1. 11.network

2024/7/18 Table of Contents

1.1. 目的

組込みアプリケーション開発 11.network

1.2. 構成データ

1.2.1. /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Apllication_debug/text/practice ディレクトリ

▼ ･･･/share/ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice/ の構成

```
user@1204PC-Z490M:/mnt/v/VirtualBoxWork/share/ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice$ tr
./
├── 11.network/
│   ├── dccli.c*                <──── クライアントアプリケーション(ATDE8)
│   ├── dccmd.h*                <──── コマンド
│   ├── dcsrv.c*                <──── サーバーアプリケーション(ArmadilloX1)
│   ├── drivers/
│   │   ├── leds/
│   │   └── motor/
│   ├── Makefile*              <──── デバイス制御用Makefile
│   └── netpanel.c*             <──── GUIクライアントアプリケーション(ArmadilloX1)
```

1.3. ネットワークアプリケーション dcsrv.c & dccli.c

1.3.1. 仕様

ネットワーク構成

コマンド一覧

コマンド名	内容
CMD_FAN_GET	換気扇の状態を取得
CMD_FAN_SET	換気扇の状態を変更
CMD_LIGHT_GET	照明の状態を取得
CMD_LIGHT_SET	照明の状態を変更
RSP_OK	コマンド実行に成功
RSP_NG	コマンド実行に失敗
ERR_UNKNOWN_CMD	不正なコマンド
ERR_SYSCALL	システムコールエラー
ERR_OUT_OF_RANGE	パラメータの値が不正

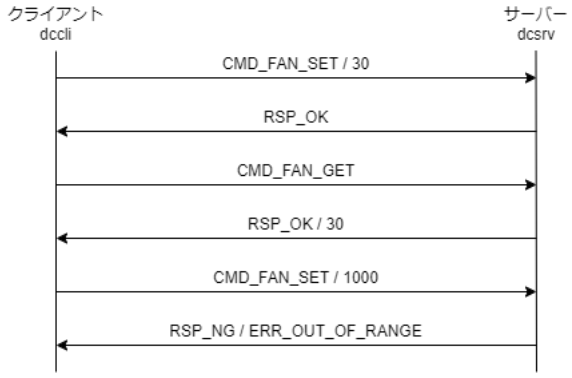
コマンド構造体

▼ 11.network/dccmd.h

```
#ifndef __DSERV_H__
#define __DSERV_H__

#define  RSP_OK                 1
#define  RSP_NG                 2
#define  CMD_FAN_GET            3
#define CMD_FAN_SET             4
#define CMD_LIGHT_GET           5
#define CMD_LIGHT_SET           6

#define  ERR_BASE               -1024
#define  ERR_UNKNOWN_CMD        -1025
#define  ERR_SYSCALL            -1026
#define  ERR_OUT_OF_RANGE       -1027

#define  ISERR(x)               ((x) < ERR_BASE)

struct command_t {
        int command;
        int value;
};

#endif
```

struct command_t	
int command	コマンド(CMD_XXX)、レスポンス(RSP_XXX)
int value	パラメータ、エラーコード

フレーム



1.4. ソケット通信

参考: 通信プロトコル実装設計 のテキストp75～

1.5. 課題1 ネットワークアプリケーション dcsrv

1.5.1. デバイス制御サーバー dcsrv

▼ 11.network/dcsrv.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <signal.h>
#include "dccmd.h"

#define MOTOR_FILE       "/sys/class/motor/motor0/motor_rotation"
#define LED_FILE "/sys/class/leds/led_ext/brightness"
#define  SRVPORT         50000

#define  MAX_ROTATION    100
#define  MIN_ROTATION    -100
#define  MAX_LED         255
#define MIN_LED          0

#define  BUFSIZE         16

int fd_mt;
int fd_led;

// シグナルハンドラの処理(ctrl+cが押された時の処理)。
void sig_handler(int sig)
{
        // モータ制御ファイルをクローズ
        close(fd_mt);
        // LED制御ファイルをクローズ
        close(fd_led);
}

int set_motor(int rotation)
{
        int n, ret;
        char data[BUFSIZE];

        // モータの上下限チェックを行います。
        if (rotation < MIN_ROTATION || rotation > MAX_ROTATION)
                return ERR_OUT_OF_RANGE;

        // モータの状態変化をライトします。
        n = sprintf(data, "%d", rotation);
        ret = write(fd_mt, data, n);
        // 書き込みに失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (ret < 0){
                perror("failed to write motor");
                return ERR_SYSCALL;
        }

        return 0;
}

int set_led(int value)
{
        int n, ret;
        char data[4];

        // モータの上下限チェックを行います。
        if (value < MIN_LED || value > MAX_LED)
                return ERR_OUT_OF_RANGE;
```

```
        // LEDを点灯/消灯させます。
        n = sprintf(data, "%d", value);
        ret = write(fd_led, data, n);
        // ライトに失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (ret < 0){
                perror("failed to write led");
                return ERR_SYSCALL;
        }

        return 0;
}

int main(void)
{
        int ret;
        int sd0, sd;
        struct sockaddr_in addr;
        socklen_t addr_len;
        int led_state = 0;
        int motor_speed = 0;
        struct command_t cmd;
        int tmp;
        struct sigaction act;

        // シグナルハンドラを登録します。
        act.sa_handler = sig_handler;
        memset(&act, 0, sizeof(act));
        ret = sigaction(SIGINT, &act, NULL);

        // 登録が失敗した場合、main関数をエラー終了します。
        if (ret){
                perror("sigaction");
                return 1;
        }

        // モータ制御用ファイルをオープンします。
        fd_mt = open(MOTOR_FILE, O_RDWR);
        // オープンに失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (fd_mt < 0){
                perror("failed to open motor");
                return 1;
        }
        // モータを停止します。
        set_motor(motor_speed);

