

目次

第1章 制御とはじめ

- 1.1 停止制御
- 1.2 速度制御
- 1.3 位置制御
- 1.4 補遺 1

第2章 スタートはABCから

- 2.1 単振り子
- 2.2 剛体振り子
- 2.3 線形状態方程式
- 2.4 補遺 2

第3章 平衡状態は安定か不安定か？

- 3.1 漸近安定性
- 3.2 安定判別
- 3.3 パッシブ制御
- 3.4 補遺 3

第4章 基本の制御手段とは

- 4.1 状態フィードバック
- 4.2 いつ安定化できるか
- 4.3 補遺 4

第5章 センサが足りないとき

- 5.1 状態オブザーバ

5.2 低次元化

5.3 分離定理

5.4 補遺 5

第6章 システムを知るとは

6.1 1次系の応答

6.2 2次系のインパルス応答

6.3 2次系のステップ応答

6.4 補遺 6

第7章 制御手段の最適選択

7.1 1次系のLQ制御

7.2 2次系のLQ制御

7.3 補遺 7

第8章 外乱影響を打ち消す

8.1 定値外乱下の速度制御

8.2 定値外乱下の位置制御

8.3 1次系に対するLQI制御

8.4 補遺 8

付録A ドローンの制御

付録B HILSアプローチ

第1章 制御とはじめ

1.1 停止制御

Home Work 1.1

図1.1のように、一定速度で走っている車を滑らかに減速し停止させる問題を考えます。



図 1.1 一定速度で滑走する車

ニュートンの運動第2法則「質量×加速度=外力」を用いるため、車は質点とみなし、直線運動をしているとします。車の質量を m 、時刻 t における車の速度を $v(t)$ 、車に働く外力を $u(t)$ とすると、車の運動方程式は次の微分方程式で与えられます。

$$m\dot{v}(t) = u(t) \quad (1.1)$$

ここで、 $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ は車の加速度を表し、また制動を始める初期時刻を $t=0$ とします。いま、外力は何らかの仕込みで生じる制動力とし、車を滑らかに減速し停止させるために、これをどのように与えればよいかを考えます。

たとえば、制動力を決める仕込みとして、次の制動方式¹を考えます。

$$u(t) = -kv(t) \quad (kは定数) \quad (1.2)$$

1 初期制 (control law) という言い方も使われる。

12

高校物理の延長からはじめる
初学者にやさしい解説

第8章 外乱影響を打ち消す

(2) (1) を次の Program 82a を用いて検討せよ (図 8.7)。

Program 82a

```
%%MATLAB: p82a.m
m=1;A=[0 1; 0 0];B=[0;1/m];C=[1 0];
AE=[A [0;0];C 0];BE=[B;0];
p=[-1;-1;-1]*0.7;
FE=sf(AE,BE,p);
kr=FE(1);kv=FE(2);ki=FE(3);
%---
AF=[0 1 0; -kr/m -kv/m -ki/m; 1 0 0];
wm=1; w=[0;1/m*wm;0];
r0=-1;rc=0;v0=0;vc=0;x0=[rc-r0;vc-v0;0];
t0=0;t=0:0.1:20;
[t,x]=ode45(@(t,x) AF*x+v,t,x0);
r=rc-x(:,1); d=-ki*x(:,3);
subplot(211),plot(t,r),grid,title('r(t)')
subplot(212),plot(t,d),grid,title('-xI(t)')
%---
function F=sf(A,B,p)
n=size(A,1);
X=B;for i=2:n,X=[B;A*X];end
FO=[zeros(1,n-1),1]/X;
b=[1,-p(1)];for i=2:n,b=conv(b,[1,-p(i)]);end
F=FO;for i=1:n,F=F+A*FO+b(i+1);end
end

//SCILAB: p82a.sce
function F=sf(A,B,p)
n=size(A,1);
```

138

実際に手を動かして学ぶ
実践的な学習スタイル