

Tello 飛行実験ソース

美都

2020 年 11 月 21 日

目次

1	Tello 本体 仕様	2
1.1	Tello の制御	2
2	lib.rs	6
3	コントローラー	7
4	エラークラス	12
5	ステータスモジュール	13
5.1	モジュールトップ	13
5.2	データクラス	14
5.3	マネージャクラス	17

1 Tello 本体 仕様

1.1 Tello の制御

制御は、192.168.10.1:8889 に対して、UDP でコントロールコマンドをテキストで送る。
コントロールコマンド列は、次のようになる。

制御コマンド

コントローラーの制御コマンド群。レスポンスは、ok/error。

コマンド	動作
command	SDK 制御 ON
streamon	ビデオストリーム オン
streamoff	ビデオストリーム オフ
emergency	緊急停止
mon	ミッションパッド有効
moff	ミッションパッド無効
mdirection x	ミッションパッドの検知モード設定
	$x=0$ 下方向のみ有効
	$x=1$ 前方のみ有効
	$x=2$ 下・前方の両方が有効
	$x=0,1$ の時、ステータス取得が 20Hz。 $x=2$ の時、ステータス取得が 10Hz。
ap ssid pass	Tello の Wi-Fi を端末モードに切り替える ssid と pass には、AP の ssid とパスワードを指定する。
wifi ssid pass	Tello の ssid と pass を変更する。

離着陸

離着陸を行う。レスポンスは、ok/error。

コマンド	動作
takeoff	離陸する。
land	着陸する。

単純動作コマンド

移動のためのコマンド群。レスポンスは、ok/error。

コマンド	動作
up x	x cm 上昇する。 $20 \leq x \leq 500$ 。
down x	x cm 下降する。 $20 \leq x \leq 500$ 。
forward x	x cm 前進する。 $20 \leq x \leq 500$ 。
back x	x cm 後退する。 $20 \leq x \leq 500$ 。
left x	x cm 左に進む。 $20 \leq x \leq 500$ 。
right x	x cm 右に進む。 $20 \leq x \leq 500$ 。
cw x	x° 時計回りに旋回する。 $1 \leq x \leq 360$
ccw x	x° 半時計回りに旋回する。 $1 \leq x \leq 360$
speed x	移動速度を $x(\text{cm/s})$ に設定する。 $10 \leq x \leq 100$
stop	その場でホバリングする。

複合動作コマンド

移動のためのコマンド群。レスポンスは、ok/error。

全てのコマンドで、 $|x_n|, |y_n|, |z_n|$ は、同時に 20 以下になってはいけない。さらに、各々の値は、

$$0 < x_n, y_n, z_n < 500(\text{cm})$$

$$10 < \text{speed} < 100(\text{cm/s})$$

を満たす。

コマンド	動作
flip x	x で示す方向に宙返りする。 "l" 左 "r" 右 "f" 前方 "b" 後方
go $x \ y \ z \ \text{speed}$	現位置を基準とし、 (x, y, z) へ $\text{speed}(\text{cm/s})$ で移動する。
curve $x_1 \ y_1 \ z_1 \ x_2 \ y_2 \ z_2 \ \text{speed}$	座標 (x_1, y_1, z_1) を経由して、 (x_2, y_2, z_2) へ $\text{speed}(\text{cm/s})$ で移動する。移動経路の半径 r は、 $0.5 < r < 10\text{m}$ とする。条件を満たさない場合、error を返す。

ミッションパッドコマンド

ミッションパッド関係のコマンド群。

コマンド中 mid_n は、ミッションパッド ID を意味する。書式は、"m1-m8" となる。

レスポンスは、ok/error。

全てのコマンドで、 $|x_n|, |y_n|, |z_n|$ は、同時に 20 以下になってはいけない。さらに、各々の値は、

$$0 < x_n, y_n, z_n < 500(cm)$$

$$10 < speed < 100(cm/s)$$

を満たす。

コマンド	動作
$go\ x\ y\ z\ speed\ mid$	mid のパッドを基点として、 $speed(cm/s)$ で、 (x, y, z) の位置に移動する。
$curve\ x_1\ y_1\ z_1\ x_2\ y_2\ z_2\ speed\ mid$	ミッションパッド mid を基点として、座標 (x_1, y_1, z_1) を経由して、 (x_2, y_2, z_2) へ $speed(cm/s)$ で移動する。移動経路の半径 r は、 $0.5 < r < 10m$ とする。条件を満たさない場合、error を返す。
$jump\ x\ y\ z\ speed\ yaw\ mid_1\ mid_2$	ミッションパッド mid_1 より、 mid_2 へ、 (x, y, z) を経由して移動し、 yaw° 旋回する。

