

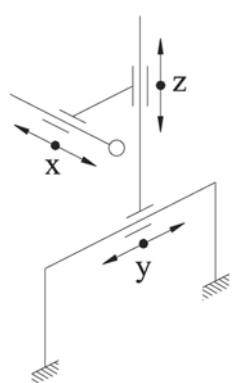
Technologie Top Down Design v návrhu struktur robotů

Úvod

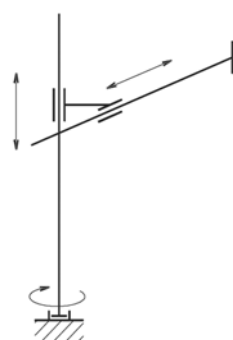
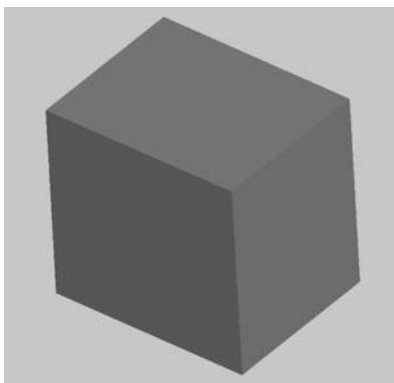
Jedním požadavků na konstrukci průmyslových robotů je zajištění tvaru a rozměrů pracovního prostoru. Tento požadavek lze zajistit pomocí několika variant mechanismu. Mechanismy robotů jsou tvořeny pohybovými jednotkami, klouby, které mají vždy jeden stupeň volnosti, tyto klouby jsou buď rotační nebo translační. Jestliže trajektorie koncového bodu jednoho kloubu je úsečka nebo oblouk popřípadě kružnice a současný pohyb dvou kloubů obsáhne rovinu popřípadě rotační plochu, pak pohyb vhodně uspořádaných tří kloubů vytváří objem. Pro realizaci velikosti a tvaru pracovního prostoru robotu tedy postačují v převážné většině tři stupně volnosti.

Struktury robotů

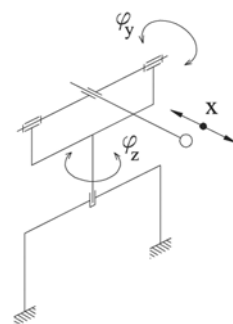
Jestliže je translační kloub označen „T“ a rotační „R“ pak pro návrh struktury robotů je k dispozici osm následujících kombinací, TTT, RTT, RRT, RRR, TRR, TTR, TRT, RTR. Vývojem konstrukce robotů se nejčastěji používají následující struktury:



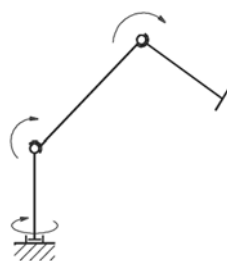
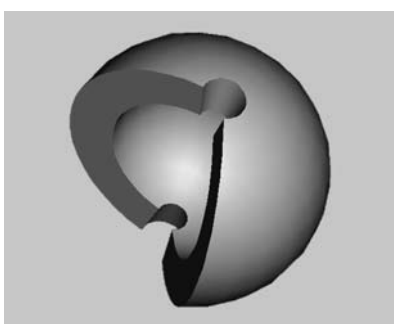
Obr.1 „TTT“ Kartézský



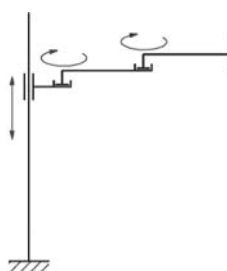
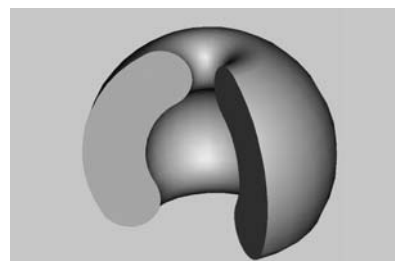
Obr.2 „RTT“ Cylindrický



