

チーム紹介、目標、意気込み

FUTSAL-Pです。

福井工業大学電気電子工学科の4年生5人で構成されたチームです。

初参加のメンバーばかりですが昨年度の先輩方に負けない走りを目指して頑張ります。

『目標』は「努力相應の成果が出るように！」です。

モデルの概要

- ・モデリング対象として「コースを完走する」の機能を選択しました。
- ・コースを直線や曲線など複数区間に分割し、各区間で最適な走行が可能となるようパラメータを設定するようにしました。
- ・機能モデルでは重要なターゲットとして、リモートスタート、ロケットスタート、区間分割、PID制御について抽出しました。
- ・構造モデルでは機能を実現する複数クラスとクラス間の関係、およびクラスのパッケージ分割を定義しました。
- ・振る舞いモデルでは、複数のシーケンス図によりオブジェクト間の動作を記述しました。
- ・工夫点としてロケットスタートと区間分割に重点をおいて記述しました。

モデルの構成

1. 機能モデル

- ・選択した「コースを完走する」に関して要求分析を記述し、PID制御によるライントレース走行、自己位置推定による区間の切り替え、ロケットスタート、リモートスタートを要求として定めた。
- ・競技者から見た走行体が提供する機能として以下を挙げ、ユースケース記述の替わりにアクティビティ図を示した。
 - a. キャリブレーションを行う
 - b. ラインに沿って走行する

2. 構造モデル

- ・システムのパッケージ構造を記述した。
- ・各パッケージを構成するクラスとクラス間の関係を記述した。

3. 振る舞いモデル

- ・クラスで定義されたオブジェクト間の時間的な関係と振る舞いをシーケンス図により記述した。
- ・シーケンス図の記述が煩雑かつ肥大化することを避け、また読みやすさを考慮し、参照を用いて記述を分割した。
- ・走行区間ごとに異なるPID走行を実現できることを示した。