プロポコマンド

プロポ操作のコマンド。

各動作方向のチャンネルの操作量を指定する。

コマンド	動作
$rc\ a\ b\ c\ d$	"a" 左右
	"b" 前後
	"c" 上下
	"d" 旋回
$-100 \leq a, b, c, d \leq 100$	

問い合わせコマンド

各種問い合わせコマンド。

レスポンスは、問い合わせの結果。

コマンド	動作	レスポンス
speed?	現在の速度 (cm/s)	10-100
battery?	バッテリーの残量	0-100
time?	今回のフライト時間	秒数
wifi?	Wi-Fi 電波の SNR 比	SNR 値
sdk?	SDK バージョン番号	バージョン (整数 2 桁)
sn?	TELLO のシリアル番号	シリアル (文字列 10 文字)

2 lib.rs

lib.rs

```
1  //! Telloのコントロールライブラリ
2
3  /// Telloの制御
4  pub mod control;
5
6  /// Telloのステータスの取得
7  pub mod status;
8
9  /// Telloライブラリー用エラー
10 pub mod error;
```

3 コントローラー

Tello のコントローロールを司る。

control.rs

```
1 // Telloの制御
2 use crate::error::TelloError;
3 use array_macro::*;
4 use std::net::{ToSocketAddrs, UdpSocket};
5 use std::num::Wrapping;
6 use std::sync::mpsc;
7 use std::thread;
8 use std::time::Duration;
9
10 const TELLO_CMD_IP: &str = "192.168.10.1:8889";
11 const TELLO_CMD_BIND: &str = "0.0.0.0:0";
12 const JOB_RET_SIZE: usize = 16;
13
14 /// Telloのコントローラー
15 #[derive(Debug)]
16 pub struct Controller {
17     cmd_sender: mpsc::Sender<Job>,
18     ret_receiver: mpsc::Receiver<JobRet>,
19     next_job_no: Wrapping<u16>,
20     job_rets: [JobRet; JOB_RET_SIZE],
21     job_rets_cur_idx: usize,
22     timeout_sec: u16,
23 }
24
25 impl Controller {
26     /// コントローラーを立ち上げる。
27     /// # 引数
28     /// - tello_ip : Telloのipアドレス、及び、ポート番号。
29     pub fn new_with_ip(tello_ip: impl ToSocketAddrs) -> Result<Self, TelloError> {
30         let socket = UdpSocket::bind(TELLO_CMD_BIND)?;
31         socket.connect(tello_ip)?;
32         let (cmd_tx, cmd_rx) = mpsc::channel();
33         let (ret_tx, ret_rx) = mpsc::channel();
34         thread::spawn(move || {
35             Self::send_proc(socket, cmd_rx, ret_tx);
36         });
37
38         Ok(Self {
39             cmd_sender: cmd_tx,
40             ret_receiver: ret_rx,
41             next_job_no: Wrapping(1u16),
```

```

42         job_rets: array![JobRet { id: 0, ret: Ok(Ret::None) }];
43         JOB_RETS_SIZE],
44         job_rets_cur_idx: 0,
45         timeout_sec: 30,
46     })
47 }
48
49 /// コントローラーを立ち上げる
50 ///
51 /// Telloのipは、"192.168.10.1:8889"とする。
52 pub fn new() -> Result<Self, TelloError> {
53     Controller::new_with_ip(TELLO_CMD_IP)
54 }
55
56 /// 同期実行時のTelloからのレスポンスのタイムアウト秒数の設定
57 /// デフォルトは、30秒
58 pub fn set_timeout_sec(&mut self, sec: u16) {
59     self.timeout_sec = sec;
60 }
61
62 pub fn exec_cmd(&mut self, cmd: TelloCommand) -> Result<Ret, TelloError> {
63     {
64         let cmd = cmd.clone();
65         let job = Job {
66             id: self.next_job_no.0,
67             cmd,
68         };
69         self.cmd_sender.send(job).expect("コマンド送信パイプエラー");
70     }
71     let mut ret_val = Err(TelloError::TelloTimeout(format!("CMD[{}]", cmd
72     )));
73     for _i in 0..self.timeout_sec * 10 {
74         self.recv_job_ret();
75         if let Some(ret) = self.find_job_rets(self.next_job_no.0) {
76             ret_val = ret.ret.clone();
77             break;
78         }
79         thread::sleep(Duration::from_millis(100));
80     }
81     self.next_job_no += Wrapping(1);
82     ret_val
83 }
84
85 fn recv_job_ret(&mut self) {
86     while let Ok(ret) = self.ret_receiver.try_recv() {
87         self.add_job_rets(ret);
88     }
89 }

