

自律走行制御の全体像&障害物検出

桂谷 なおき

物理的な世界では、モータに電圧をかけるとトルクが発生し、トルクが力に変換され、結果として車体が動きます。それによって車体の位置、つまりは現在の状態が決まります。また、その状態での車体とマーカとの位置関係に応じて、カメラにマーカが撮像され、それが画像として観測されます。

この撮影されたカメラの画像から、自走マシンのモータへの制御信号を生成するために、次の3つのプロセスからなるアルゴリズムを利用しています(図1)。

自律走行に必要な処理

● 障害物を検出し車体との相対的な位置関係を求める

まずは幾何学と光学にのっかって、マーカがカメラに写っているという事実に基づき、カメラで撮影したマーカが画像にどのように写っているかに応じて、車体に対してマーカがこの位置にあるはずだという問題を解きます。

マーカ検出によって、写っているマーカと車体(カメラ)との相対的な位置関係が得られます。

● 走行中にコース・マップを作成しながら自車位置を求める

状態に含まれるマーカの位置や向きは、コースがどのように構成されているかを表すコース・マップと言えます。一方、車体の位置や向き、速度は車体自体の状態を表します。このようにマップを生成しながら、自己位置を推定する手法をSLAM(Simultaneous Localization and Mapping)と言います。

ここでは、以下の情報をシステム(物理的な世界)の状態と呼び、それらの推定を行います。

- コース内のマーカの位置と向き
- 車体の位置と向き、速度

制御量(電圧)が分かれば、電磁気学や力学に基づいて、車体がどのように動くかある程度予測できます。一方、運動モデルだけでは十分な精度が得られないので、マーカ検出プロセスから得られた観測結果を使って運動モデルの結果を補正します。

このように、状態推定プロセスでは動きの予測と観測による状態更新を交互に繰り返すことで、精度の良い推定を実現しています。

● 車体の制御量を計算する

最後に、制御量計算によって実際にモータに加える制御量(電圧)を決めます。あらかじめユーザーによって与えられた走行すべき経路に追従して走行するような制御量を計算することが目的です。

カメラのキャリブレーション

具体的なマーカ検出の処理を解説する前に、あらかじめオフラインで行う必要のあるカメラ・キャリブレーションについての解説をしておきます。

● キャリブレーションとは

キャリブレーションの概念について解説します。カ

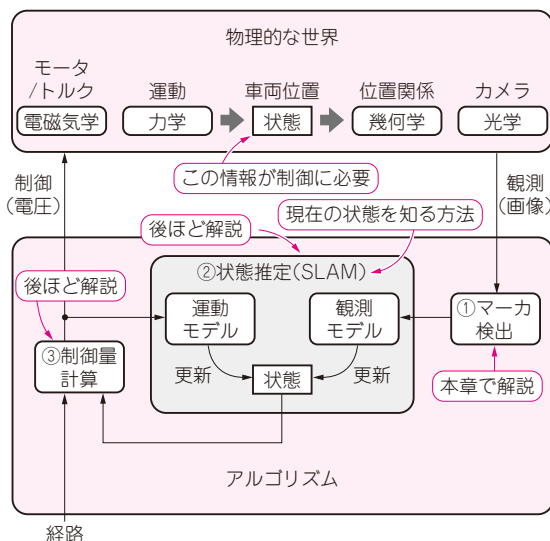


図1 カメラからマーカを読み込んでモータ制御を行うための処理