        // LED制御用ファイルをオープンします。
        fd_led = open(LED_FILE, O_RDWR);
        // オープンに失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (fd_led < 0){
                perror("failed to open led");
                return 1;
        }
        // LEDを消灯します。
        set_led(led_state);

        /*** Question 1 ***/

        // 作成に失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (sd0 == -1){
                perror("socket");
                return 1;
        }

        /*** Question 2 ***/
```

```
        /*** Question 3 ***/

        if (ret == -1){
                perror("bind");
                return 1;
        }

        /*** Question 4 ***/

        if (ret == -1){
                perror("listen");
                return 1;
        }

        for(;;){
                /*** Question 5 ***/

                if (sd == -1){
                        perror("accept");
                        return 1;
                }

                printf("connected from %s:%d\n",
                        inet_ntoa(addr.sin_addr), ntohs(addr.sin_port));

                for(;;){
                        /*** Question 6 ***/

                        if (ret == -1){
                                perror("recv");
                                return 1;
                        }

                        // ネットからホストへ4バイト値を変換します。
                        cmd.command = ntohl(cmd.command);
                        cmd.value = ntohl(cmd.value);

                        if (ret == 0){
                                printf("disconnected\n");
                                break;
                        }

                        printf("command=%d value=%d\n", cmd.command, cmd.value);

                        // 受信したコマンドを解析します。
                        switch (cmd.command){
                        case CMD_FAN_GET:
                                // 換気扇の状態を取得するコマンドのレスポンスをセットします。
                                cmd.value = motor_speed;
                                cmd.command = ISERR(cmd.value) ? RSP_NG : RSP_OK;
                                break;
                        case CMD_FAN_SET:
                                // 換気扇の状態を変更するコマンドのレスポンスをセットします。
                                tmp = cmd.value;
                                cmd.value = set_motor(cmd.value);
                                if (ISERR(cmd.value))
                                        cmd.command = RSP_NG;
                                else {
                                        cmd.command = RSP_OK;
                                        motor_speed = tmp;
                                }
                                break;
                        case CMD_LIGHT_GET:
                                // 照明の状態を取得するコマンドのレスポンスをセットします。
```

```
                                cmd.value = led_state;
                                cmd.command = ISERR(cmd.value) ? RSP_NG : RSP_OK;
                                break;
                        case CMD_LIGHT_SET:
                                // 照明の状態を変更するコマンドのレスポンスをセットします。
                                tmp = cmd.value;
                                cmd.value = set_led(tmp);
                                if (ISERR(cmd.value))
                                        cmd.command = RSP_NG;
                                else {
                                        cmd.command = RSP_OK;
                                        led_state = tmp;
                                }
                                break;
                        default:
                                // 不明なコマンドを受信した際のレスポンスをセットします。
                                cmd.command = RSP_NG;
                                cmd.value = ERR_UNKNOWN_CMD;
                                break;
                        }

                        // ホストからネットへ4バイト値を変換します。
                        cmd.command = htonl(cmd.command);
                        cmd.value = htonl(cmd.value);

                        /*** Question 7 ***/

                        if (ret == -1){
                                perror("send");
                                return 1;
                        }
                }

                // ソケットを閉じます。
                close(sd);
        }

        return 0;
}
```

項目	内容
Q1	socket()
Q2	sockaddr_in構造体にセット
Q3	bind()
Q4	listen()
Q5	accept()
Q6	recv()
Q7	send()

Makefile

▼ 11.network/Makefile

```
CC = arm-linux-gnueabihf-gcc
#TARGET = dcsrv dccli netpanel
TARGET = dcsrv
CFLAGS = -I/work/linux/nfsroot/usr/local/include
CFLAGS_DEBUG =  -gdwarf-2 -O0
LDFLAGS = -L/work/linux/nfsroot/usr/local/lib
LIBS = -lts

all: $(TARGET)

dccli: dccli.c
        gcc -o $@ $^ $(CFLAGS_DEBUG)

dcsrv: dcsrv.c
        $(CC) -o $@ $^ $(CFLAGS) $(CFLAGS_DEBUG)

netpanel: netpanel.c
        $(CC) -o $@ $^ $(CFLAGS) $(CFLAGS_DEBUG) $(LDFLAGS) $(LIBS)

install :
        cp -p $(TARGET) /work/linux/nfsroot/debug/04_practice
        cp -p $(TARGET) /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
        cp -p $(TARGET).c /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
        cp -p ./*.bmp     /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice

clean:
        rm -f $(TARGET)

.PHONY: clean

```

1.5.2. 動作確認

make clean

▼ $ make clean

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make c
rm -f dcsrv
```

make

▼ $ make

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make c
arm-linux-gnueabihf-gcc -o dcsrv dcsrv.c -I/work/linux/nfsroot/usr/local/include -gdwarf-2 -O0
```

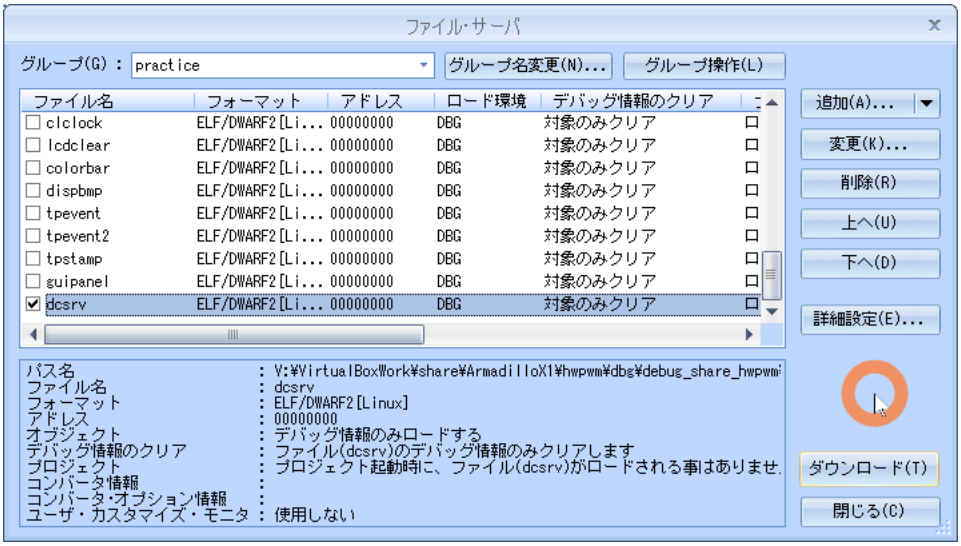
sudo make install

▼ $ sudo make install

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ sudo m
[sudo] atmark のパスワード:
cp -p dcsrv /work/linux/nfsroot/debug/04_practice
cp -p dcsrv /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
cp -p dcsrv.c /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
cp -p ./*.bmp     /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
```

