM コマンドにて、現在設定されているモータの DUTY 設定値を取得できる。
- (5) セントラルからの切断要求、または、BLE デバイスの電源 OFF で通信は切断される。
- (6) セントラルから G1 コマンドを受信した場合、R1 レスポンスによるピーク電流測定値の送信を行う。

5. BLE REMOTO のビルド手順

(1) TOPPERS BASE PLATFORM(ST) V1.4.2 の設定。

基礎2教材の1日目の「TOPPERS/ASP カーネルの導入」の3.ビルドと実行を参照。

(2) STM32Cube STM32_WPAN ミドルウェアの設定

「TOPPERS BASE PLATFORM(ST) V1.4.2」の6.7.1章のSTM32_WPAN ミドルウェアを参照。

(3) アプリケーションのビルド

asp/OBJ/STM32WB55NUCLEO_GCC/BLE_REMOTE に移動し、USB ドングル用にビルドを行う。

```
$ make BOARDNO=1 SIO_PORTID=2(return)
```

ビルドした asp.srec を、STM32CubeProgrammer を使って USB ドングルに書き込む。

BLE バイナリ V1.11.0 : stm32wb5x_BLE_Stack_full_fw.bin も更新すること。

(4) Android 用 BLE REMOTE アプリ

添付の app-release.apk を Android にインストール。

8. 未確定項目

	未確定内容	記載日	解決日	解決内容
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				