4. 設計モデル

- ・区間分割について具体的に記述した。
- ・工夫点としてロケットスタートとその効果について記述した。

課題

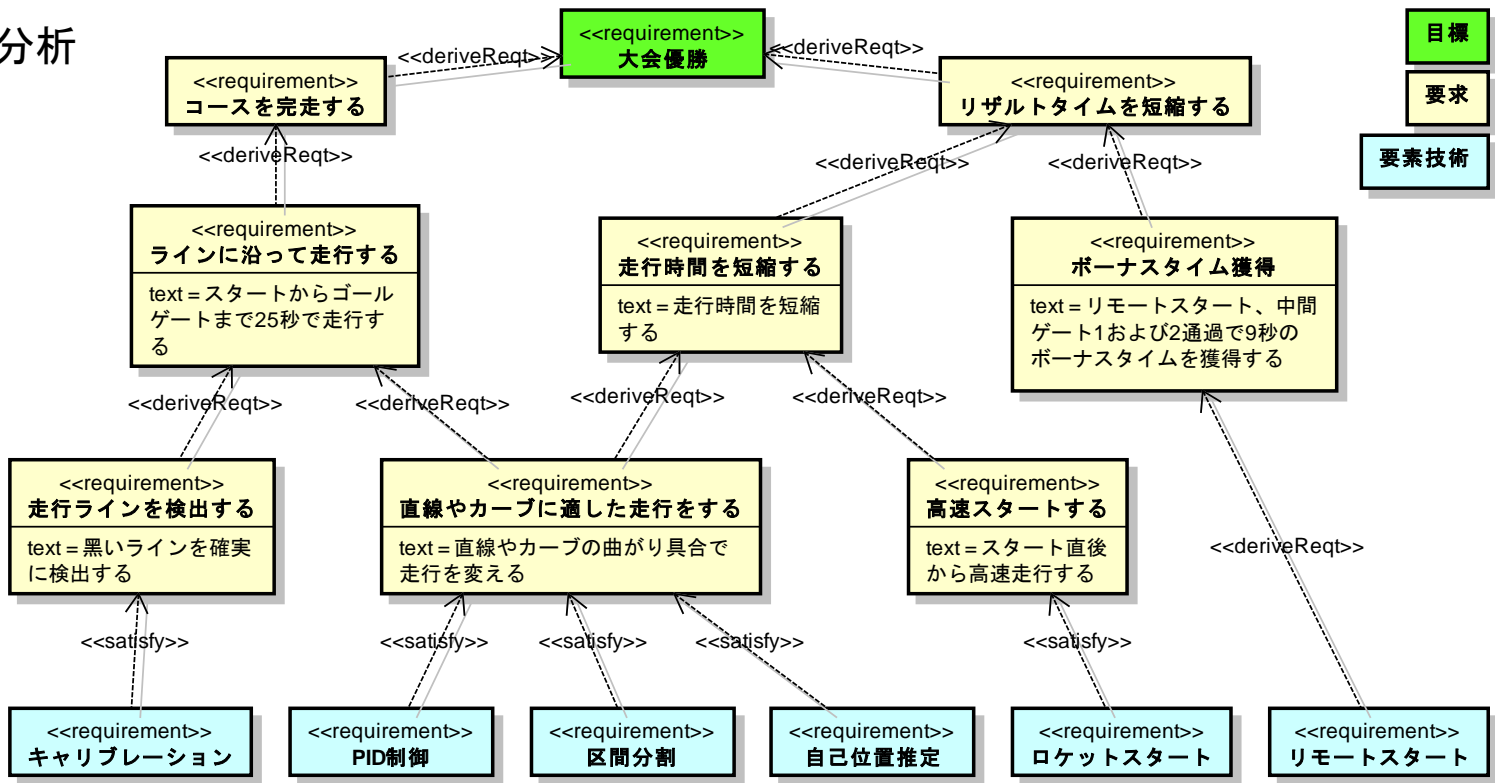
「コースを完走する」を選択し25秒を切るように走ることを目標とする。

要求仕様

下記の要求分析から要求仕様を定めた

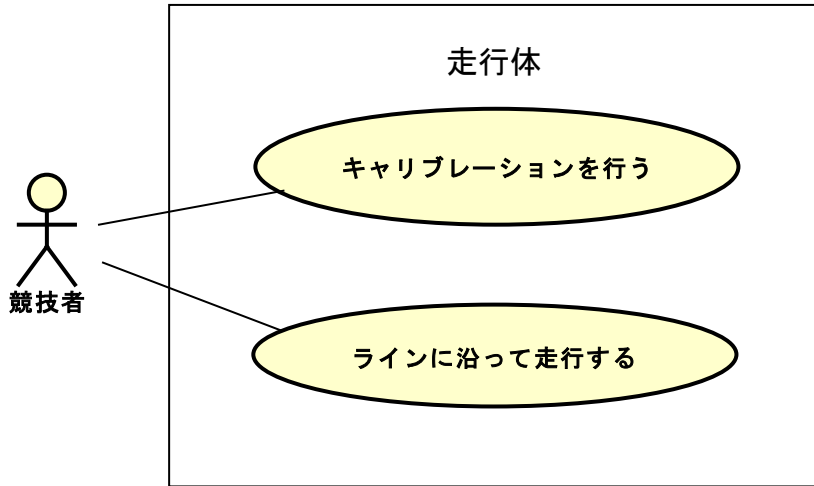
1. PID制御によるライトレース走行
2. 自己位置推定による区間の切り替え
3. ロケットスタート
4. リモートスタート

