

1. Základní schéma kalibrace

Vazbové rovnice lze zapsat ve tvaru

$$\mathbf{F}(\mathbf{d}, \mathbf{S}, \mathbf{V}) = 0, \quad (1.1)$$

kde \mathbf{d} jsou rozměry mechanismu, \mathbf{S} jsou změřené souřadnice z čidel, \mathbf{V} jsou polohy koncového bodu manipulátoru.

První člen Taylorova rozvoje rovnice (1.1) podle neznámých (kalibrovaných) souřadnic $\bar{\mathbf{d}}$:

$$\mathbf{F}(\bar{\mathbf{d}}, \mathbf{S}, \mathbf{V}) + \mathbf{J}_{\mathbf{d}} \delta \mathbf{d} + \dots = 0. \quad (1.2)$$

Pro i -tou iteraci Newtonovy metody pak platí

$$\delta \mathbf{d}_i = (\mathbf{J}_{\mathbf{d}i}^T \mathbf{J}_{\mathbf{d}i})^{-1} \mathbf{J}_{\mathbf{d}i}^T \delta \mathbf{r}_i, \quad (1.3)$$

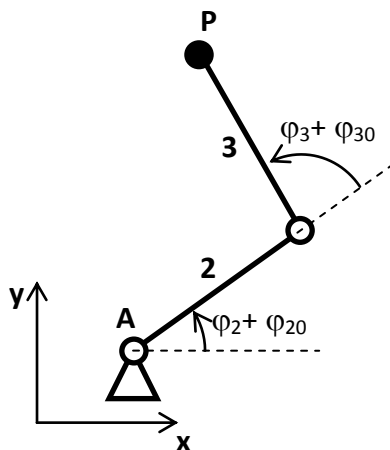
kde

$$\delta \mathbf{r} = \mathbf{J}_{\mathbf{d}} \delta \mathbf{d} = -\mathbf{F}(\bar{\mathbf{d}}, \mathbf{S}, \mathbf{V}). \quad (1.4)$$

Nové kalibrované rozměry se pak vypočítají podle vztahu

$$\mathbf{d}_{i+1} = \mathbf{d}_i + \delta \mathbf{d}_i. \quad (1.5)$$

2. Příklad



U mechanismu na obrázku zkalibrujte polohu bodu A, délky ramen 2, 3 a „offsety“ inkrementálních čidel v rotačních vazbách. K dispozici máte záznam z přesného měření polohy koncového bodu P s příslušnými údaji z čidel.

Dáno: změřené polohy bodu P s údaji z čidel φ_2 , φ_3 , odhady parametrů x_A , y_A , l_2 , l_3 , φ_{20} , φ_{30} .

Určete: přesné hodnoty parametrů x_A , y_A , l_2 , l_3 , φ_{20} , φ_{30} .

Vazbové rovnice:

$$f_1: \quad x_A + l_2 \cdot \cos(\varphi_2 + \varphi_{20}) + l_3 \cdot \cos(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30}) - x_P = 0 \quad (2.1)$$

$$f_2: \quad y_A + l_2 \cdot \sin(\varphi_2 + \varphi_{20}) + l_3 \cdot \sin(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30}) - y_P = 0 \quad (2.2)$$

Jacobián (transponovaný zápis)

	f_1	f_2
$\frac{\partial}{\partial x_A}$	1	0
$\frac{\partial}{\partial y_A}$	0	1
$\frac{\partial}{\partial l_2}$	$\cos(\varphi_2 + \varphi_{20})$	$\sin(\varphi_2 + \varphi_{20})$
$\frac{\partial}{\partial l_3}$	$\cos(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$	$\sin(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$
$\frac{\partial}{\partial \varphi_{20}}$	$-l_2 \cdot \sin(\varphi_2 + \varphi_{20}) - l_3 \cdot \sin(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$	$l_2 \cdot \cos(\varphi_2 + \varphi_{20}) + l_3 \cdot \cos(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$
$\frac{\partial}{\partial \varphi_{30}}$	$-l_3 \cdot \sin(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$	$l_3 \cdot \cos(\varphi_2 + \varphi_{20} + \varphi_3 + \varphi_{30})$