CSIDEでロード

▼ メニュー「ファイル」-「ロード」



insmod（既にinsmod 済みなら割愛）

▼ # insmod network.ko

```
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# insmod leds.ko
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# insmod motor_hwpwm.ko
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# lsmod
Module                  Size  Used by
motor_hwpwm             4415  0
leds                    2103  0
```

1.6. 課題 ネットワークアプリケーション dccli

1.6.1. デバイス制御サーバー接続クライアントアプリケーション dccli

▼

```c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include "dccmd.h"

#define  SRVADDR /*** Question 1 ***/
#define  SRVPORT 50000

void usage(void)
{
        fprintf(stderr, "Usage: dccli -m|-l [value]\n");
        exit(2);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
        int ret;
        int sd;
        struct sockaddr_in addr;
        struct command_t cmd;
        int print_value = 0;
        char *p;

        // 引数チェックをします。
        if (argc < 2 || argc > 3)
                usage();

        if (argv[1][0] != '-')
                usage();

        // 引数の内容からコマンドを生成します。
        switch (argv[1][1]){
        case 'm':
                if (argc > 2){
                        // 換気扇の状態を変更するコマンドをセットします。
                        cmd.command = CMD_FAN_SET;
                        cmd.value = strtol(argv[2], &p, 0);
                        if (*p)
                                usage();
                } else {
                        // 換気扇の状態を取得するコマンドをセットします。
                        cmd.command = CMD_FAN_GET;
                        cmd.value = 0;
                        print_value = 1;
                }
                break;
        case 'l':
                if (argc > 2){
                        // 照明の状態を変更するコマンドをセットします。
                        cmd.command = CMD_LIGHT_SET;
                        cmd.value = strtol(argv[2], &p, 0);
                        if (*p)
                                usage();
                } else {
                        // 照明の状態を取得するコマンドをセットします。
                        cmd.command = CMD_LIGHT_GET;
                        cmd.value = 0;
                        print_value = 1;
                }
                break;
        default:
```

```
                usage();
        }

        /*** Question 2 ***/

        // 作成に失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (sd == -1){
                perror("socket");
                return 1;
        }

        /*** Question 3 ***/

        /*** Question 4 ***/

        // サーバーへの接続に失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (ret == -1){
                perror("connect");
                return 1;
        }

        // ホストからネットへ4バイト値を変換します。
        cmd.command = htonl(cmd.command);
        cmd.value = htonl(cmd.value);

        /*** Question 5 ***/

        if (ret == -1){
                perror("send");
                return 1;
        }

        /*** Question 6 ***/

        if (ret == -1){
                perror("recv");
                return 1;
        }

        // ネットからホストへ4バイト値を変換します。
        cmd.command = ntohl(cmd.command);
        cmd.value = ntohl(cmd.value);

        //  コマンド実行に失敗したら、main関数をエラー終了します。
        if (cmd.command == RSP_NG){
                fprintf(stderr, "command failed (error = %d)\n", cmd.value);
                return 3;
        }

        if (print_value)
                printf("%d\n", cmd.value);

        /*** Question 7 ***/

        return 0;
}
```

項目	内容
Q1	
Q2	socket()
Q3	sockaddr_in構造体にセット

項目	内容
Q4	connect()
Q5	send()
Q6	recv()
Q7	close

1.6.2. 動作確認

make clean

▼ $ make clean

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make c
rm -f dccli
```

make

▼ $ make

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make c
make: 'dccli' は更新済みです.
```

sudo make install

> ⚠ **dccli はatde8 で動作するので make install は不要**

実行

> ⚠ **dccli は ATDE8 で実行**

dccli側

▼ atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ ./dccli -l 255

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ ./dccl
```

dcsrv側

▼ root@armadillo:/debug/04_practice# ./dcsrv

```
root@armadillo:/debug/04_practice# ./dcsrv
connected from 10.22.91.200:58296
command=6 value=255
disconnected
connected from 10.22.91.200:40784
command=6 value=0
disconnected
connected from 10.22.91.200:40796
command=4 value=100
disconnected
connected from 10.22.91.200:58060
command=4 value=0
disconnected
connected from 10.22.91.200:58064
command=4 value=-100
disconnected
connected from 10.22.91.200:38656
command=4 value=0
disconnected
```

実行

▼ root@armadillo:/debug/04_practice# ./dcsrv

