

MG4 赤丸追跡ロボット の ソフトウェア解説

2018年12月

S. Ushimaru

動作概要

- フィールド内の赤丸を認識し、それを追いかける。
- 追尾中に赤丸を見失った場合は、再び探索行動を行う。
- 指定距離以内に物体（壁や人）があれば、回避動作を行う。（探索中のみ）
- 動作状態を音声で知らせる。
- いくつかのスレッドを生成して、マルチタスクで動作させる。
- 機体が停止してしまった場合は、脱出行動を行う。（未実装）

MIRS、フィールド、赤丸

• MIRS

- 機体の前後にカメラ（Logicool E270）を取り付ける。
- 機体前方の左右に超音波センサを取り付ける。
- Raspberry Pi のオーディオポートにスピーカーを接続する。
（電源はポータブルバッテリーのUSBポートより取る）
- モータはMIRS MG4と同じ、ギア比は27:1のものを使用

• フィールド

- フィールドの広さは任意
- フィールドは高さ30cmの壁で囲う。

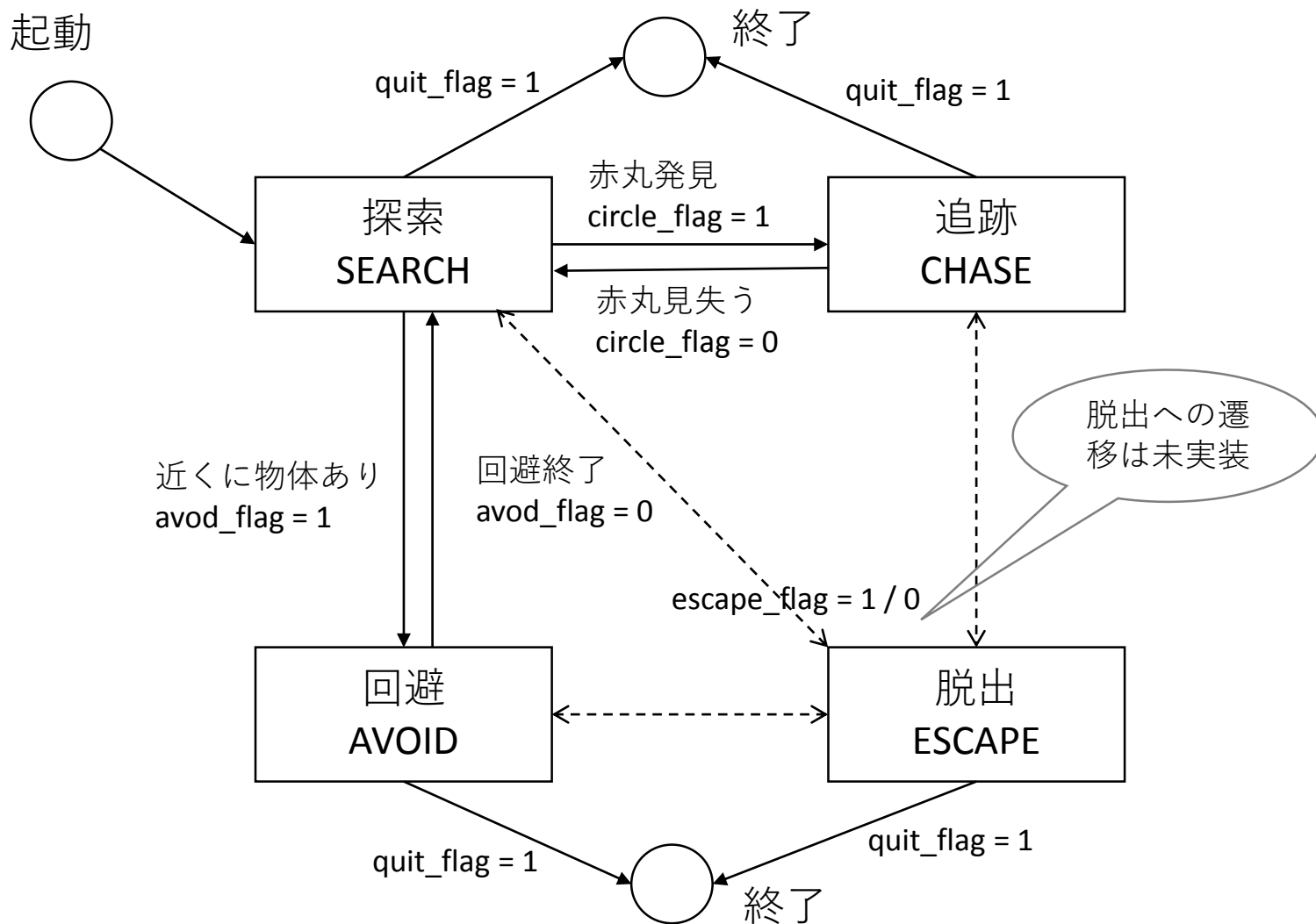
• 赤丸

- 直径約10cmの白いボール紙を赤く塗って、長さ1mのアルミ製の棒の先端に取り付ける。
- この棒を機体の前にかざして、MIRSに発見・追尾させる。

動作モードの定義

| 動作モード | モード名 | 動作の概要 |
|-------|--------|--|
| 探索モード | SEARCH | 赤丸を探す。 回転・直進を繰り返して赤丸を見つける。 |
| 追跡モード | CHASE | 赤丸を追いかける。 赤丸方向に向きを変えて直進する。 |
| 回避モード | AVOID | 物体から遠ざかる。 180度回転して、指定距離直進する。 |
| 脱出モード | ESCAPE | 停止状態から脱出する。 後退と回転動作を組み合わせ、停止状態を抜ける。 |