要求分析



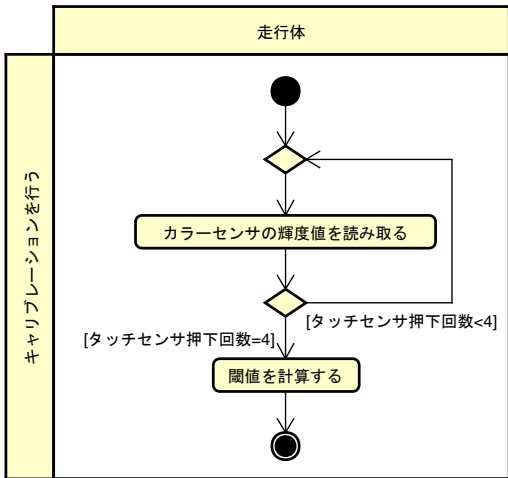
走行体が提供する機能

走行体が競技者に対して提供する機能は下図のようになる。



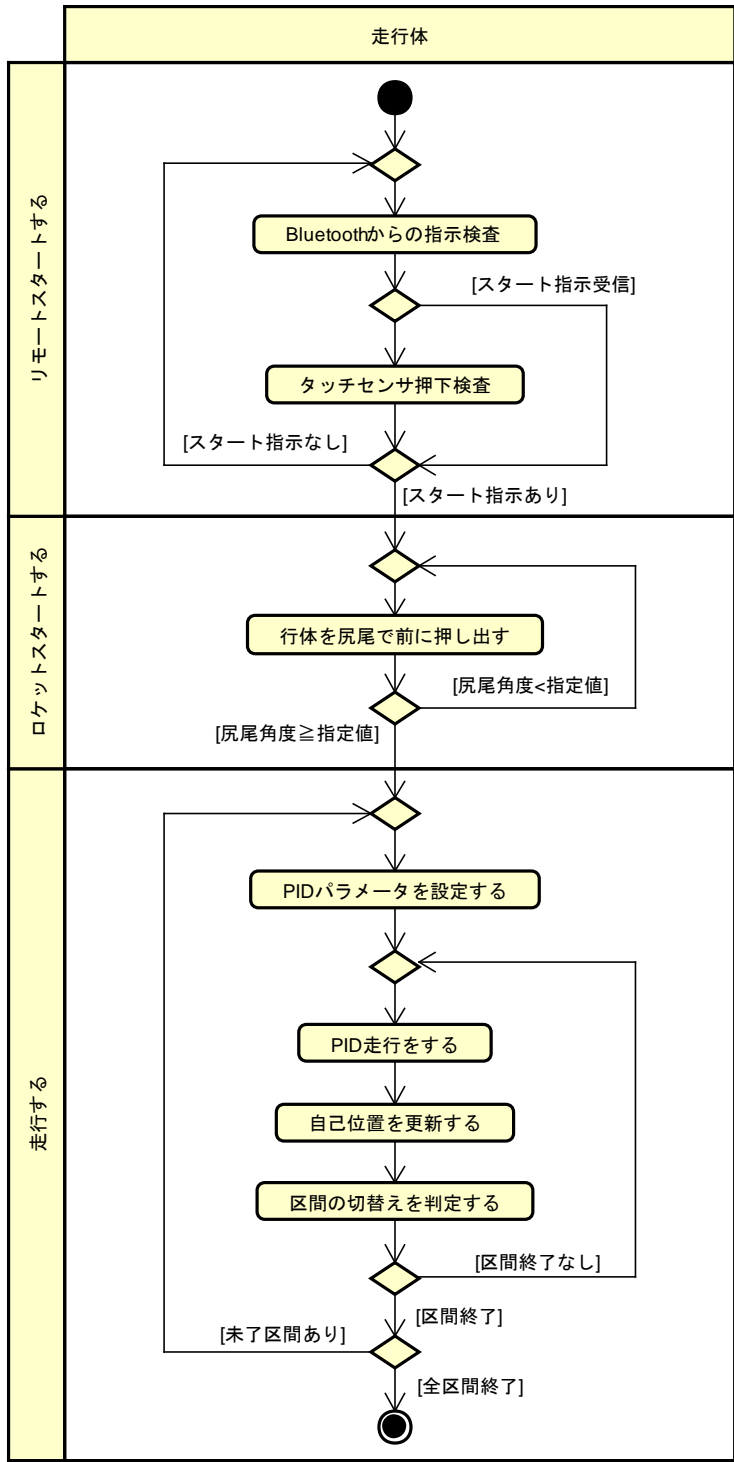