```
root@armadillo:/debug/04_practice# ./dcsrv
connected from 10.22.91.200:45282
command=6 value=255
disconnected
connected from 10.22.91.200:45298
command=6 value=0
disconnected
connected from 10.22.91.200:33618
command=4 value=50
disconnected
connected from 10.22.91.200:32858
command=4 value=0
disconnected
connected from 10.22.91.200:32860
command=4 value=-50
disconnected
connected from 10.22.91.200:58706
command=4 value=0
disconnected
connected from 10.22.91.200:58708
command=4 value=-100
disconnected
connected from 10.22.91.200:39522
command=4 value=100
disconnected
connected from 10.22.91.200:39524
command=4 value=0
disconnected
```

実行している様子

▼ dcsrv を実行している動画

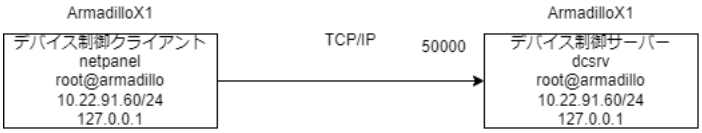
https://youtu.be/IB73dB81qkc

1.7. 課題 GUIネットワークアプリケーション netpanel

1.7.1. 仕様

前課題 10.gui/guipanel.c GUI に dccliの機能を追加
image.bmp のコピーを忘れないこと

この課題では、クライアントもサーバーもArmadilloX1



▼ 11.network/netpanel.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/mman.h>
#include <string.h>
#include <tslib.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <linux/input.h>
#include "dccmd.h"

#define SRVADDR  "127.0.0.1"
#define SRVPORT  50000

#define  SCREENWIDTH                    800
#define  SCREENHEIGHT           480
#define  BYTES_PER_PIXCEL       4
#define  SCREENSIZE                     (SCREENWIDTH * SCREENHEIGHT * BYTES_PER_PIXCEL)
#define  RGB888(r, g, b)        (((r) & 0xff) << 16 | \
                                                        ((g) & 0xff) <<  8 | \
                                                        ((b) & 0xff))

// フレームバッファデバイスファイル
#define  FBDEV_FILE             "/dev/fb0"
// タッチスクリーンイベントファイル
#define  TSDEV_FILE             "/dev/input/event1"
// モータ制御ファイル
#define  MOTOR_FILE             "/sys/class/motor/motor0/motor_rotation"
// LED制御用ファイル
#define  LED_FILE               "/sys/class/leds/led_ext/brightness"

// 画像ファイル
#define  IMAGE_FILE             "image.bmp"

// 各種ボタンに対応した識別子設定
enum {
        IMAGE_LIGHT1_OFF = 0, IMAGE_LIGHT1_ON,
        IMAGE_LIGHT2_OFF, IMAGE_LIGHT2_ON,
        IMAGE_LIGHT3_OFF, IMAGE_LIGHT3_ON,
        IMAGE_LIGHT4_OFF, IMAGE_LIGHT4_ON,
        IMAGE_LIGHT5_OFF, IMAGE_LIGHT5_ON,
        IMAGE_LIGHT6_OFF, IMAGE_LIGHT6_ON,
        IMAGE_LIGHT7_OFF, IMAGE_LIGHT7_ON,
        IMAGE_LIGHT8_OFF, IMAGE_LIGHT8_ON,
        IMAGE_FAN_OFF, IMAGE_FAN_ON,
        IMAGE_ARROW_L, IMAGE_ARROW_R,
        IMAGE_0, IMAGE_1, IMAGE_2, IMAGE_3, IMAGE_4,
        IMAGE_5, IMAGE_6, IMAGE_7, IMAGE_8, IMAGE_9,
        IMAGE_WHITE,
        NIMAGES
};

enum {
        BTN_LIGHT1 = 0,
        BTN_LIGHT2,
        BTN_LIGHT3,
        BTN_LIGHT4,
        BTN_LIGHT5,
        BTN_LIGHT6,
        BTN_LIGHT7,
        BTN_LIGHT8,
        BTN_FAN,
```

```
        BTN_ARROW_L,
        BTN_ARROW_R,
        NBTNS
};

#define  BTN_OFF         0
#define  BTN_ON          1

struct imageinfo_t {
        int x, y;                               // 画像ファイルの位置
        int w, h;                               // 画像ファイルの幅と高さ
        unsigned long *data;    // カラーデータ（RGB888）
} image[NIMAGES] = {
        { 160,   0, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT1_OFF */
        {   0,   0, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT1_ON */
        { 480,   0, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT2_OFF */
        { 320,   0, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT2_ON */
        {   0, 160, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT3_OFF */
        { 160, 160, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT3_ON */
        { 320, 160, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT4_OFF */
        { 480, 160, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT4_ON */
        { 160, 320, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT5_OFF */
        {   0, 320, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT5_ON */
        { 480, 320, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT6_OFF */
        { 320, 320, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT6_ON */
        {   0, 480, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT7_OFF */
        { 160, 480, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT7_ON */
        { 320, 480, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT8_OFF */
        { 480, 480, 160, 160 }, /* IMAGE_LIGHT8_ON */
        {   0, 640, 160, 160 }, /* IMAGE_FAN_OFF */
        { 160, 640, 160, 160 }, /* IMAGE_FAN_ON */
        { 320, 640, 120, 160 }, /* IMAGE_ARROW_L */
        { 440, 640, 120, 160 }, /* IMAGE_ARROW_R */
        {   0, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_0 */
        {  80, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_1 */
        { 160, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_2 */
        { 240, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_3 */
        { 320, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_4 */
        { 400, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_5 */
        { 480, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_6 */
        { 560, 800,  80, 160 }, /* IMAGE_7 */
        {   0, 960,  80, 160 }, /* IMAGE_8 */
        {  80, 960,  80, 160 }, /* IMAGE_9 */
        { 160, 960,  80, 160 }, /* IMAGE_WHITE */
};

struct btninfo_t {
        int x, y;               // LCDスクリーンの表示位置
        int w, h;               // LCDスクリーンに表示する幅と高さ
        int off, on;    // 各ボタンのOFF/ON画像
} btn[NBTNS] = {
        {  80, 160, 160, 160, IMAGE_LIGHT1_OFF, IMAGE_LIGHT1_ON },      /* BTN_LIGHT1 */
        { 240, 160, 160, 160, IMAGE_LIGHT2_OFF, IMAGE_LIGHT2_ON },      /* BTN_LIGHT2 */
        { 400, 160, 160, 160, IMAGE_LIGHT3_OFF, IMAGE_LIGHT3_ON },      /* BTN_LIGHT3 */
        { 560, 160, 160, 160, IMAGE_LIGHT4_OFF, IMAGE_LIGHT4_ON },      /* BTN_LIGHT4 */
        {  80, 320, 160, 160, IMAGE_LIGHT5_OFF, IMAGE_LIGHT5_ON },      /* BTN_LIGHT5 */
        { 240, 320, 160, 160, IMAGE_LIGHT6_OFF, IMAGE_LIGHT6_ON },      /* BTN_LIGHT6 */
        { 400, 320, 160, 160, IMAGE_LIGHT7_OFF, IMAGE_LIGHT7_ON },      /* BTN_LIGHT7 */
        { 560, 320, 160, 160, IMAGE_LIGHT8_OFF, IMAGE_LIGHT8_ON },      /* BTN_LIGHT8 */
        { 560,   0, 160, 160, IMAGE_FAN_OFF   , IMAGE_FAN_ON    },      /* BTN_FAN */
        {  80,   0, 120, 160, IMAGE_ARROW_L   , IMAGE_ARROW_L   },      /* BTN_ARROW_L */
        { 440,   0, 120, 160, IMAGE_ARROW_R   , IMAGE_ARROW_R   },      /* BTN_ARROW_R */