```



```

88
89 /// 戻り値バッファにリターン値を追加する。
90 fn add_job_rets(&mut self, ret: JobRet) {
91     let idx = (self.job_rets_cur_idx + 1) % JOB_RETS_SIZE;
92     self.job_rets[idx] = ret;
93     self.job_rets_cur_idx = idx;
94 }
95
96 /// jobのidよりリターン値を検索する。
97 fn find_job_rets(&self, id: u16) -> Option<&JobRet> {
98     let mut idx = self.job_rets_cur_idx;
99     while idx != (self.job_rets_cur_idx + 1) % JOB_RETS_SIZE {
100         if self.job_rets[idx].id == id {
101             return Some(&self.job_rets[idx]);
102         }
103         idx = match idx {
104             0 => JOB_RETS_SIZE - 1,
105             n => n - 1,
106         }
107     }
108     None
109 }
110
111 /// 内部関数: 指定されたコマンドをTelloに非同期で送信するスレッド本体
112 ///
113 /// # Panics
114 /// 送受信に使用するパイプにエラーが出るとパニックする。
115 fn send_proc(
116     tello_socket: UdpSocket,
117     cmd_recv: mpsc::Receiver<Job>,
118     ret_send: mpsc::Sender<JobRet>,
119 ) -> ! {
120     let mut buff = [0; 10];
121     let err_recv = "コマンド送信部エラー。コマンド送信用パイプ不良";
122     let err_send = "コマンド送信部エラー。コマンド結果返信用パイプ不良";
123     loop {
124         let Job { id, cmd } = cmd_recv.recv().expect(err_recv);
125         if let Err(e) = tello_socket.send(cmd.to_string().as_bytes()) {
126             let ret = JobRet {
127                 id,
128                 ret: Err(e.into()),
129             };
130             ret_send.send(ret).expect(err_send);
131             continue;
132         }
133         let ret = match tello_socket.recv(&mut buff) {
134             Ok(i) => match &buff[0..i] {
135                 b"ok" => Ok(Ret::Ok),

```

```

136         b"error" => Err(TelloError::TelloCmdFail(cmd.to_string())),
137         _ => {
138             let ret_str = std::str::from_utf8(&buff[0..i]).unwrap
139                 ();
140             match ret_str.parse::<u32>() {
141                 Ok(i) => Ok(Ret::U32(i)),
142                 Err(_) => Ok(Ret::Str(ret_str.to_string())),
143             }
144         },
145         Err(e) => Err(e.into()),
146     };
147     ret_send.send(JobRet { id, ret }).expect(err_send);
148 }
149 }
150 }
151
152 #[derive(Debug)]
153 struct Job {
154     id: u16,
155     cmd: TelloCommand,
156 }
157
158 #[derive(Debug)]
159 struct JobRet {
160     id: u16,
161     ret: Result<Ret, TelloError>,
162 }
163
164 #[derive(Debug, Clone, PartialEq)]
165 pub enum Ret {
166     None,
167     Ok,
168     U32(u32),
169     Str(String),
170 }
171
172 #[derive(Debug, Clone)]
173 pub enum TelloCommand {
174     Command,
175     Takeoff,
176     Land,
177     QuerySdk,
178     QuerySn,
179 }
180
181 impl std::fmt::Display for TelloCommand {
182     fn fmt(&self, f: &mut std::fmt::Formatter<'_>) -> std::fmt::Result {