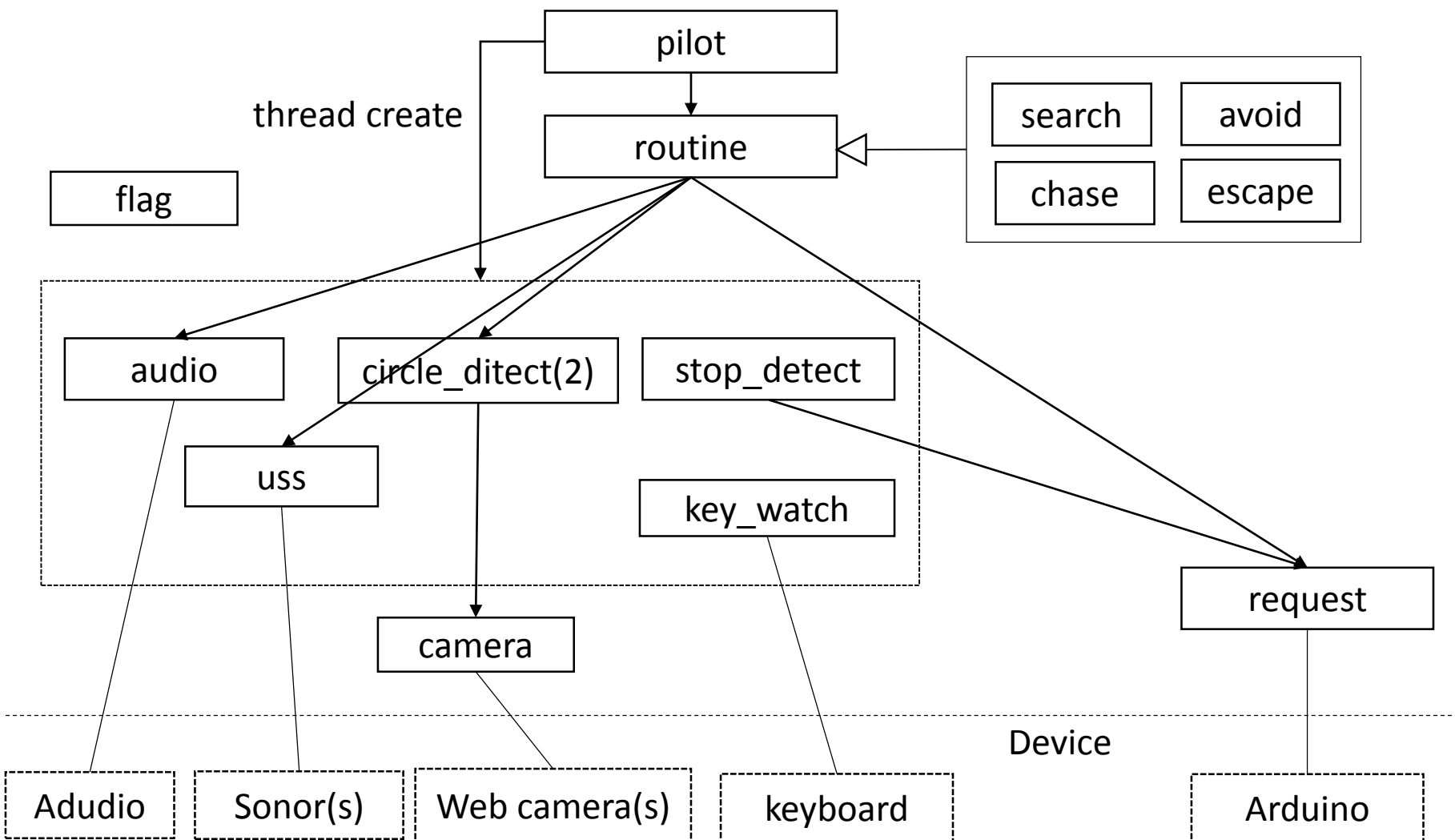
動作モードの遷移



スレッド構成

| スレッド名 | 概要 | 実装ファイル | 備考 |
|--------|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 赤丸認識 | 前後のカメラ画像を処理し、赤丸エリアを特定する | circle_detect.c circle_detect2.c | ファイル名・関数名に2が付いてものが後方カメラ用、付いていなものが前方カメラ用 |
| 超音波計測 | 一定周期で前方左右の超音波計測を行う | uss.c | 計測周期は100[ms] 標準プログラムと同じ |
| 音声出力 | 指定された番号の音声データを出力する | audio.c | 動作中に音声出力を繰り返す場合に使用する |
| キー入力監視 | キー入力があるかを監視する | key_watch.c | “q”の入力で quit_flag を上げる |
| 停止検知 | タイヤが動いていないことを検知する | stop_detect.c | 停止と判定されたら、stop_flag を上げる |

モジュール構造図



モジュール一覧

| モジュール名 | 概要 | |
|---------------|---|---------------------|
| pilot | 最初に起動動作を行う。 動作モードを切り替える。 | 新規 |
| routine_x | 動作モードを定義したモジュール モード x は search（探索）、chase（追跡）、avoid（回避）、 escape（脱出）の4つがある。 | 新規 |
| audio | Audio デバイスに音声を出力する。 thread として動作する。 | 新規 |
| circle_detect | カメラ画像から赤丸エリアを特定する。 前後のカメラそれぞれについてモジュールを定義し、それぞれthread として動作する。 後方カメラ用のモジュールには 2 を付けている。 | 改変 後方カメラ用は 新規 |
| camera | カメラ画像のキャプチャを行う。 | |
| key_watch | キーボード入力を監視する。thread として動作する。 終了キー（q）が入力されたかを判断する。 | 新規 |
| stop_detect | 左右モータのエンコーダ値を監視し、停止状態にあるかを判断する。 | 新規 |
| request | Arduino との通信を行う。thread として動作する。 | 改良 |
| flag | フラグ変数の定義と初期化 | 新規 |