};

typedef struct tagBITMAPFILEHEADER{                     // ビットマップファイルヘッダ
```

```
        unsigned short  bfType;                         // 識別子0x4d42('B','M')
        unsigned long   bfSize;                         // ファイルサイズ
        unsigned short  bfReserved1;                    // 使わない
        unsigned short  bfReserved2;                    // 使わない
        unsigned long   bfOffBits;                      // ファイル内の画像データ開始位置
} __attribute__((packed)) BITMAPFILEHEADER;

typedef struct tagBITMAPINFOHEADER{                     // ビットマップ情報ヘッダ
        unsigned long   biSize;                         // 情報ヘッダサイズ
        long            biWidth;                                // 画像の幅
        long            biHeight;                               // 画像の高さ
        unsigned short  biPlanes;                       // プレーン数（1に固定）
        unsigned short  biBitCount;                     // 1ピクセルあたりのビット数
        unsigned long   biCompression;                  // 圧縮タイプ
        unsigned long   biSizeImage;                    // 画像データサイズ
        long            biXPixPerMeter;                 // 横1mあたりのピクセル数
        long            biYPixPerMeter;                 // 縦1mあたりのピクセル数
        unsigned long   biClrUsed;                      // パレット数
        unsigned long   biClrImporant;                  // 重要パレット数
} __attribute__((packed)) BITMAPINFOHEADER;

struct bmpheader_t {
        BITMAPFILEHEADER fh;
        BITMAPINFOHEADER ih;
};

#define  MOTOR_OFF       0
#define  MOTOR_ON        1

unsigned long *pfb;

// ビットマップ形式の画像ファイルを読み込み、
// カラーデータを取得する関数
int load_bmp(void)
{
        int fd;
        unsigned char *bmpdata, *bmp_offset;
        int datasize;
        int x, y;
        struct bmpheader_t bmp;
        unsigned char r, g, b;
        int padding;
        int i, c;

        // 画像ファイルをオープンします。
        // オープンに失敗した場合はエラーで終了します。
        if ((fd = open(IMAGE_FILE, O_RDONLY)) < 0) {
                perror("open(file)");
                return 1;
        }

        // 画像ファイルを読み込みます。
        // 読み込みに失敗した場合はエラーで終了します。
        if (read(fd, &bmp, sizeof(bmp)) != sizeof(bmp)){
                perror("read(file)");
                return 2;
        }

        // 取得した画像データより、
        // 識別子、1ピクセルあたりのビット数、圧縮タイプ、画像の高さをチェックします。
        if (bmp.fh.bfType != 0x4d42 || bmp.ih.biBitCount != 24
                || bmp.ih.biCompression != 0 || bmp.ih.biHeight < 0){
                fprintf(stderr, "unsupported bitmap format\n");
                return 2;
        }
```

```
        // 画像データから、ビットマップファイルのヘッダ情報のデータサイズを引いた値を
        // データサイズとして、メモリ領域を確保します。
        datasize = bmp.fh.bfSize - sizeof(bmp);
        // 必要なメモリ領域を確保できない場合はエラーで終了します。
        if (!(bmpdata = malloc(datasize))){
                perror("malloc");
                return 1;
        }

        // 確保したメモリ領域に画像データを読み込みます。
        // 読み込みに失敗した場合はエラーで終了します。
        if (read(fd, bmpdata, datasize) != datasize){
                perror("read(file)");
                free(bmpdata);
                return 1;
        }

        // 画像ファイルをクローズします。
        close(fd);

        // 1ラインのデータサイズが4の倍数にならない場合のパディングを設定します。
        padding = (bmp.ih.biWidth * 3) % 4;
        // カラーデータを設定します。
        // 画像データを元に、カラーデータを構造体imageに設定します。
        for (i = 0; i < NIMAGES; i++){
                // データの取得に必要な領域を確保します。
                image[i].data = malloc(image[i].w * image[i].h * BYTES_PER_PIXCEL);
                // 必要なメモリ領域を確保できない場合はエラーで終了します。
                if (!image[i].data){
                        perror("malloc");
                        for (; i; --i)
                                free(image[i - 1].data);
                        free(bmpdata);
                        return 1;
                }
                c = 0;
                // カラーデータをセットします。
                for (y = 0; y < image[i].h; y++){
                        // 対応するボタンのデータ開始位置を取得します。
                        bmp_offset = &bmpdata[(bmp.ih.biHeight - image[i].y - y - 1) * (bmp.ih.biWidth * 3 + pado
                        for (x = 0; x < image[i].w; x++){
                                // 1pixelから、R,G,B各色のカラーデータを取得します。
                                b = *bmp_offset++;
                                g = *bmp_offset++;
                                r = *bmp_offset++;
                                // カラーデータを格納します。
                                image[i].data[c++] = RGB888(r, g, b);
                        }
                }
        }
        // 画像データを取得するために確保した領域を開放します。
        free(bmpdata);

        return 0;
}

// LCDに画像を表示する関数
void draw_image(int index, int x0, int y0)
{
        int x, y;
        unsigned long *p = image[index].data;

        // 開始位置から画像を表示します。
        // 最も上のラインから順番に、画像データを格納します。
```

```
        for (y = 0; y < image[index].h; y++){
                for (x = 0; x < image[index].w; x++){
                        // LCDにカラーデータを表示します。
                        pfb[(y0 + y) * SCREENWIDTH + (x0 + x)] = *p++;
                }
        }
}

// ボタンを表示する関数
void update_button(int index, int on)
{
        // 第2引数がONならONボタン、OFFならOFFボタンを表示します。
        if (on)
                // ONボタンを表示します。
                draw_image(btn[index].on, btn[index].x, btn[index].y);
        else
                // OFFボタンを表示します。
                draw_image(btn[index].off, btn[index].x, btn[index].y);
}

// モータ速度表示用の数字を表示する関数
void update_number(int num)
{
        int d100, d10, d1;

        // 100の位を算出します。
        d100 = num / 100;
        // 10の位を算出します。
        d10 = (num - d100 * 100) / 10;
        // 1の位を算出します。
        d1 = num - d100 * 100 - d10 * 10;

        // 1の位を表示します。
        draw_image(d1 + IMAGE_0, 360, 0);
        // 9より大きい数字なら10の位を表示します。
        if (num > 9)
                draw_image(d10 + IMAGE_0, 280, 0);
        else
                draw_image(IMAGE_WHITE, 280, 0);
        // 99より大きい数字なら100の位を表示します。
        if (num > 99)
                draw_image(d100 + IMAGE_0, 200, 0);
        else
                draw_image(IMAGE_WHITE, 200, 0);
}

// 座標に対応するボタン識別子を返す関数
int xy2button(int x, int y)
{
        int i;

        // 対応するボタン識別子を判定し、該当するものがある場合は
        // 識別子を戻り値として返します。
        for (i = 0; i < NBTNS; i++){
                // タッチされた位置に対応するボタンを判定します。
                if (x >= btn[i].x && x < btn[i].x + btn[i].w &&
                        y >= btn[i].y && y < btn[i].y + btn[i].h)
                        return i;
        }

        return -1;
}

// コマンドを送受信する関数