```

```
183     use TelloCommand::*;  
184     match self {  
185         Command => write!(f, "command"),  
186         Takeoff => write!(f, "takeoff"),  
187         Land => write!(f, "land"),  
188         QuerySdk => write!(f, "sdk?"),  
189         QuerySn => write!(f, "sn?"),  
190     }  
191 }  
192 }
```

4 エラークラス

エラー処理クラス。ライブラリーの全てのエラーを包含する。

error.rs

```
1  #[derive(Clone)]
2  pub enum TelloError {
3      SocketError(String),
4      TelloCmdFail(String),
5      TelloResponsIllegal(String),
6      TelloTimeout(String),
7  }
8
9  impl From<std::io::Error> for TelloError {
10     fn from(e: std::io::Error) -> Self {
11         Self::SocketError(e.to_string())
12     }
13 }
14
15 impl std::fmt::Display for TelloError {
16     fn fmt(&self, f: &mut std::fmt::Formatter<'_>) -> std::fmt::Result {
17         use TelloError::*;
18         match self {
19             SocketError(e) => write!(f, "SocketError: {}", e),
20             TelloCmdFail(s) => write!(f, "Tello Error: {}", s),
21             TelloResponsIllegal(s) => write!(f, "Illegal Respons from tello
22                 .[{}]", s),
23             TelloTimeout(s) => write!(f, "Timeout: {}", s),
24         }
25     }
26 }
27
28 impl std::fmt::Debug for TelloError {
29     fn fmt(&self, f: &mut std::fmt::Formatter<'_>) -> std::fmt::Result {
30         write!(f, "{}", self)
31     }
32 }
33
34 impl std::error::Error for TelloError {}
```

5 ステータスモジュール

Tello のステータスを取得するための処理。

5.1 モジュールトップ

mod.rs

```
1 /// ステータスデータ
2 pub mod data;
3 /// ステータス取得の管理
4 pub mod manager;
```

5.2 データクラス

ステータスデータを表すクラス。FromStr を実装し、UDP からの受信データに対して、parse が可能。

data.rs

```
1  /// Telloのステータスデータ
2  #[derive(Default, Debug, PartialEq, Clone)]
3  pub struct StatusData {
4      pub mid: i32,
5      pub x: i32,
6      pub y: i32,
7      pub z: i32,
8      pub mpry: (i32, i32, i32),
9      pub pitch: i32,
10     pub roll: i32,
11     pub yaw: i32,
12     pub vgx: i32,
13     pub vgy: i32,
14     pub vgz: i32,
15     pub templ: i32,
16     pub temph: i32,
17     pub tof: i32,
18     pub h: i32,
19     pub bat: u32,
20     pub baro: f64,
21     pub time: i32,
22     pub agx: f64,
23     pub agy: f64,
24     pub agz: f64,
25 }
26
27 impl StatusData {
28     /// 数値文字列を指定の数値型に変換する。
29     /// (ステータス解析のユーティリティー)
30     fn parse<I>(item: &str, src: &str) -> I
31     where
32         I: std::str::FromStr + Default,
33     {
34         item.parse::<I>().unwrap_or_else(|_| {
35             eprintln!("field value error:[{}]", src);
36             I::default()
37         })
38     }
39 }
40
41 impl std::str::FromStr for StatusData {
42     type Err = TelloStatusParseError;
```

```

43
44 /// Telloの受信データの文字列を解析する
45 fn from_str(src: &str) -> Result<Self, TelloStatusParseError> {
46     let mut ret = Self::default();
47
48     let end = match src.match_indices("\r\n").next() {
49         Some((cnt, _)) => cnt,
50         None => src.len(),
51     };
52
53     for pair in src[0..end].trim().split(';') {
54         let item: Vec<&str> = pair.split(':').collect();
55         if item.len() == 1 {
56             continue;
57         } else if item.len() != 2 {
58             eprintln!("field format error1: [{}]", pair);
59             continue;
60         }
61
62         match item[0].trim() {
63             "mid" => ret.mid = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
64             "x" => ret.x = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
65             "y" => ret.y = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
66             "z" => ret.z = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
67             "pitch" => ret.pitch = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
68             "roll" => ret.roll = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
69             "yaw" => ret.yaw = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
70             "vgx" => ret.vgx = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
71             "vgy" => ret.vgy = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
72             "vgz" => ret.vgz = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
73             "templ" => ret.templ = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
74             "temph" => ret.temph = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
75             "tof" => ret.tof = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
76             "h" => ret.h = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
77             "bat" => ret.bat = Self::parse::<u32>(item[1], pair),
78             "baro" => ret.baro = Self::parse::<f64>(item[1], pair),
79             "time" => ret.time = Self::parse::<i32>(item[1], pair),
80             "agx" => ret.agx = Self::parse::<f64>(item[1], pair),
81             "agy" => ret.agy = Self::parse::<f64>(item[1], pair),
82             "agz" => ret.agz = Self::parse::<f64>(item[1], pair),
83             "mpriy" => {
84                 let values: Vec<&str> = item[1].split(',').collect();
85                 if values.len() == 3 {
86                     ret.mpriy = (
87                         Self::parse::<i32>(values[0], pair),
88                         Self::parse::<i32>(values[1], pair),
89                         Self::parse::<i32>(values[2], pair),
90                     );