フラッグ

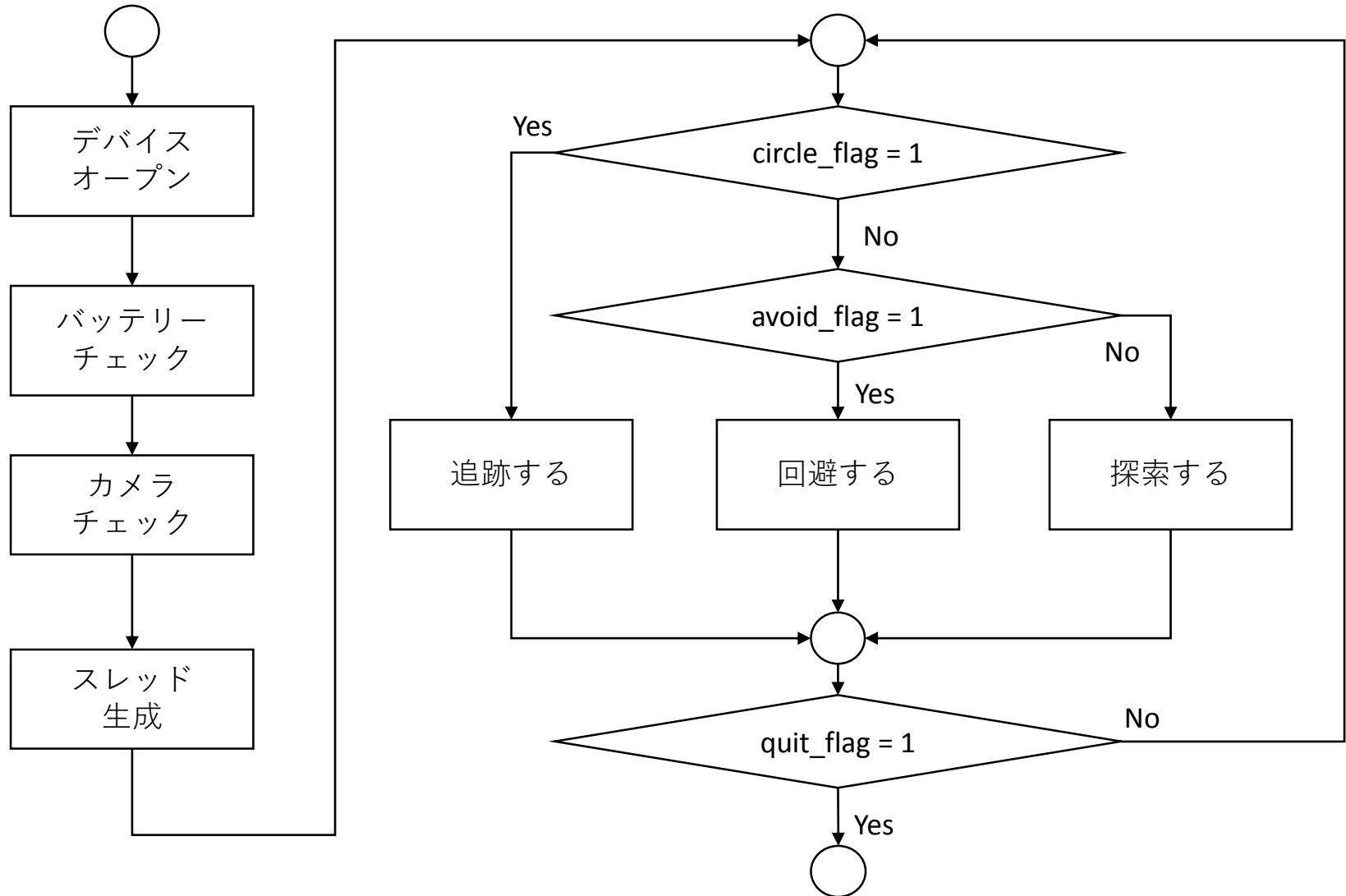
- スレッド間のデータ共有はフラッグを用いて行う。
 - 共有変数としてフラッグ変数を用意する。
 - フラッグ変数は `flag.c` で定義、`flag.h` で `extern` 宣言している。
 - フラッグ変数は `int` 型で定義し、値は 0 または 1

