

ステッピングモータの 速度制御

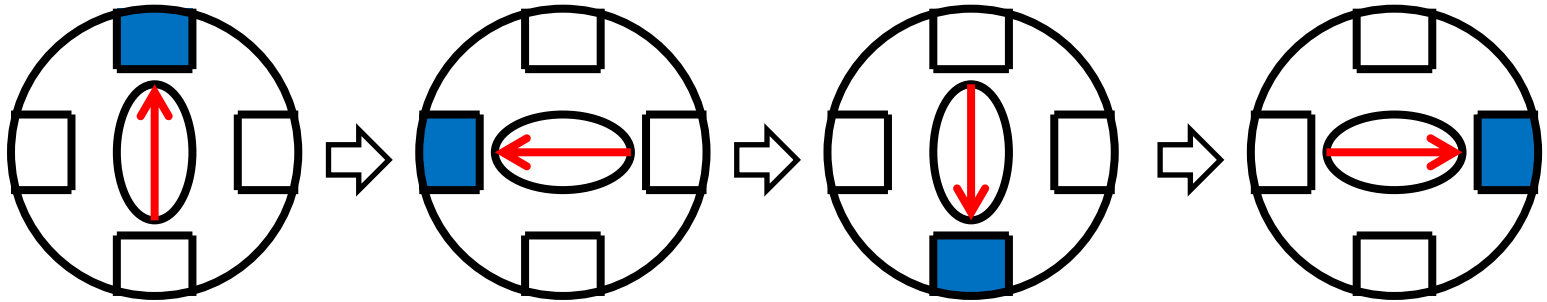
台形加速と加速テーブル

2011年9月18日(日)

電気通信大学 ロボメカ工房 園部雄万

ステッパの動作原理(1)