ユースケース1: キャリブレーションを行う

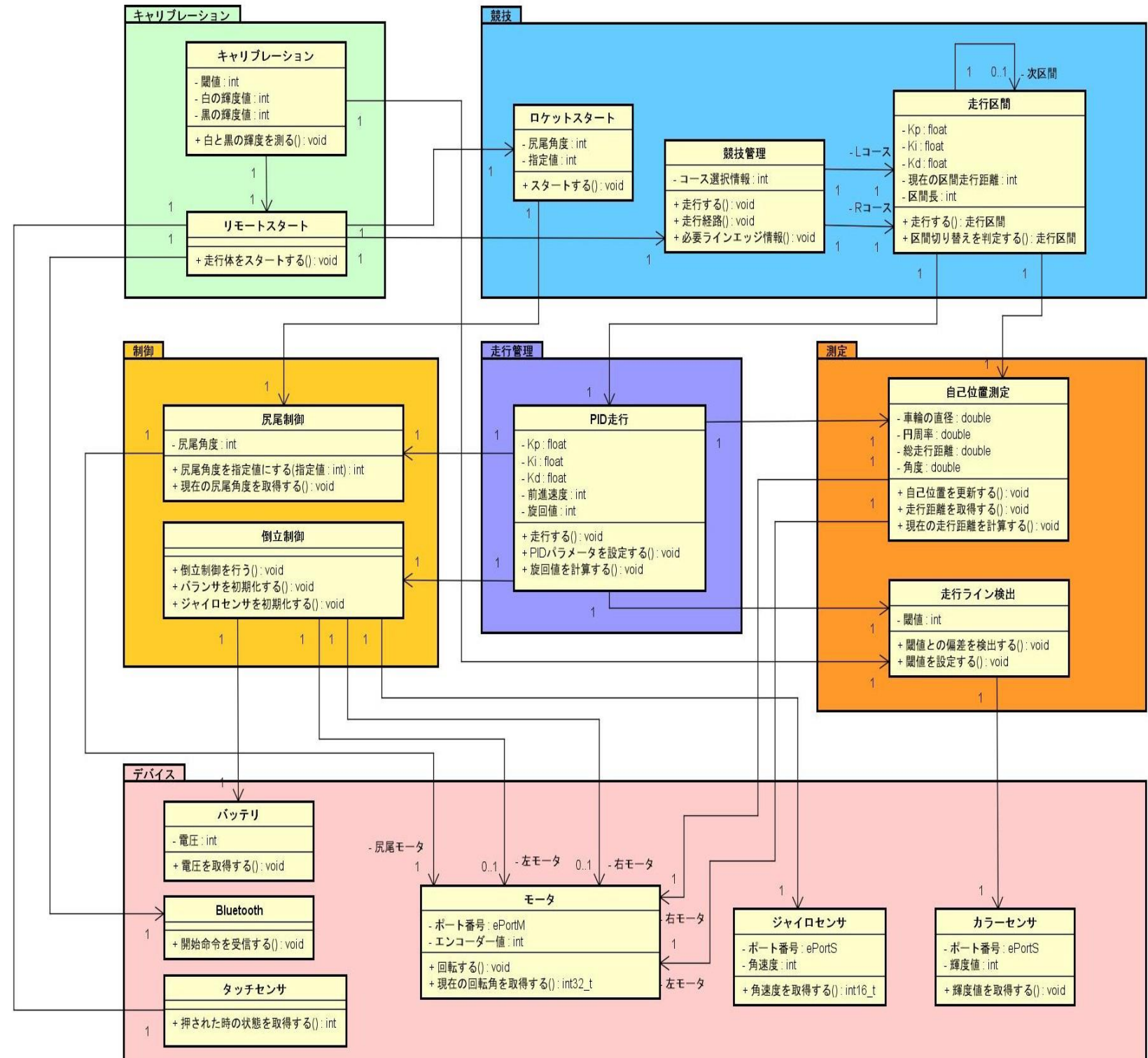
スタート間前、ラインを確実に検出するためカラーセンサの閾値を設定する。



ユースケース2: ラインに沿って走行する

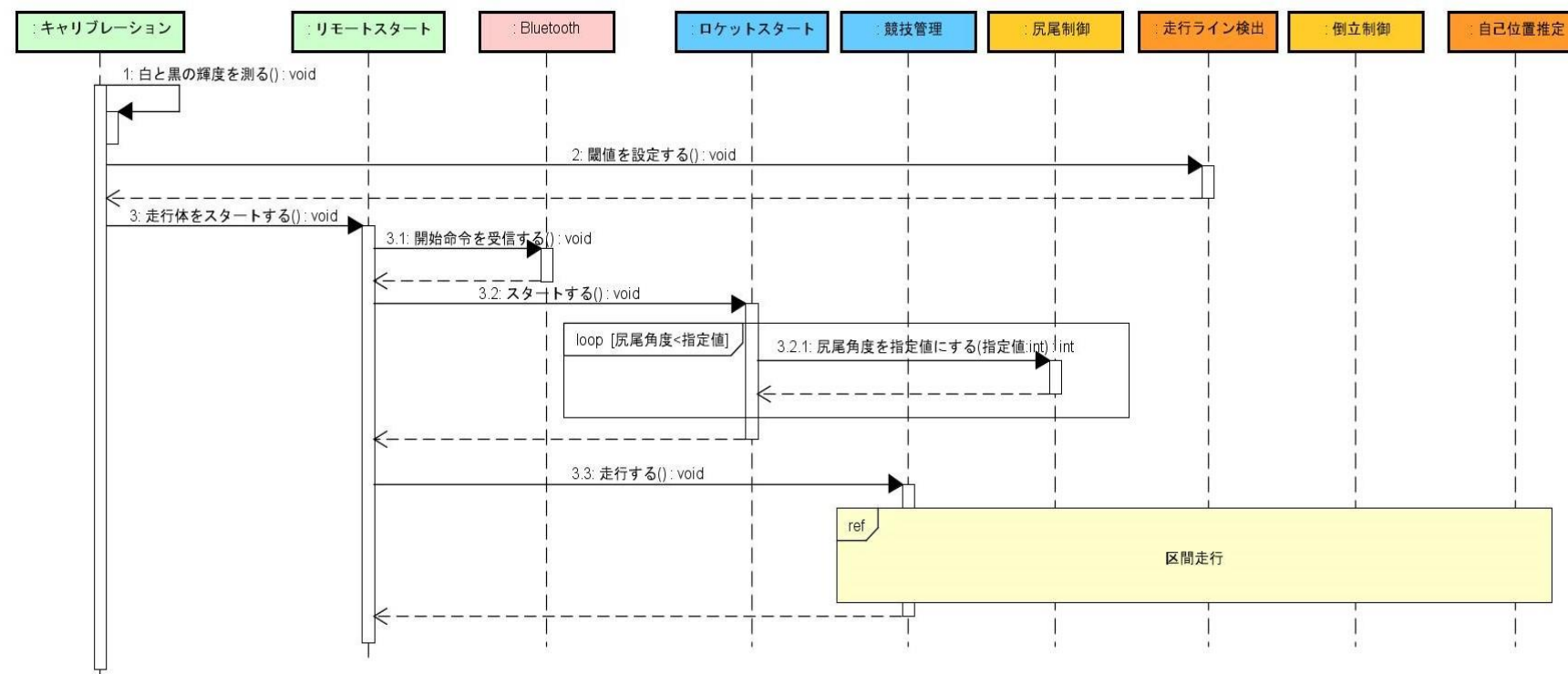
アクティビティ図を以下に示す。Bluetoothまたはタッチセンサによるスタート指示によりロケットスタートを行い、その後コースをPID制御によりライトレースする。コースは複数区間に分割され、区間ごとに最適化されたPIDパラメータを用いる。





