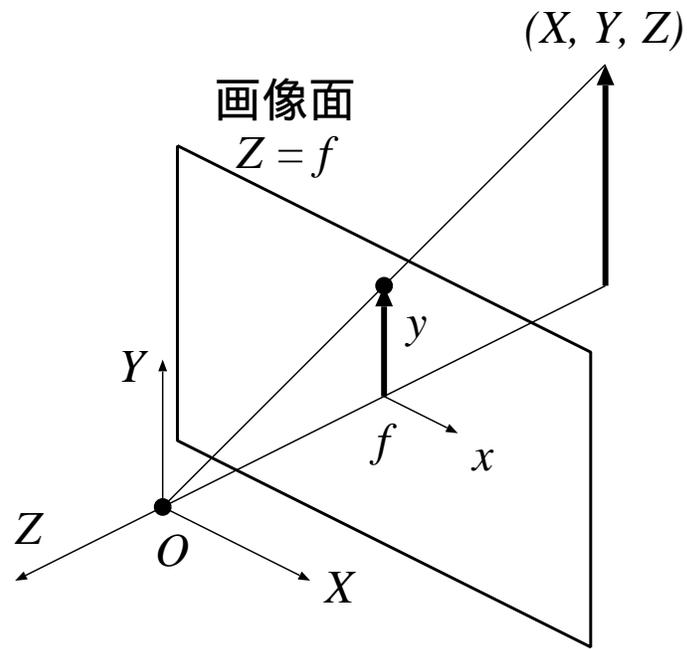


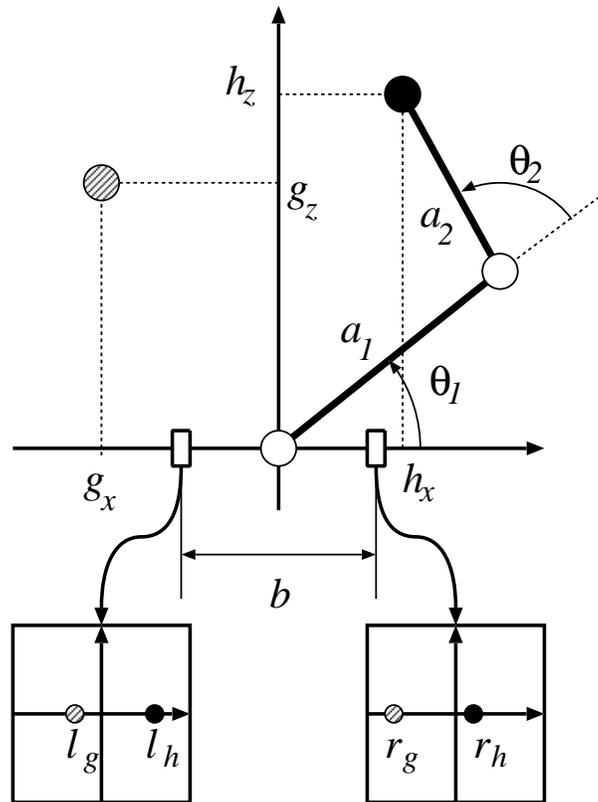
ピンホールモデル



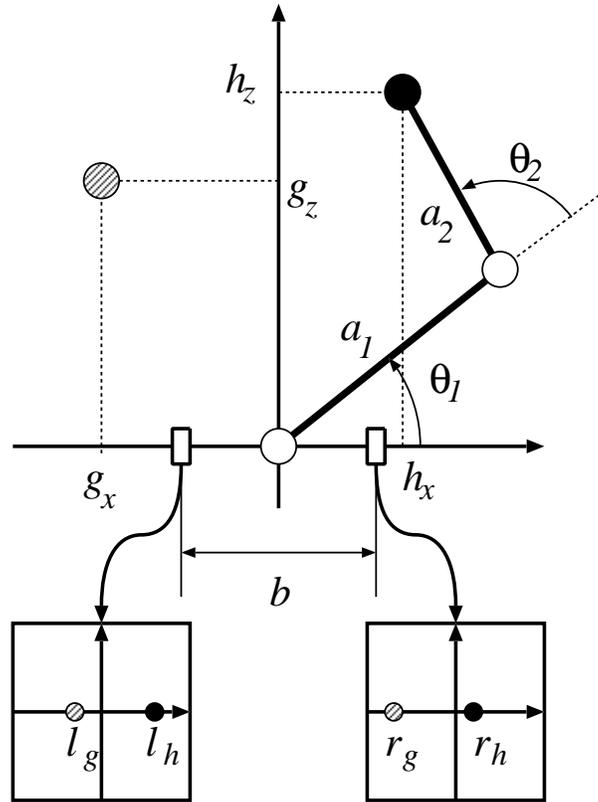
- オブジェクト位置: (X, Y, Z)
- オブジェクト画像:

$$x = f \frac{X}{Z}, \quad y = f \frac{Y}{Z}$$

- f は焦点距離



- 関節角: $\theta = (\theta_1, \theta_2)$
- リンク長さ: $a = (a_1, a_2)$
- ハンド位置: $h = (h_x, h_z)$
- ハンド画像: $\xi_h = (l_h, r_h)$