| フラッグ変数 | フラッグ値を 1 とする状況 | 備考 |
|----------------------------|---------------------|----|
| <code>forward_flag</code> | 前進動作のとき 1 | |
| <code>backward_flag</code> | 後退動作のとき 1 | |
| <code>rotate_flag</code> | 回転動作のとき 1 | |
| <code>stop_flag</code> | 機体停止と認識したとき 1 | |
| <code>circle_flag</code> | 赤丸を認識したとき 1 | |
| <code>avoid_flag</code> | 回避が必要と判断したとき 1 | |
| <code>escape_flag</code> | 脱出が必要と判断したとき 1 | |
| <code>quit_flag</code> | キーボードから停止入力があったとき 1 | |

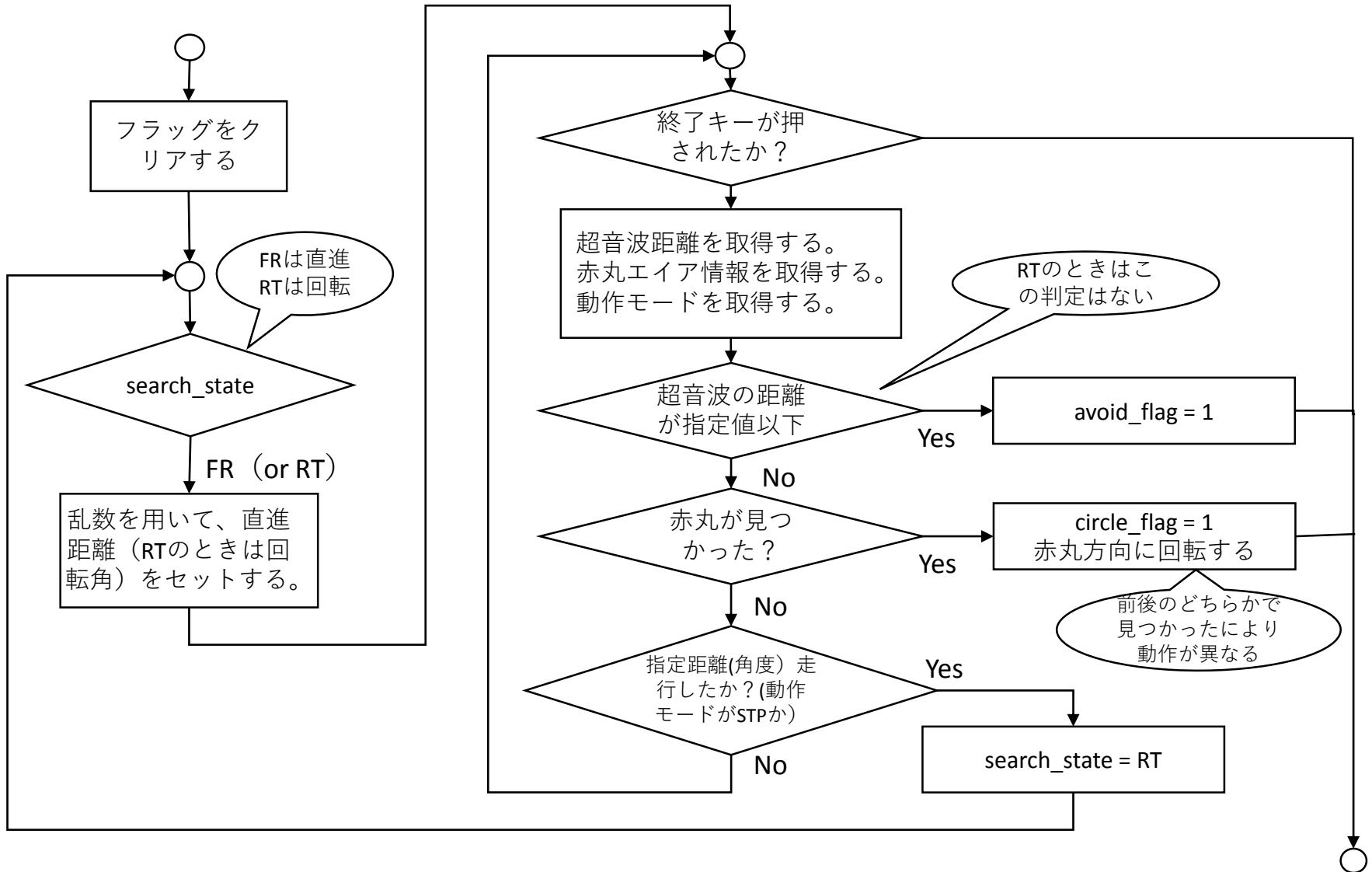
音声出力

| 知らせること | 音声ファイル | 備考 |
|------------|-------------------------|------------------------------|
| 検索中 | search.wav, search2.wav | 検索中に繰り返し |
| 赤丸を発見 | find.wav | 後ろカメラで発見時に向き直るまで繰り返し（音声スレッド） |
| 追跡中 | chase.wav | 追跡中に繰り返し（音声スレッド） |
| 赤丸を見失った | lost.wav | 見失ったときに1度だけ |
| 物体に近づき過ぎた | otto.wav | 回避中に繰り返し（音声スレッド） |
| バッテリーなし | batt_off.wav | 起動時に1度だけ |
| バッテリー電圧が低下 | batt_low.wav | 起動時に1度だけ |
| 起動準備完了 | ready.wav | 起動時に1度だけ |