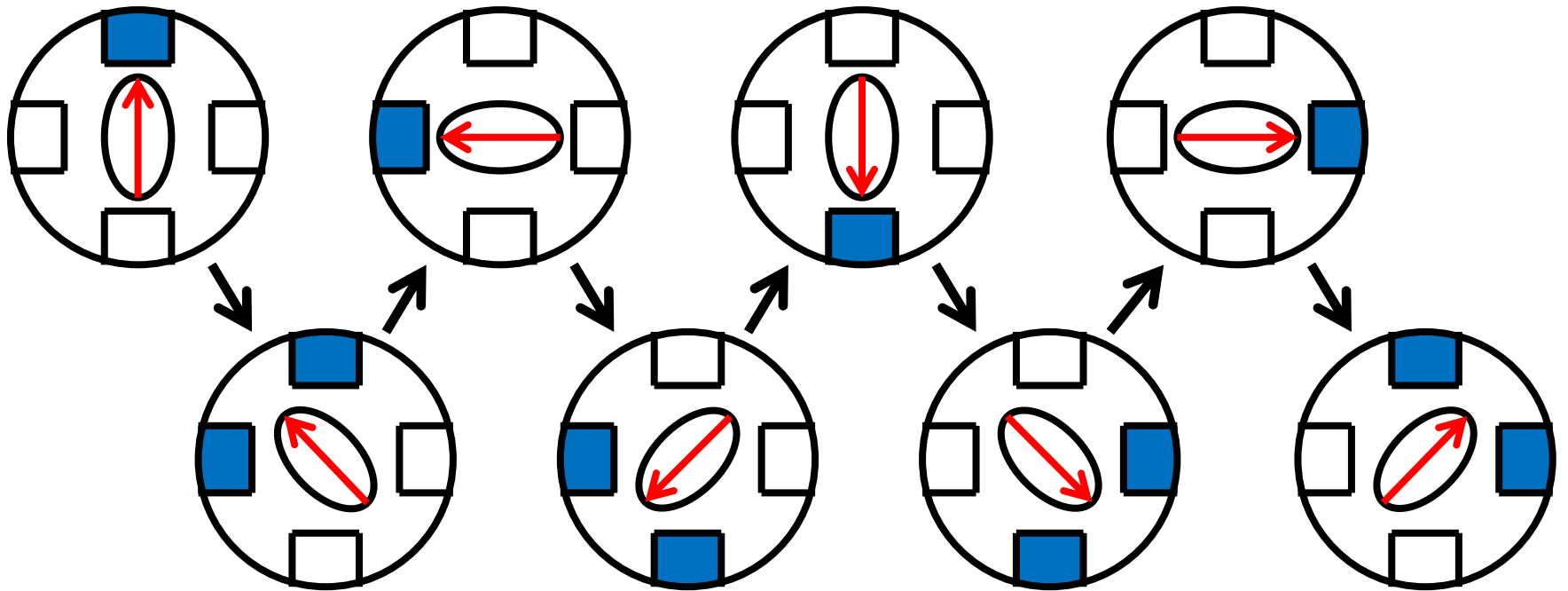
- 1相励磁



- ステップ数[step]
- ステップ角[° /step]・・・1ステップ当りの回転角度

ステツパの動作原理(2)

・1-2相励磁



・ステップ角は1相励磁の半分になる。

ステップ距離とステップ速度

- ・ステップ距離・・・1ステップ当りに進む距離
- ステップ距離[mm/step] =

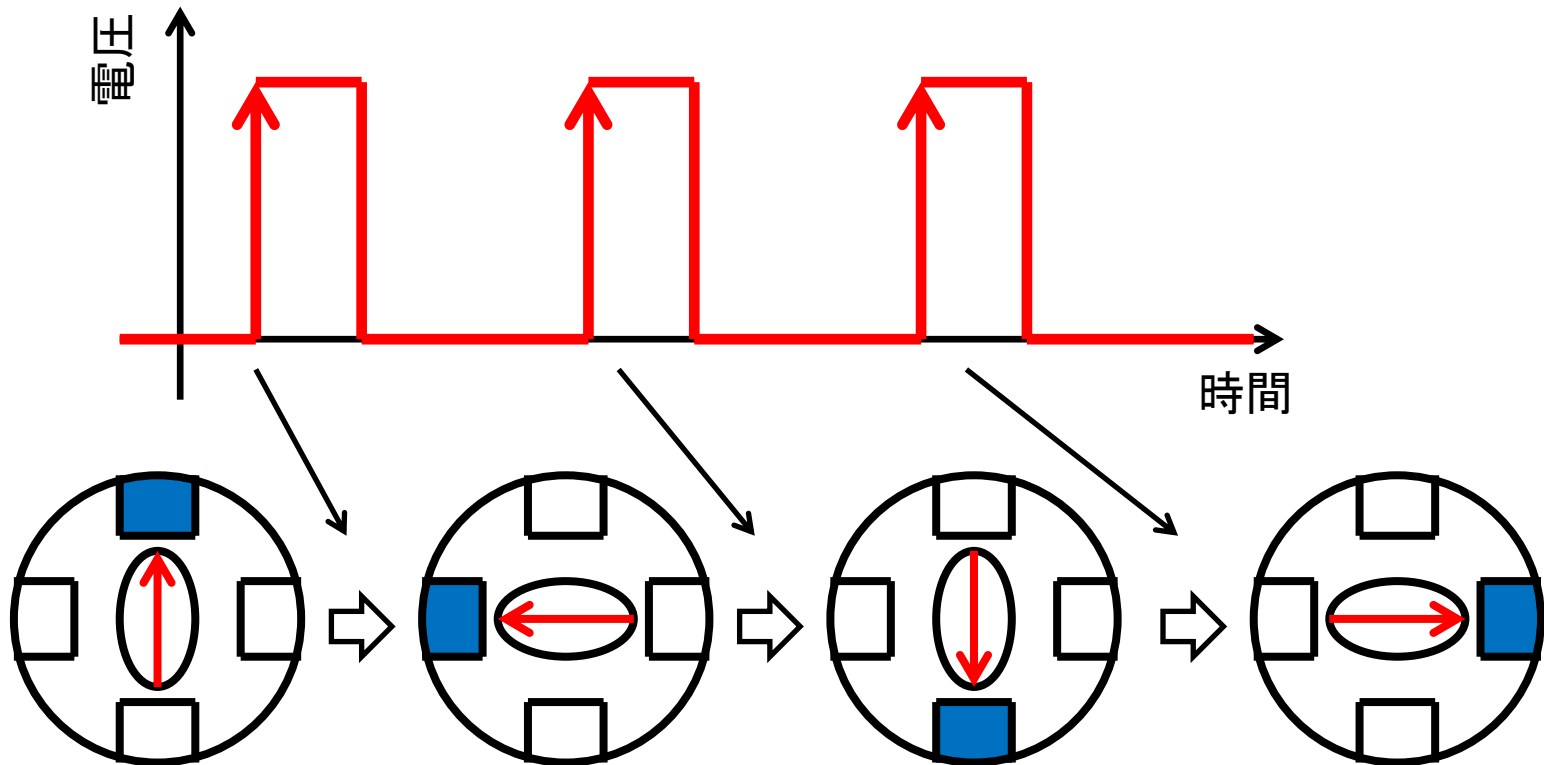
$$\text{タイヤ直径[mm]} \times \pi \div \frac{360^\circ}{\text{ステップ角[mm/step]}}$$