- ゴール位置: $g = (g_x, g_z)$
- ゴール画像: $\xi_g = (l_g, r_g)$
- 目標: h を g に収束させる



- 撮像モデル: $C_g : g \rightarrow \xi_g$

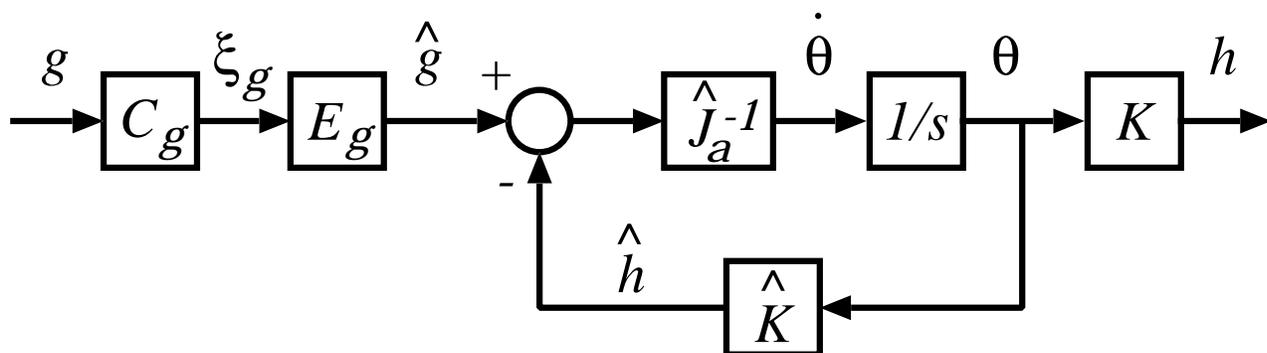
$$l_g = f \frac{g_x + b/2}{g_z}, \quad r_g = f \frac{g_x - b/2}{g_z}$$

- ステレオモデル: $E_g : \xi_g \rightarrow \hat{g}$

$$\hat{g}_x = f \frac{b(l_g + r_g)}{d_g}, \quad \hat{g}_z = f \frac{b}{d_g}, \quad d_g = l_g - r_g$$