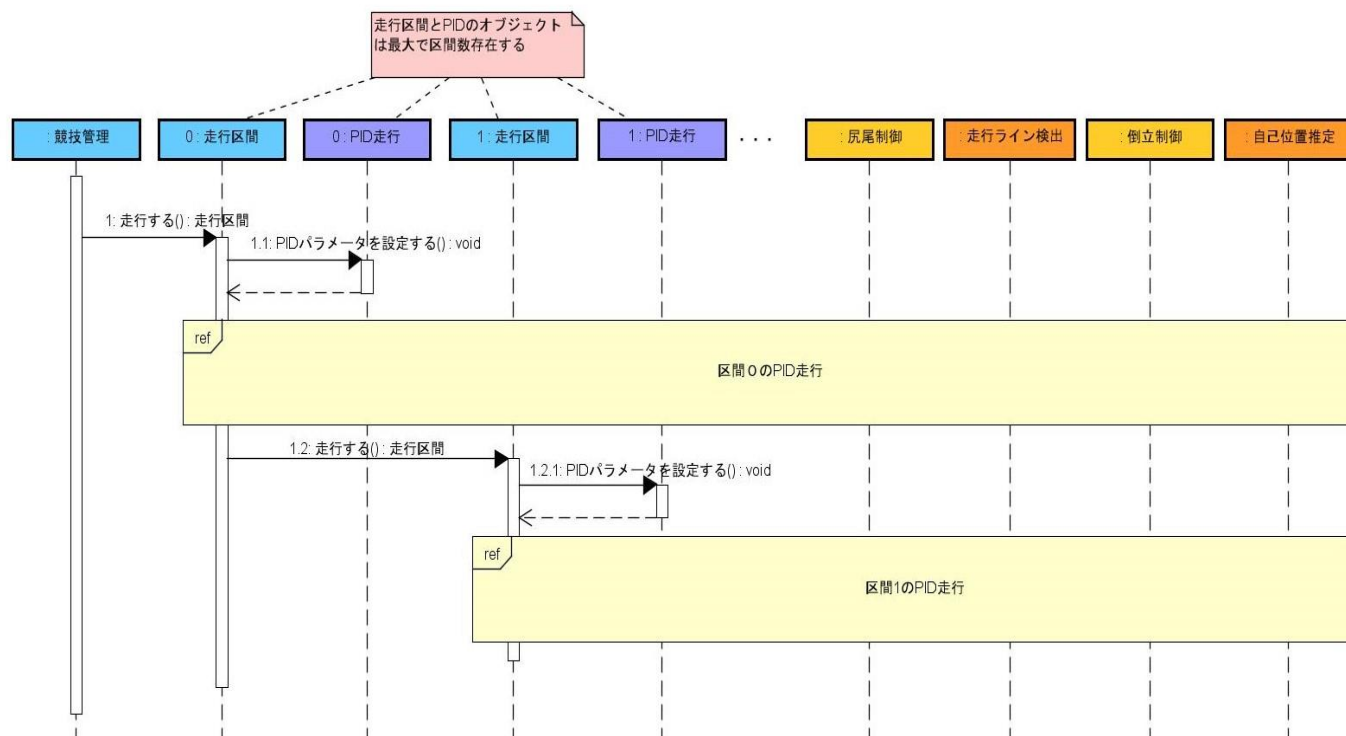
コース走行における走行体の振舞い

- 最初にキャリブレーションでカラーセンサに対する閾値を設定する。
- 次にリモートスタートでBluetoothで受信完了後にロケットスタートを行い、その後に競技管理を実行する。
- 競技管理は複数ある走行区間を順次実行する。
- 各走行区間では最初にPIDパラメータの設定を行い、次にPID走行を呼び出す。
- PID走行は各実行周期で、尻尾角度の設定、カラーセンサと閾値の偏差検出、旋回値の計算、倒立制御、自己位置推定の更新を行う。
- 自己位置推定より現在の区間走行距離を求め、区間長を超えた場合は区間を終了し、次の区間を競技管理に通知する。その後、競技管理は次の区間の走行を実行する。