- ・ステップ速度・・・単位時間当りのステップ数

$$\text{ステップ速度[step/s]} = \frac{\text{速度}v[\text{mm/s}]}{\text{ステップ距離[mm/step]}}$$

ステツパの駆動方法

- ・ パルス信号を1つ送ると、1ステップだけ回る。



パルス周波数

- ・パルス周波数・・・単位時間当りのパルス数

パルス周波数[pps] ([pulse/s])

= ステップ速度[step/s]

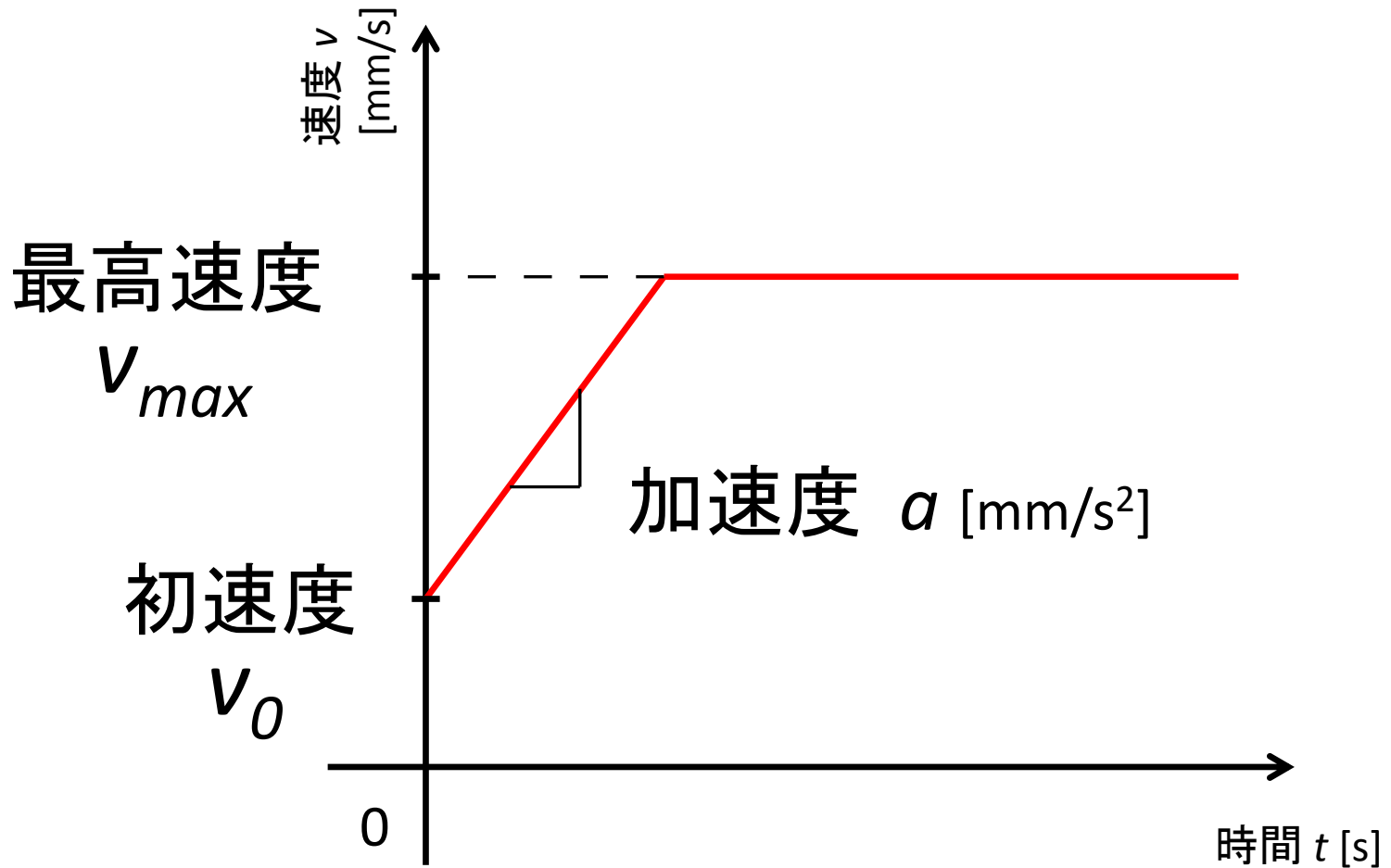
= $\frac{\text{速度 } v[\text{mm/s}]}{\text{ステップ距離}[\text{mm/step}]}$