struct command_t *send_cmd(int sd, int command, int value)
```

```
{
        static struct command_t cmd;
        int ret;

        // ホストからネットへ4バイト値を変換します。


        // コマンドを送信します。


        // ソケットからレスポンスを受信します。


        // ネットからホストへ4バイト値を変換します。


        //  コマンド実行に失敗したら、main関数をエラー終了します。


        return &cmd;
}


int main(void) {
        int fd;
        int i;
        int ret;
        struct tsdev *ts;
        struct ts_sample samp;
        int enable = 1;
        int led_state = 0;
        int motor_state = MOTOR_OFF;
        int motor_speed = 50;
        int tmp;
        int sd;
        struct sockaddr_in addr;
        struct command_t *resp;

        // フレームバッファをオープンします。
        // オープンに失敗した場合はエラーで終了します。
        if ((fd = open(FBDEV_FILE, O_RDWR)) < 0) {
                perror("open(fb)");
                return 1;
        }

        // mmapによりバッファの先頭アドレスを取得します。
        pfb = mmap(0, SCREENSIZE, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0);
        // 取得に失敗した場合はエラーで終了します。
        if (pfb == MAP_FAILED){
                perror("mmap");
                return 1;
        }

        // LCDの画面表示を全て消去するために、
        // 取得したアドレスから確保領域を0で初期化します。
        for (i = 0; i < SCREENSIZE / BYTES_PER_PIXCEL; i++)
                pfb[i] = 0;

        // タッチスクリーンイベントファイルをオープンします。
        ts = ts_open(TSDEV_FILE, 0);
        // オープンに失敗した場合はエラーで終了します。
        if (!ts){
                perror("ts_open");
                return 1;
        }
```

```
// コンフィグファイルを読み込み、フィルタモジュールをロードします。
ret = ts_config(ts);
// ロードに失敗した場合はエラーで終了します。
if (ret){
        perror("ts_config");
        return 1;
}

// 画像データを読み込み、カラーデータを取得します。
ret = load_bmp();
if (ret > 0)
        return ret;

// ソケットを作成します。

// 作成に失敗したら、main関数をエラー終了します。


// アドレスファミリー、IPアドレス、ポート番号をセットします。

        return 1;
}

// サーバーに接続します。

// サーバーへの接続に失敗したら、main関数をエラー終了します。


// 換気扇の状態を取得するコマンドを送信します。


// 照明の状態を取得するコマンドを送信します。


// LCDに各種ボタンを表示します。
for (i = 0; i < 8; i++)
        update_button(BTN_LIGHT1 + i, led_state & (1 << i) ? BTN_ON : BTN_OFF);
update_button(BTN_ARROW_L, BTN_OFF);
update_button(BTN_ARROW_R, BTN_OFF);
update_button(BTN_FAN, motor_state ? BTN_ON : BTN_OFF);
// LCDにモータ速度を表示します。
update_number(motor_speed);

// タッチスクリーンイベントを受け付ける間ループします。
for(;;){
        // タッチスクリーンイベントから、圧力・x座標・y座標を読み込みます。
        ret = ts_read(ts, &samp, 1);
        // 読み込みに失敗した場合はエラーで終了します。
        if (ret < 0){
                perror("ts_read");
                return 1;
        }


        // タッチイベントが1個以外の場合は無視します。
        if (ret != 1)
                continue;

        // 圧力がなくなったら、次に圧力がかかった初回のみ処理を実行するように、
        // enable に 1を設定します。
        if (samp.pressure == 0){
                enable = 1;
                continue;
        }
```

```
// タッチされたボタンに該当する処理を実行します。
if (enable){
        // タッチされた座標を調べ、識別子を取得します。
        ret =  xy2button(samp.x, samp.y);
        // 識別子によって処理を変えます。
        switch(ret){
        // 照明1～8ボタンの処理
        case BTN_LIGHT1 ... BTN_LIGHT8:
                // 対象のLEDを点灯させるために、立てるビットを算出します。
                tmp = ret - BTN_LIGHT1;
                // 対象のLEDが点灯か消灯かを判定します。
                if (led_state & (1 << tmp)){
                        // 点灯していた場合はOFFボタンを表示します。
                        update_button(ret, BTN_OFF);
                        // タッチされたボタンに対応するLEDの対象ビットを落とします。
                        led_state &= ~(1 << tmp);
                        // 照明の状態を変更するコマンドを送信します。
                        send_cmd(sd, CMD_LIGHT_SET, led_state);
                } else {
                        // 消灯していた場合はONボタンを表示します。
                        update_button(ret, BTN_ON);
                        // タッチされたボタンに対応するLEDの対象ビットを立てます。
                        led_state |= 1 << tmp;
                        // 照明の状態を変更するコマンドを送信します。
                        send_cmd(sd, CMD_LIGHT_SET, led_state);
                }
                break;
        // 換気扇ボタンの処理
        case BTN_FAN:
                // 現在のモータの状態が動作中か停止中かを判定します。
                if (motor_state == MOTOR_OFF){
                        // 停止中であった場合はONボタンを表示します。
                        update_button(BTN_FAN, BTN_ON);
                        // 換気扇の状態を変更するコマンドを送信します。
                        send_cmd(sd, CMD_FAN_SET, motor_speed);
                        // モータの状態を動作中に設定します。
                        motor_state = MOTOR_ON;
                } else {
                        // 動作中であった場合はOFFボタンを表示します。
                        update_button(BTN_FAN, BTN_OFF);
                        // 換気扇の状態を変更するコマンドを送信します。
                        send_cmd(sd, CMD_FAN_SET, 0);
                        // モータの状態を停止中に設定します。
                        motor_state = MOTOR_OFF;
                }
                break;
        // 左矢印ボタンの処理
        case BTN_ARROW_L:
                // モータ速度表示を10減らします。
                tmp = motor_speed - 10;
                // 減らした値が0以上なら、モータ速度表示に反映します。
                if (tmp >= 0)
                        motor_speed = tmp;
                // LCDに表示されているモータ速度表示を更新します。
                update_number(motor_speed);
                // モータが動作中なら、直ちにモータの速度を変更します。
                if (motor_state == MOTOR_ON)
                        // 換気扇の状態を変更するコマンドを送信します。
                        send_cmd(sd, CMD_FAN_SET, motor_speed);
                break;
        // 右矢印ボタンの処理
        case BTN_ARROW_R:
                // モータ速度表示を10増やします。
```

```
                                tmp = motor_speed + 10;
                                // 増やした値が100以下なら、モータ速度表示に反映します。
                                if (tmp <= 100)
                                        motor_speed = tmp;
                                // LCDに表示されているモータ速度表示を更新します。
                                update_number(motor_speed);
                                // モータが動作中なら、直ちにモータの速度を変更します。
                                if (motor_state == MOTOR_ON)
                                        // 換気扇の状態を変更するコマンドを送信します。
                                        send_cmd(sd, CMD_FAN_SET, motor_speed);
                                break;
                        }

                        // 圧力がなくなるまで、同じ処理をしないように
                        // enableに0を設定します。
                        enable = 0;
                }
        }

        // ソケットを閉じます。
        close(sd);
        // タッチスクリーンイベントファイルをクローズします。
        ts_close(ts);
        // フレームバッファのために確保した領域を開放します。
        munmap(pfb, SCREENSIZE);
        // フレームバッファをクローズします。
        close(fd);

        return 0;
}
```

