



この作品はクリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。

Excercise7: Velocity Planning and Simulation of Vehicle / 車両の速度計画とシミュレート

For the system in Ex6, we add the following motion disturbance and sensor with noise. Develop a Kalman filter and plot a true and estimated position.

演習6のシステムに次のスライドで述べる動作外乱とノイズを含むセンサが与えられたときに, カルマンフィルタを構成し, 真の位置と推定位置をプロットせよ.



この作品はクリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。

Example of velocity planning

速度計画の例

RT Style velocity planning

回転・並進型の速度計画

$B=0.3$

$t = [12, 13]$ Rotation/回転 from $0[\text{deg}]$ to $\pi/2 [\text{rad}]$

$w = \pi/2[\text{rad/s}]$

$t = [13, 16]$ Translation/並進 $y = 0[\text{m}]$ to $3[\text{m}]$

$v = 1[\text{m/s}]$

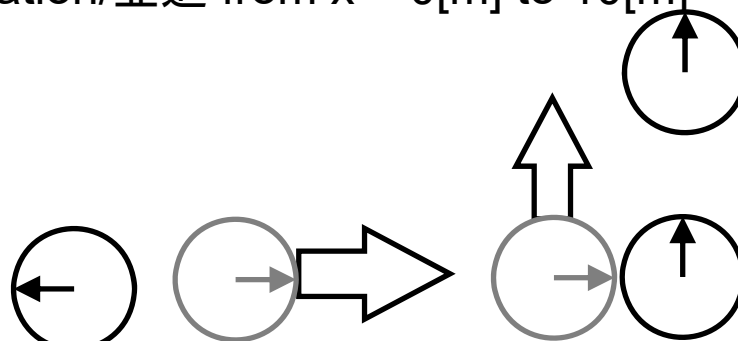
$t = [0, 2]$ Rotation/回転 from $q = -\pi[\text{rad}]$ to $0[\text{rad}]$

$w = \pi/2[\text{rad/s}]$

$t = [2, 12]$ Translation/並進 from $x = 0[\text{m}]$ to $10[\text{m}]$

$v = 1[\text{m/s}]$

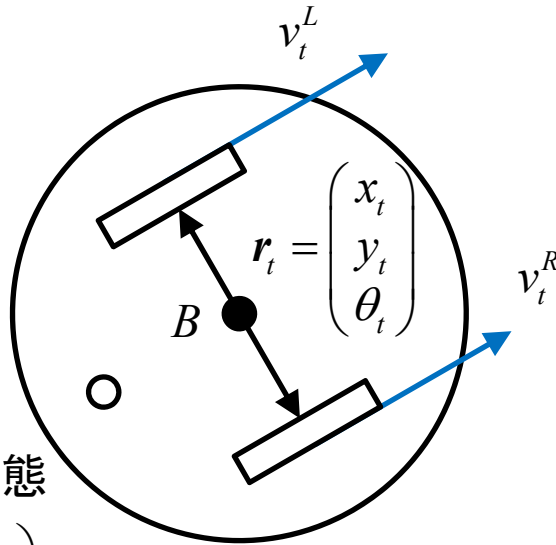
$$p_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \pi \end{pmatrix}$$



$$p_2 = \begin{pmatrix} 10 \\ 3 \\ \pi/2 \end{pmatrix}$$

$$p_1 = \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ \pi/2 \end{pmatrix}$$

Vehicle Kinematics 2D Driving Wheel and 1 Caster / 2DW1C車両の運動学



State/状態

$$\mathbf{r}_t = \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \\ \theta_t \end{pmatrix}$$

Control/制御

$$\mathbf{u}_t = \begin{pmatrix} v_t^L \\ v_t^R \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{v}_t = \begin{pmatrix} v_t \\ \omega_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{v_t^L + v_t^R}{2} \\ \frac{v_t^R - v_t^L}{B} \end{pmatrix}$$

Odometer: Discrete System

オドメトリ: 離散系

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{r}_{k-1} + \Delta t \dot{\mathbf{r}}_k \quad J(\theta_t) = \begin{pmatrix} \frac{\cos \theta_t}{2} & \frac{\cos \theta_t}{2} \\ \frac{\sin \theta_t}{2} & \frac{\sin \theta_t}{2} \\ -\frac{1}{B} & \frac{1}{B} \end{pmatrix}$$

$$= \mathbf{r}_{k-1} + \Delta t J(\theta_k) \mathbf{u}_k$$

Disturbance and noise

外乱とノイズ

$$\mathbf{Q}_k = \begin{pmatrix} 0.1^2 & 0 \\ 0 & 0.1^2 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{R}_k = \begin{pmatrix} 0.2^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1^2 \end{pmatrix}$$

$$dt = 0.1$$



System with Disturbance/ 外乱を含んだシステム

Vehicle kinematics with disturbance
外乱を含んだ車両の運動学

$$\begin{aligned}\mathbf{r}_k &= \mathbf{r}_{k-1} + \Delta t J(\theta_k)(\mathbf{u}_k + \mathbf{w}_k) \\ &= \mathbf{r}_{k-1} + \Delta t J(\theta_k)\mathbf{u}_k + \Delta t J(\theta_k)\mathbf{w}_k \\ \mathbf{w}_k &\sim N(0, Q_k)\end{aligned}$$

外乱を含んだ観測

$$\begin{aligned}\mathbf{z}_k &= \mathbf{r}_k + \mathbf{v}_k \\ \mathbf{v}_k &\sim N(0, R_k)\end{aligned}$$

Kalman filter for this system
この系に対するカルマンフィルタ
Two stage update
二段階で更新

Prediction/予測

$$\hat{\mathbf{r}}_{k|k-1} = \hat{\mathbf{r}}_{k-1|k-1} + \Delta t J(\hat{\theta}_{k-1|k-1})\mathbf{u}_k$$

$$P_{k|k-1} = P_{k-1|k-1} + \Delta t^2 J(\hat{\theta}_{k-1|k-1})Q_k J(\hat{\theta}_{k-1|k-1})^T$$

Update/更新

$$\mathbf{e}_k = \mathbf{z}_k - \hat{\mathbf{r}}_{k|k-1}$$

$$S_k = R_k + P_{k|k-1}$$

$$K_k = P_{k|k-1} S_k^{-1}$$

$$\hat{\mathbf{r}}_{k|k} = \hat{\mathbf{r}}_{k|k-1} + K_k \mathbf{e}_k$$

$$P_{k|k} = (I - K_k) P_{k|k-1}$$