これでステッパを任意の速度で回せる！

ステツパを回すときの注意点

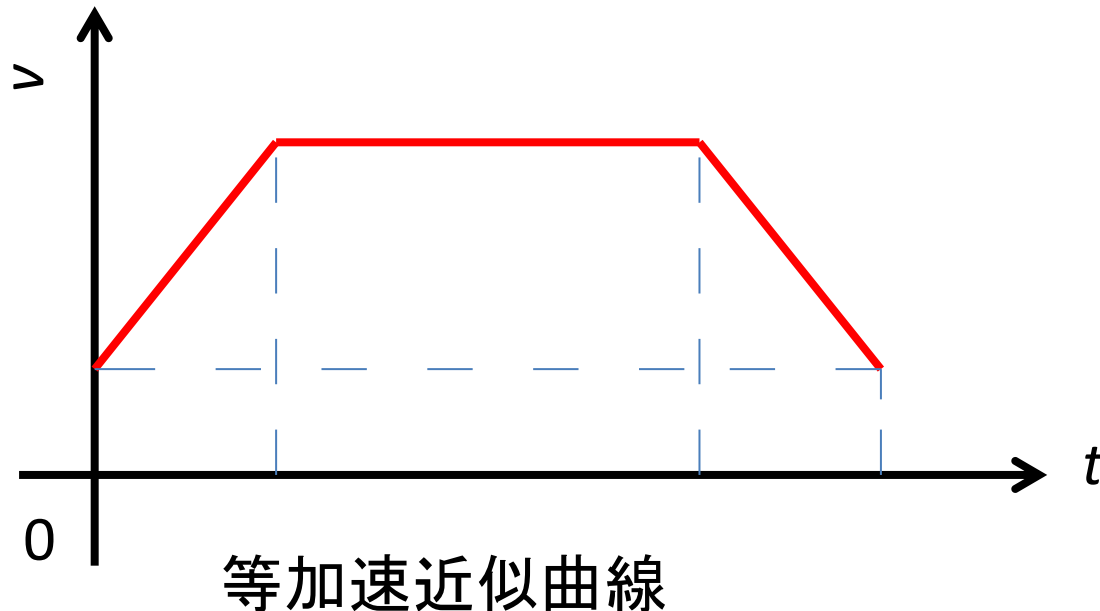
- ・脱調・・・パルス周波数が急激に変化すると、回転が追い付かず、異常動作する。パルス周波数が大きすぎる場合も脱調する。
 - 加速度、最高速度に制限
- ・振動・・・パルス周波数が小さすぎると、回転が段階的になり、車体が振動する。
 - 初速度（最低速度）