Makefile

▼ 11.network/Makefile

```
CC = arm-linux-gnueabihf-gcc
#TARGET = dcsrv dccli netpanel
TARGET = netpanel
CFLAGS = -I/work/linux/nfsroot/usr/local/include
CFLAGS_DEBUG =  -gdwarf-2 -O0
LDFLAGS = -L/work/linux/nfsroot/usr/local/lib
LIBS = -lts

all: $(TARGET)

dccli: dccli.c
        gcc -o $@ $^ $(CFLAGS_DEBUG)

dcsrv: dcsrv.c
        $(CC) -o $@ $^ $(CFLAGS) $(CFLAGS_DEBUG)

netpanel: netpanel.c
        $(CC) -o $@ $^ $(CFLAGS) $(CFLAGS_DEBUG) $(LDFLAGS) $(LIBS)

install :
        cp -p $(TARGET) /work/linux/nfsroot/debug/04_practice
        cp -p $(TARGET) /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
        cp -p $(TARGET).c /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
        cp -p ./*.bmp     /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice

clean:
        rm -f $(TARGET)

.PHONY: clean
```

1.7.2. 動作確認

make clean

▼ $ make clean

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make c
rm -f netpanel
```

make

▼ $ make

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ make r
arm-linux-gnueabihf-gcc -o netpanel netpanel.c -I/work/linux/nfsroot/usr/local/include -gdwarf-2 -O0 -L/work/linu
```