- 機構学モデル: $K : \theta \rightarrow \hat{h}$

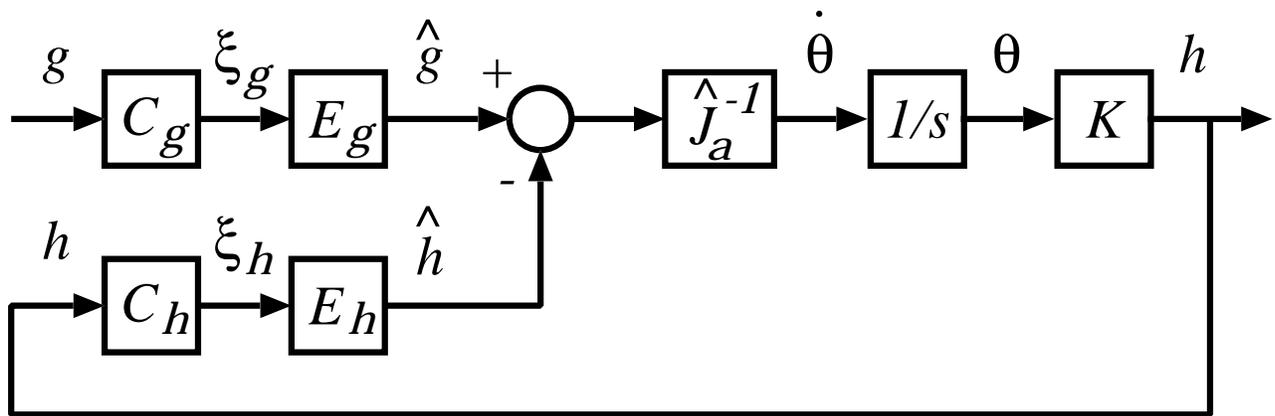
$$h_x = l_1 \cos \theta_1 + \cos(\theta_1 + \theta_2), \quad h_z = l_1 \sin \theta_1 + \sin(\theta_1 + \theta_2)$$



- ハンド位置推定値: \hat{h}
- ゴール位置推定値: \hat{g}
- 制御則

$$\dot{\theta} = \lambda \hat{J}_a^{-1}(\hat{g} - \hat{h}), \quad J_a = \frac{\partial h}{\partial \theta}$$

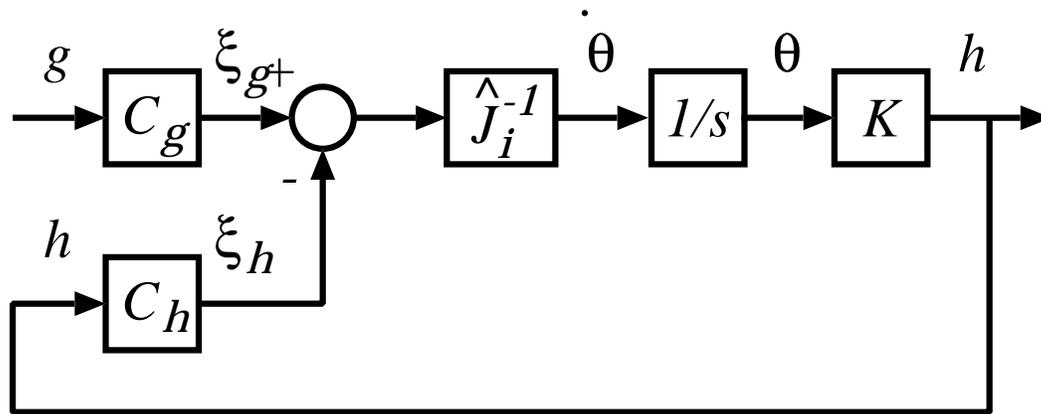
- \hat{h}, \hat{g} に誤差があったら?



- ハンド位置推定値: \hat{h} (ハンド画像から推定)
- ゴール位置推定値: \hat{g}
- 制御則

$$\dot{\theta} = \lambda \hat{J}_a^{-1}(\hat{g} - \hat{h}), \quad J_a = \frac{\partial h}{\partial \theta}$$

- \hat{h}, \hat{g} に誤差があったら?



- ハンド画像: ξ_h
- ゴール画像: ξ_g
- 制御則

$$\dot{\theta} = \lambda \hat{J}_i^{-1} (\xi_g - \xi_h), \quad J_i = \frac{\partial \xi_h}{\partial \theta} = \frac{\partial \xi_h}{\partial h} \frac{\partial h}{\partial \theta}$$

- \hat{h}, \hat{g} に誤差があったら?