```

```

91         } else {
92             eprintln!("field format error2: [{}]", pair);
93         }
94     }
95     _ => {}
96 }
97 }
98
99     Ok(ret)
100 }
101 }
102
103 ///ステータス変換用のエラー。実質不使用。
104 #[derive(Debug, PartialEq, Clone)]
105 pub struct TelloStatusParseError();
106
107 impl std::fmt::Display for TelloStatusParseError {
108     fn fmt(&self, f: &mut std::fmt::Formatter<'_>) -> std::fmt::Result {
109         write!(f, "ステータス解析失敗。でも出るはずがない。")
110     }
111 }

```


5.3 マネージャクラス

UDP 通信を管理し、ステータスの取得を可能とする。

manager.rs

```
1  /// ステータス取得の管理
2  use super::data::StatusData;
3  use crate::error::TelloError;
4  use std::net::UdpSocket;
5  use std::str;
6  use std::sync::mpsc;
7  use std::thread;
8
9  /// Telloのステータス受信とデータの管理
10 #[derive(Debug)]
11 pub struct Manager {
12     data: StatusData,
13     rx: mpsc::Receiver<StatusData>,
14 }
15
16 impl Manager {
17     /// Manageの生成。
18     ///
19     /// # 引数
20     /// Telloステータス受信用ソケットか、None。
21     /// Noneの場合、デフォルトとして"0.0.0.0:8890"のポートを使用する。
22     ///
23     pub fn new(socket: impl Into<Option<UdpSocket>>) -> Result<Self, TelloError> {
24         {
25             let socket = socket.into().unwrap_or(UdpSocket::bind("0.0.0.0:8890")?);
26             // データ受信スレッドの生成
27             let (tx, rx) = mpsc::channel();
28             thread::spawn(move || {
29                 Self::recieve_proc(socket, tx);
30             });
31
32             Ok(Self {
33                 data: StatusData::default(),
34                 rx,
35             })
36         }
37
38     /// 【内部関数】ステータス受信スレッドの本体。
39     fn recieve_proc(socket: UdpSocket, tx: mpsc::Sender<StatusData>) -> ! {
40         loop {
41             let mut stat_buf = [0; 1024];
42             let (len, _addr) = socket.recv_from(&mut stat_buf).unwrap_or_else(|
```

```

42         e| {
43             eprintln!("ステータス受信ユニット:ソケット受信エラー->{:?}", e
44                 );
45             std::process::exit(1);
46         });
47     let stat: StatusData = str::from_utf8(&stat_buf[0..len]).unwrap().
48         parse().unwrap();
49     tx.send(stat).unwrap_or_else(|e| {
50         eprintln!("ステータス受信ユニット:プロセス通信エラー{:?}", e);
51         std::process::exit(1);
52     });
53 }
54 }
55
56 /// 受信した最新のステータスデータを返す。
57 /// 内部ステータスデータ構造体を最新データに更新するため、mutが必要。
58 pub fn get_data(&mut self) -> StatusData {
59     // メッセージの受信とデータ更新
60     for rx_data in self.rx.try_iter() {
61         self.data = rx_data;
62     }
63     self.data.clone()
64 }
65 }

```