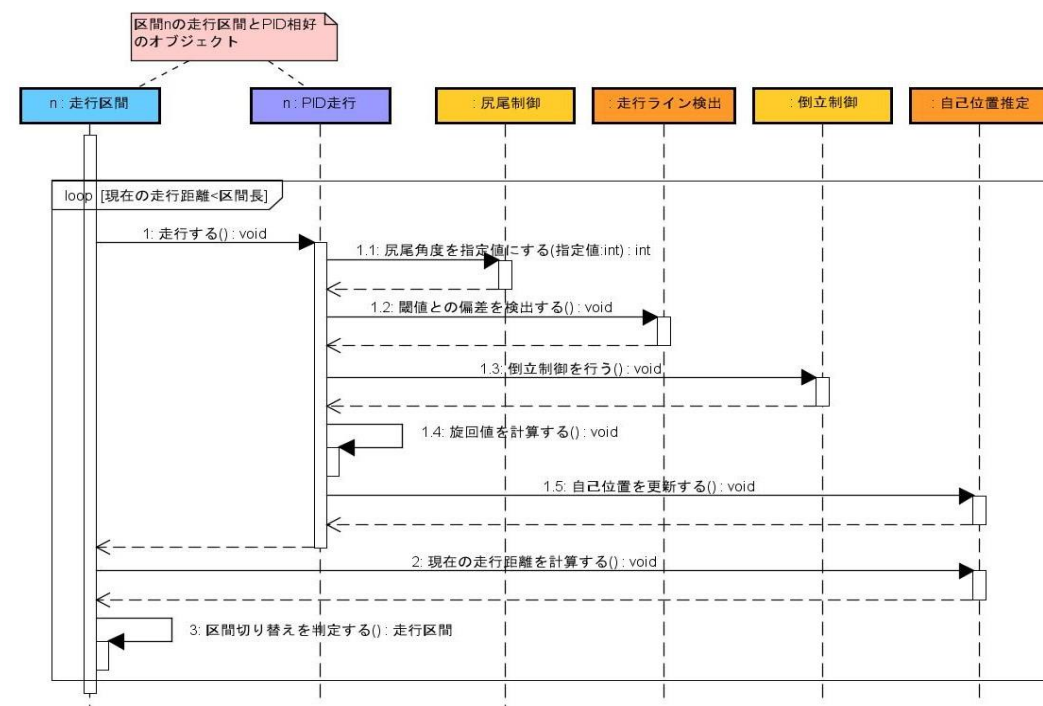
区間走行

区間ごとに走行区間とPID走行のオブジェクトが生成され、切り替わる。



PID走行

左の走行区間の図で、区間0と区間1で走行区間のPID走行の異なるが振る舞いは同じであるため、記述を共通化しオブジェクト名(番号)をnとした。



区間の細分化

スタートからゴールまでを区間に細分化している。Lコースは6分割、Rコースは11分割して区間を定義した。

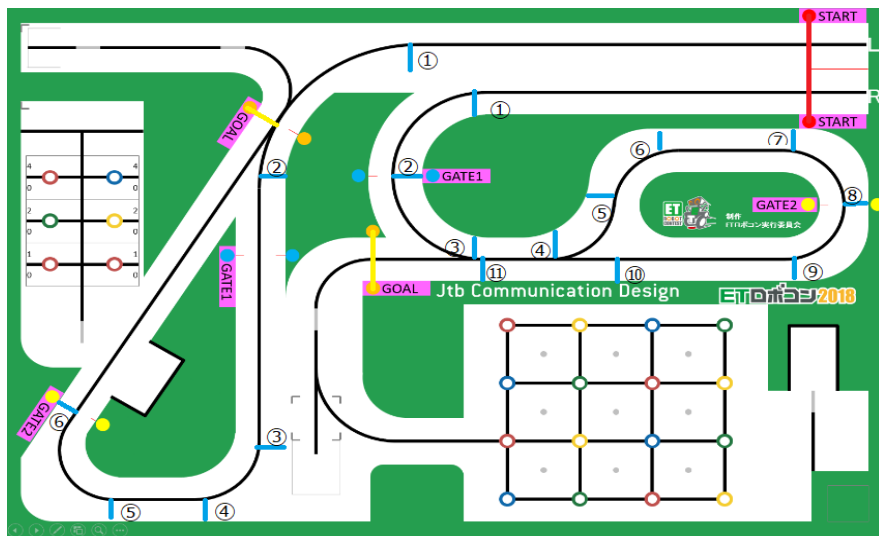


図1 区間の細分化

スタートからゴールまではカラーセンサを使用してライトレースを行う。走行タイムを縮めるためにはなめらかにライトレースを行いコースを外れないようにする必要がある。そこで以下のPID制御を用いた。

偏差＝今回の輝度－目標輝度

積分値＝前回の積分値＋(今回の偏差＋前回の偏差)/(2×読み込み周期)

P制御値＝ $K_p \times$ 今回の偏差

I制御値＝ $K_i \times$ 積分値

D制御値＝ $K_d \times$ (今回の偏差－前回の偏差)/ 読み込み周期

旋回値＝P制御値＋I制御値＋D制御値

PIDパラメータを調整するにあたってRコース、Lコースともにスタートからゴールまでの走行区間を細分化しそれぞれに適正な値を設定することによって走行の安定性を向上させた。

設定されたPIDパラメータによってなめらかに走行することにより走行タイムの短縮にもつながった。

またロケットスタート後の走行体の安定性を向上させている。

ロケットスタート

通常のスタート時にはスタートの合図が出され尻尾モータが持ち上げられると走行体はバランスを取るために後ろに下がってしまう。