v - t グラフ



台形加速

- マウスが一定距離を直進する場合、
加速 → **定速**(最高速度) → **減速** → 停止
と、速度を変化させると効率よく移動できる。



等加速度加速回転の速度計算(1)

加速度 a [mm/s²]、初速度 v_0 [mm/s]のとき、
速度 v [mm/s]は、

$$v = at + v_0$$

これを積分すると移動距離 x [mm]を得る。

$$x = \int_0^t v dt = \int_0^t (at + v_0) dt = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

これら2式より t を消去すると、

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

$$\therefore v = \sqrt{v_0^2 + 2ax}$$

等加速度加速回転の速度計算(2)

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2ax}$$

(x [mm] =

ステップ距離[mm/step] × 総パルス数[pulse])

この式を使い、**加速**を行い、

$v \geq v_{max}$ となった時、**定速**走行に切り替える。

停止位置が近付いたら、上式で**減速**する。

これで台形加速ができる！

ステッパの速度制御に必要な式

ステップ距離[mm/step] =

$$\text{タイヤ直径[mm]} \times \pi \div \frac{360^\circ}{\text{ステップ角[mm/step]}}$$

x[mm] =

$$\text{ステップ距離[mm/step]} \times \text{総パルス数[pulse]}$$

$$v[\text{mm/s}] = \sqrt{v_0^2 + 2ax}$$

$$\text{パルス周波数[pps]} = v \div \text{ステップ距離}$$

計算に時間が掛かる！

→ **加速テーブル**を使う！

加速テーブル

- ・走り始めてからのパルス周波数を表にしたもの。
- ・表計算ソフトなどで計算し、
プログラムに組み込む。(配列で管理する)
- ・プログラム上で計算するよりも高速で処理できる。

	A	B	C	D	E	F	G
1	タイヤ直径[mm]	50		総パルス数	移動距離x[mm]	速度v[mm/s]	パルス周波数[pps]
2	ステップ角[° /step]	0.9		0	0.000	100.0	254
3				1	0.393	112.9	287
4	加速度a[mm/s ²]	3500		2	0.786	124.5	317
5	初速度v0[mm/s]	100		3	1.179	135.1	344
6				4	1.572	144.9	369
7	ステップ距離[mm/step]	0.393		5	1.965	154.1	392
8				6	2.358	162.8	414
9				7	2.751	171.0	435

速度制御のプログラム

```
タイマ割り込み関数(){
```

```
    STEP++; // 総ステップ数をカウント
```

```
    if(v_now < v_tar){
```

```
        v_now++; // 現在 < 目標なら加速
```

```
    }else if(v_now > v_tar){
```

```
        v_now--; // 現在 > 目標なら減速
```

```
    }
```

```
    if(v_now < 0) v_now = 0; // 最低速度に制限
```

```
    if(v_now > v_max) v_now = v_max; // 最高速度に制限
```

```
    GRA = CLOCK / AccTable[ v_now ]; // 次の割り込み周期を設定
```

```
}
```

台形加速のプログラム

```
指定距離だけ直進する関数(STEP_tar){  
    v_tar = v_max;  
    while(STEP < STEP_tar - STEP_dec); // 加速  
        // STEP_dec: 減速に必要な距離  
    v_tar = 0;  
    while(STEP < STEP_tar); // 減速  
}
```