

1 13 Kalibrace

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{p}) = \mathbf{0} \quad (1)$$

kde \mathbf{x} jsou měřené veličiny a \mathbf{p} kalibrační parametry

$$\mathbf{F}(\mathbf{X}, \mathbf{p}) = \mathbf{0} \doteq \mathbf{F}(\mathbf{X}, \bar{\mathbf{p}}) + \underbrace{\frac{\partial \mathbf{F}(\mathbf{X}, \bar{\mathbf{p}})}{\partial \mathbf{p}}}_{\mathbf{J}_p} \Delta \mathbf{p} \Rightarrow \Delta \mathbf{p} = \mathbf{J}_p^+ \mathbf{F}(\mathbf{X}, \bar{\mathbf{p}}) \quad (2)$$

kde

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}(\mathbf{x}_1, \mathbf{p}) = \mathbf{0} \\ \vdots \\ \mathbf{f}(\mathbf{x}_n, \mathbf{p}) = \mathbf{0} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Kalibrovatelnost je obecná schopnost kalibrovat mechanismus. Závisí na volbě kalibrovaných parametrů i kalibračních poloh. Značnou roli hraje podmíněnost matice $\mathbf{J}_p^T \mathbf{J}_p$.

14 Rozšířená kalibrovatelnost

$$\mathbf{f}(\bar{\mathbf{x}} + \hat{\mathbf{x}}, \bar{\mathbf{p}} + \hat{\mathbf{p}}) = \mathbf{0} \quad (4)$$

kde $\bar{\mathbf{x}}$ jsou měřené veličiny, $\hat{\mathbf{x}}$ opravy veličiny, \mathbf{p} kalibrační parametry a $\hat{\mathbf{p}}$ opravy parametrů.

Cílem je minimalizovat kritérium

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \hat{\mathbf{x}}_i^T \mathbf{C}_x^{-\frac{1}{2}} \hat{\mathbf{x}}_i + \hat{\mathbf{p}}^T \mathbf{C}_p^{-\frac{1}{2}} \hat{\mathbf{p}} \quad (5)$$

Při splnění

$$\sum_{i=1}^N \mathbf{f}(\bar{\mathbf{x}}_i + \hat{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{p}} + \hat{\mathbf{p}}) = \mathbf{0} \quad (6)$$

To zprostředkujeme zavedením Lagrangiánu

$$L = \chi^2 + \sum_{i=1}^N \lambda_i \mathbf{f}(\bar{\mathbf{x}}_i + \hat{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{p}} + \hat{\mathbf{p}}) \quad (7)$$

15 Beneš-Šika kalibrace

Přechod mezi následujícími osami lze popsat 4 parametry \Rightarrow

$$\underbrace{\mathbf{T}_x(x_0)\mathbf{T}_y(y_0)\mathbf{T}_z(z_0)\mathbf{T}_{\phi_x}(\phi_{x_0})\mathbf{T}_{\phi_y}(\phi_{y_0})\mathbf{T}_{\phi_z}(\phi_{z_0})}_{\text{Tracker-Základna}} \mathbf{T}_{\phi_z}(\phi_{12}) \underbrace{\mathbf{T}_x(x_2)\mathbf{T}_z(z_2)\mathbf{T}_{\phi_x}(\phi_{x_2})\mathbf{T}_{\phi_z}(\phi_{z_2})}_{\text{Kalibrace na tělesu 2}} \quad (8)$$

$$\mathbf{T}_{\phi_x}(-\phi_{23}) \underbrace{\mathbf{T}_x(x_3)\mathbf{T}_z(z_3)\mathbf{T}_{\phi_x}(\phi_{x_3})\mathbf{T}_{\phi_z}(\phi_{z_3})}_{\text{Kalibrace na tělesu 3}} \dots \mathbf{r}_{NK} = \mathbf{r}_{0K} \quad (9)$$

(pls někdo doplňte zbytek rovnice a obrázek)

Pro každou kalibrační polohu máme 3 rovnice a mechanismus má dohromady 27 kalibračních parametrů \Rightarrow potřebujeme min. 9 kalibračních poloh.