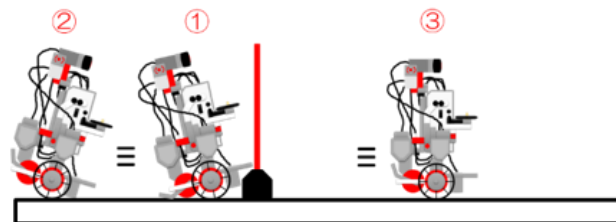


図2 通常のスタート

この動作が距離に若干の誤差が生んだり、タイムロスにつながることがわかった。その動作をなくすためにスタート時に走行体の尻尾を地面に叩きつけることにより走行体を前に倒し後ろに下がることを防いでいる。

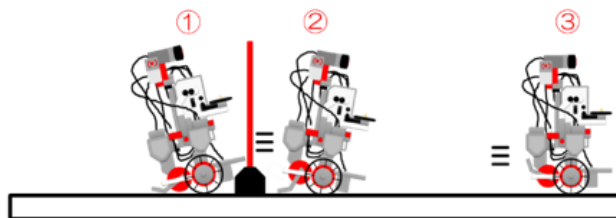


図3 ロケットスタート

またロケットスタートすることにより通常のスタートよりも早く発進することができ、走行タイムの短縮にもつながっている。

ロケットスタートによる効果をまとめる。

- ・スタート時の動作をスムーズにする
- ・走行時間の短縮

課題

- ・スタート時、尻尾を叩きつけたことによる外乱の発生により安定した走行ができなくなる



解決方法

- ・複数の段階に分けて各種パラメータの調整

解決方法を実行したことによりロケットスタートをしても安定して走行するようになった。

ロケットスタートによる走行タイムの変化

通常のスタートとロケットスタートの場合の平均競技タイムの計測を行い効果の検証を行った。計測の結果ロケットスタートによる走行タイムの変化は大きく平均でも3秒近くの差ができた。これによりロケットスタートが走行タイム短縮に効果のあることを確認した。

表1 走行タイムの変化

Rコース	通常のスタート時 (秒)	ロケットスタート時 (秒)
1回目	30.20	26.70
2回目	29.33	27.23
3回目	29.38	27.33
4回目	28.87	26.40
5回目	30.33	26.33
平均	29.62	26.79