

PID 制御について

中田 英輔

2012 年 6 月 12 日

1 PID 制御とは

PID 制御は、フィードバック制御の一種であり、入力値の制御を出力値と目標値の偏差、その積分、および微分の 3 つの要素によって行う手法のことである (wikipedia)

P は Proportional の略で比例動作、I は Integral の略で積分動作、D は Differential の略で微分動作を表す。フィードバック制御の基本であり、温度制御やモータ制御など各種制御に用いられている。

1.1 P 制御

最も基本的な制御。目標値との差を一次関数として制御する。

$$x(t) = K_p(y(t) - y_0) + x_0$$

($x(t)$:入力値, K_p :比例定数ゲイン, $y(t)$:現在の出力値, y_0 :目標値, x_0 :維持するために必要な入力値)

1.2 PI 制御

外的な要因などによって P 制御だけでは完全に目標値にすることはできない。そこで P 動作に加え I 動作を加えたものを PI 制御という。I には偏差を累積したものを使う。

$$x(t) = K_p \Delta y(t) + K_i \int_0^t \Delta y(\tau) d\tau + x_0$$

(K_i :積分ゲイン)

1.3 PID 制御

PI 制御だけでも目標値に到達することはできるが時間がかかる。そこで PID 制御。D には現在と前回との差を使う。

$$x(t) = K_p \Delta y(t) + K_i \int_0^t \Delta y(\tau) d\tau + K_d \frac{d\Delta y(t)}{dt} + x_0$$

(K_d :微分ゲイン)

2 ライントレースにおける PID 制御

説明のところにも書いたとおり PID 制御はフィードバック制御である。そのため入力した値と実際の出力した値がわかる必要がある。

つくばロボコンに向けて今回はライントレース，特に左右独立二輪操舵におけるライントレースについて話をします。ライントレースとはつまりラインセンサからの値により左右のモータを制御していくこと。

2.1 ロータリエンコーダとは

ロータリエンコーダはモータの回転数を調べるために用いる。A 相 B 相の 2 デジタル入力があり，その入力のパルスのタイミングで正転逆転を判断する。主に一定時間ごとにパルス数を調べてモータの回転速度を測ったり，パルス数の合計からオドメトリ（移動距離）を測るのに用いる。

2.2 ロータリエンコーダを用いない場合

入力は PWM のデューティ比。出力のフィードバックはラインセンサからの値となる。ラインの真ん中からのずれこの場合の PID 制御の種となる。しかし実際ラインセンサは 6 個か 8 個ほどの違いしかわからないため，正確な PID 制御は行えない。1 段階の差がとても大きく，またなかなか現れない。P はまだいいとして I や D にはその差が大きく影響する。そのためなんちゃって PID 制御を行うことになる。I には値が累積し過ぎないように，D は一瞬しかでてこないのをそれのある程度影響力を持たせるようにする必要がある。

2.3 ロータリエンコーダを用いる場合

入力は PWM のデューティ比。出力のフィードバックはエンコーダの値から計算したモータの回転数となる。

ライントレースで主に用いられる方法として，速度と角速度を定めていく方法がある。進んでいる間の速度は一定にし，ラインセンサからの値により角速度を決め，速度と角速度から左右のモータの回転速度を決める。その回転速度に到達するための PWM のパルス幅を決める。PWM のパルス幅はある程度は速度から決まるが，実際の走行では電源電圧の大きさやタイヤへのトルクのかかり具合など外的要因が大きく関わってくるためロータリエンコーダによる実際の回転速度のフィードバックはモータ制御において大切である。

$$x(t) = K_p \Delta y(t) + K_i \int_0^t \Delta y(\tau) d\tau + K_d \frac{d\Delta y(t)}{dt} + x_0$$

K_p ， K_i ， K_d のそれぞれのゲインの値はある程度は計算によって求まるようだが，最終的には実際の自分たちの機体にあった値をデバッグを繰り返すことによって定めていく必要があるだろう。