

DOF : degrees of freedom
- kolik směry a tím můžu vyjít

- ve 2D : 3 DOF : x, y , rotace podle jedné osy

- ve 3D : 6 DOF : x, y, z , rotace podle všech tří os

Pravidlo prvé ruky

- jestli osa z bodu namořeno nebo dolů

Manipulators:

- nejméně potřebujeme 6 DOF (lidská ruka má 7 DOF)

- joint variable : popis polohy jednotlivých prvků v kinematickém řetězci

Joint State - $[q_1, q_2, \dots, q_n]$ DOF = n

- working space : vypracování plochy

local x global coordinate system LCS x GCS

zároveň všech jednotlivých jointů $\rightarrow$ přehlední hierarchickou strukturou

Lower pair joints:

1) revolute : dvě věci se pohybují v rámci jedné osy : DOF = 1

2) prismatic : „slider“ ve žláhu $\rightarrow$ první ubíhá, pouze posouvá : DOF = 1

3) helical : šroub : má pouze 1 DOF, ale ovlivňuje dva parametry

4) Cylindrical : stejný jako helical, ale 2 DOF, nezávisle $\hookrightarrow$ jeden je ale vždy závislý

$\hookrightarrow$ například příst v trubce um ose

5) spherical : 3 DOF, hlásící hloub s osou m konci

6) planar : 3 DOF, deska um desce, můžeme ji posunout a otočit

$\hookrightarrow$ Většinou se používají jen tyto, zejména první dva pro roboty

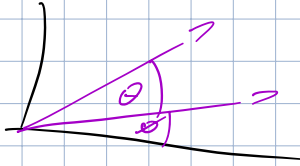
Rotation : - matice!

$P' = R \cdot P$ - nová práce je minulá x rotace

Jak vypadá matice rotace okolo x?

$$R_{x,\alpha} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}$$

$\rightarrow P = (x, y) = (r \cdot \cos \phi, r \cdot \sin \phi) \quad P' = (r \cos(\phi + \theta), r \sin(\phi + \theta))$
 $= (r \cos \phi \cos \theta - r \sin \phi \sin \theta, r \sin \phi \cos \theta + r \cos \phi \sin \theta)$
 $(x \cdot \cos \theta - y \cdot \sin \theta, y \cdot \cos \theta + x \cdot \sin \theta)$



Rotace podle x, y, z o α, β, γ :

$$\cos \alpha = \frac{p_n}{|p|}$$

$$R_{\alpha, \beta, \gamma} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) - \cos(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & \sin(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) - \sin(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & \sin(\alpha) \sin(\beta) \cos(\gamma) \\ \sin(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) - \sin(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & \cos(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) - \cos(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & \cos(\alpha) \sin(\beta) \cos(\gamma) - \cos(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) \\ -\cos(\alpha) \sin(\beta) \cos(\gamma) + \cos(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & -\sin(\alpha) \sin(\beta) \cos(\gamma) + \sin(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma) & \cos(\alpha) \cos(\beta) \sin(\gamma) - \cos(\alpha) \sin(\beta) \cos(\gamma) \end{pmatrix}$$

Translation:

$$P' = R \cdot P + T \quad \rightarrow \quad \begin{pmatrix} P' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot P$$

Forward kinematics (3D):

$$P = f(q) \quad \dots \quad q = [q_1, q_2, \dots, q_n], \quad P = [x, y, z, \alpha, \beta, \gamma] \quad \text{můžeme jako funkci}$$

System Composition:

Jakmile máme systém bloků, chci výslednou pozici, tak pouze násobím maticí jednotlivých bloků.

$\rightarrow$ Problém ale je, že tam bude hodně sinusů a cosinusů

Dennis - Hartenberg:

- Simplifikace velkých systémů

- mezi dvěma články existuje jen jeden pohyb, který mění vzájemný relativní vektor.