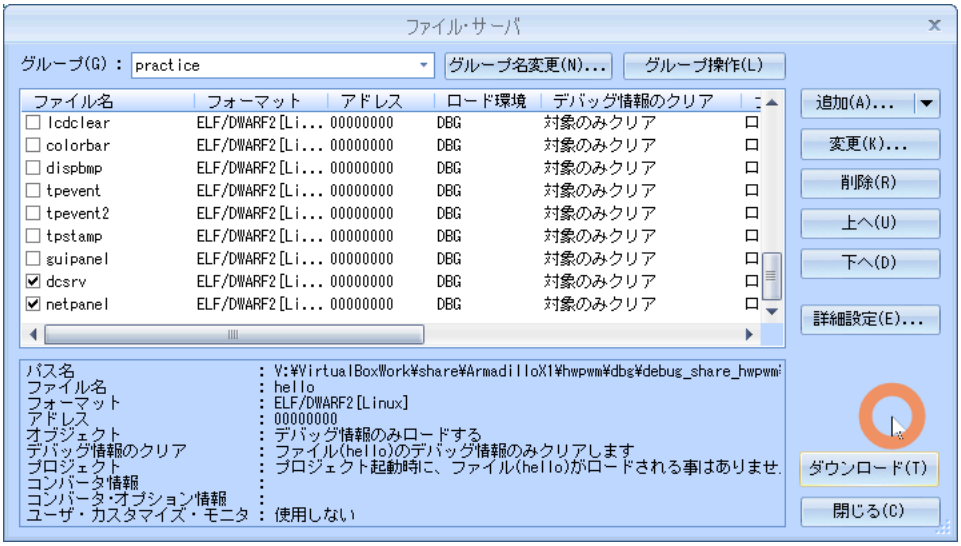
sudo make install

▼ $ sudo make install

```
atmark@atde8:/media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/work/R06_2024/Application_debug/text/practice-example/11.network$ sudo m
[sudo] atmark のパスワード:
cp -p netpanel /work/linux/nfsroot/debug/04_practice
cp -p netpanel /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
cp -p netpanel.c /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
cp -p ./*.bmp     /media/sf_ArmadilloX1/hwpwm/dbg/debug_share_hwpwm/R06_2024/04_practice
```

CSIDEでロード

▼ メニュー「ファイル」-「ロード」



insmod（既にinsmod 済みなら割愛）

▼ # insmod leds.ko & #insmod motor_hwpwm

```
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# insmod leds.ko
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# insmod motor_hwpwm.ko
root@armadillo:/lib/modules/4.9.133-at27/extra# lsmod
Module                  Size  Used by
motor_hwpwm             4415  0
leds                    2103  0
```

タッチパネルのキャリブレーション（既に終えているなら割愛）

キャリブレーションファイルの指定

> ⚠ **ts_calibrate が反映しない場合、rm /etc/pointercal で削除した後、export TSLIB_CALIBFILE=/etc/pointercal で生成しておく**

▼ root@armadillo:~/tslib-1.22# export TSLIB_CALIBFILE=/etc/pointercal

```
root@armadillo:~# export TSLIB_CALIBFILE=/etc/pointercal
```

キャリブレーション

▼ root@armadillo:/usr/lib# TSLIB_TSDEVICE=/dev/input/event1 ts_calibrate

```
root@armadillo:~# TSLIB_TSDEVICE=/dev/input/event1 ts_calibrate
xres = 800, yres = 480
Took 1 samples...
Top left : X =  612 Y =  791
Took 1 samples...
Top right : X = 9597 Y =  927
Took 1 samples...
Bot right : X = 9638 Y = 9159
Took 1 samples...
Bot left : X =  683 Y = 9296
Took 1 samples...
Center : X = 5128 Y = 5052
2.186951 0.078038 -0.000524
10.968384 0.000001 0.045396
Calibration constants: 143324 5114 -34 718824 0 2975 65536
```

キャリブレーション結果の確認

▼ root@armadillo:~/tslib-1.19# cat /etc/pointercal

```
root@armadillo:~# cat /etc/pointercal
5114 -34 143324 0 2975 718824 65536 800 480 0root@armadillo:~# cd /debug/04_practice/
```

実行

▼ root@armadillo:/debug/04_practice# ./netpanel

```
root@armadillo:/debug/04_practice# ./netpanel
connected from 127.0.0.1:34136
command=3 value=0
command=5 value=0
command=6 value=1
command=6 value=3
command=6 value=7
command=6 value=15
command=6 value=31
command=6 value=63
command=6 value=127
command=6 value=255
command=6 value=127
command=6 value=63
command=6 value=31
command=6 value=15
command=6 value=14
command=6 value=12
command=6 value=8
command=6 value=0
command=6 value=4
command=6 value=68
command=6 value=196
command=6 value=204
command=6 value=206
command=6 value=238
command=6 value=254
command=6 value=255
command=6 value=239
command=6 value=207
command=6 value=143
command=6 value=15
command=6 value=7
command=6 value=3
command=6 value=1
command=6 value=0
command=4 value=50
command=4 value=60
command=4 value=70
command=4 value=80
command=4 value=90
command=4 value=100
command=4 value=90
command=4 value=80
command=4 value=70
command=4 value=60
command=4 value=50
command=4 value=40
command=4 value=30
command=4 value=20
command=4 value=10
command=4 value=0
command=4 value=0
command=4 value=0
command=6 value=8
command=6 value=12
command=6 value=76
command=6 value=204
command=6 value=236
command=6 value=238
command=6 value=239
command=6 value=255
command=4 value=10
command=4 value=20
```

```
command=4 value=30
command=4 value=40
command=4 value=50
command=4 value=60
command=4 value=70
command=4 value=80
command=4 value=90
command=4 value=100
command=4 value=100
command=4 value=100
command=4 value=0
```

実行している様子

▼

https://youtu.be/ACyrRbNtBnA