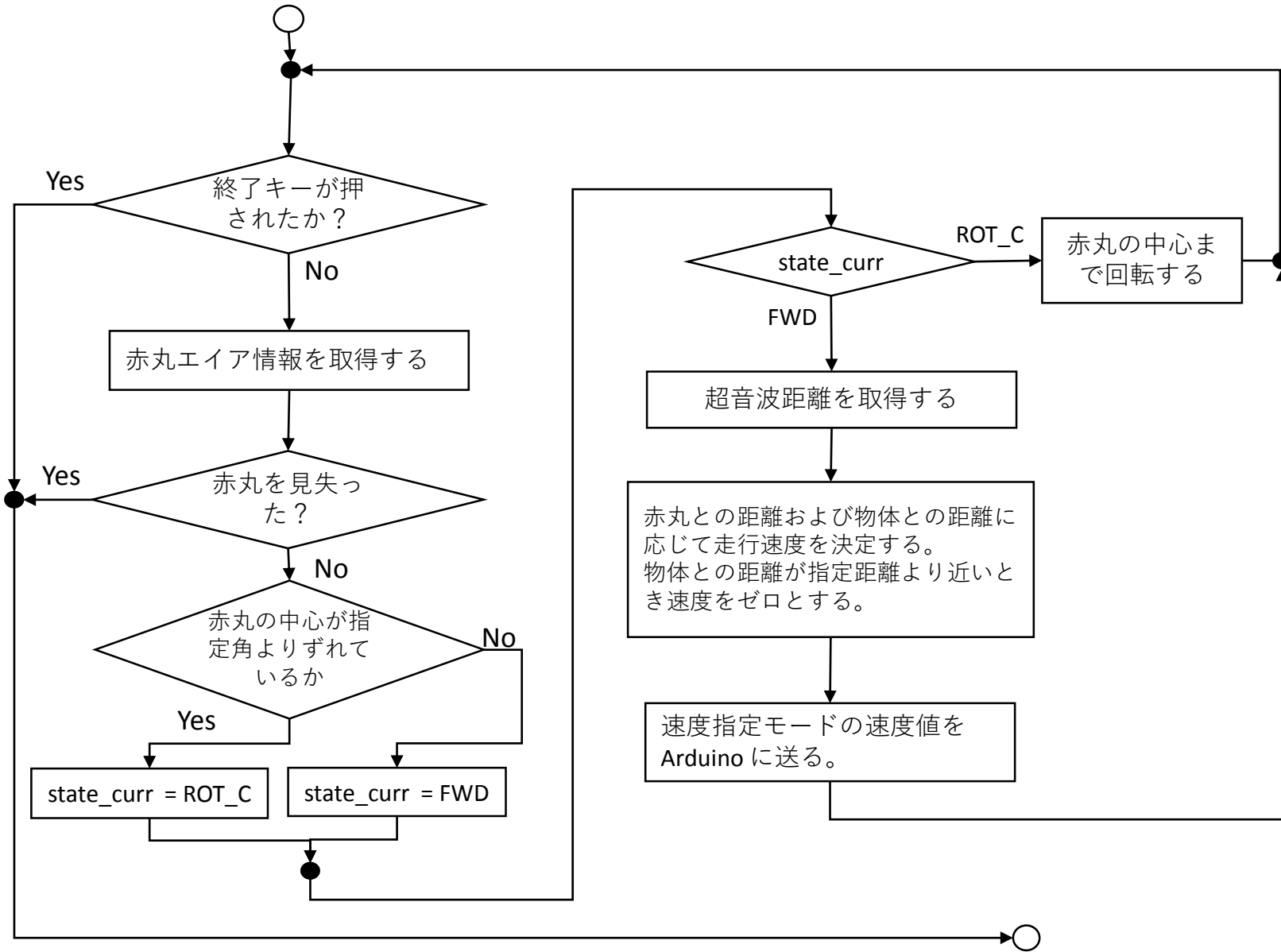
pilotモジュールの動作フロー



探索の動作フロー



追跡の動作フロー



起動時の動作

- バッテリー状態をチェックし、電圧が基準値以下の場合、その旨を音声で伝え、プログラムを終了する。
- 2つのカメラの認識ができなかった際は、その旨を音声で伝え、プログラムを終了する。
- デバイスファイルをオープンする。
 - オープンで出来なかった場合は、プログラムを終了する。
- スレッドを create する。

走行モードへの速度指定モード(VEL)の追加に伴うモジュールの変更

- 概要

- 追跡動作を行う際に、機体の速度を指定して走行するようにさせる。そのために、走行モードに速度指定モード VEL を追加した。

- RaspberryPi の request モジュールの変更

| ファイル | 関数 | 変更内容 |
|----------------|------------------------|--------------------------------------|
| request.c | request_set_run_mode() | command_data に run_state に VEL を加える。 |
| request.h | | run_state_t に VEL を加える。 |
| test_request.c | test_request() | case に VEL モードを加える。 |

• Arduino プログラムの変更

| ファイル | 変更内容 |
|-----------------|---|
| define.h | run_state_t に VEL を加える。 |
| slave.ino | switch 文に VEL に対応する case 4 のエントリを加える。 |
| run_control.ino | stwitch 文に case VEL のエントリを加える。 run_control_set(), run_control_execute() の両方を変更 |

ソースコード

Raspberry Pi プログラム

http://www2.denshi.Numazu-ct.ac.jp/mirsdcoc2/mirsmg4d/syst/num0010a/mg4_festival_demo_program.tar.gz

Arduino プログラム

http://www2.denshi.Numazu-ct.ac.jp/mirsdoc2/mirsmg4d/syst/num0010a/mg4_arduino_v321.zip