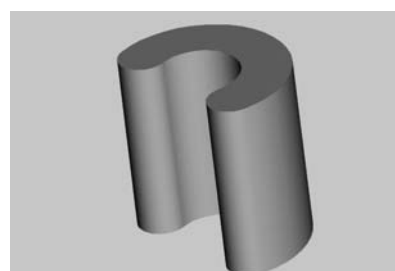
Obr.3 „RRT“ Sférický



Obr.4 „RRR“ Angulární



Obr.5 „TRR“ SCARA



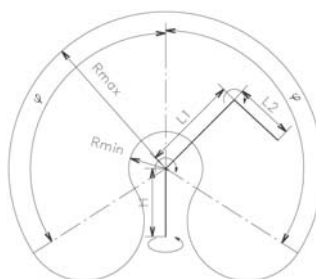
Zobrazené struktury jsou typickými představiteli nejpoužívanějších robotů. V případě zadání konstrukce nového robotu přichází v úvahu dvě možnosti typu zadání.

1. Je zadána kinematická struktura a je nutno určit tvar rozměry pracovního prostoru.
2. Je zadán tvar rozměry pracovního prostoru a je potřeba navrhnout strukturu, která je schopna realizovat tento prostor.

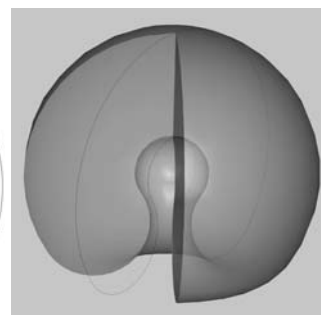
Metoda Top Down Design pro návrh robotu.

CAD/CAM systém Pro/ENGINEER disponuje nástroji, které umožňují řešení obou možností zadání. Jedním těchto nástrojů je možnost vytvářet tzv. skeletony, kostry modelu. Na tyto kostry je pak vázán model navrhovaného stroje. Skeleton je základem konstrukce sestavy. Je to součást, která má specifické postavení. Používá se pro definici základní kostry sestavy. Ze skeletonu se vychází při definování základní geometrie komponent sestavy. V případě řešení struktury robotu, zadané velikostí a tvarem pracovního prostoru je právě model tohoto prostoru vytvořen jako skeleton.

Tvar a rozměry skeletonu vycházejí z obrázku 6. První prvek skeletonu je tvořen rovinnou křivkou, která vyjadřuje mezní polohy koncového členu robotu. Na základě této křivky lze vytvořit prostorový model pracovního prostoru, obr. 7. Jestliže rozměry



Obr.6 Zadání pracovního prostoru



Obr.7 Model pracovního prostoru



skeletonu definují poloměry $R_{\max}$, $R_{\min}$, úhel φ a výška H . Pak tyto parametry jsou určující i pro délky ramen navrhovaného mechanismu, a vycházejí z následujících vztahů.

$$R_{\max} = L_1 + L_2 \quad R_{\min} = L_1 - L_2$$

Z těchto vztahů vyplývá:

$$L_1 = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2} \quad L_2 = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{2}$$

Poněvadž lze na základě různých analýz stanovit optimální poměr délek ramen robotu, například z hlediska minimalizace reakcí v kloubech, lze provést i korekci rozměrů zadaného pracovního prostoru tak aby splňoval požadavky zadání a byl efektivní z hlediska konstrukce robotu.

Jestliže poměr

$$\lambda = \frac{L_1}{L_2}$$

se bude pohybovat v rozmezí $1,25 \div 1,63$.

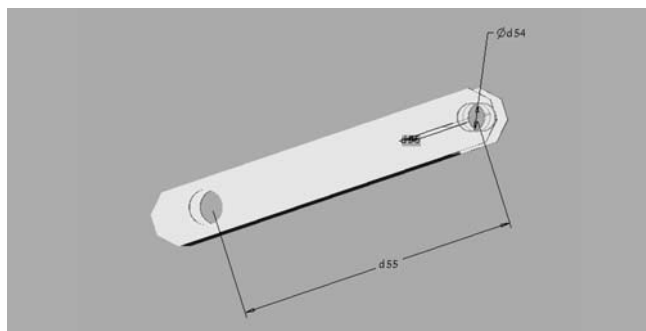
Příčemž spodní hranice „1,25“ vychází z analýz různých angulárních robotů, ve kterých byly optimalizovány délky jejich ramen.

Horní hranice je pak dána rozdělením poloměru $R_{\max}$ na dvě délky metodou zlatého řezu.

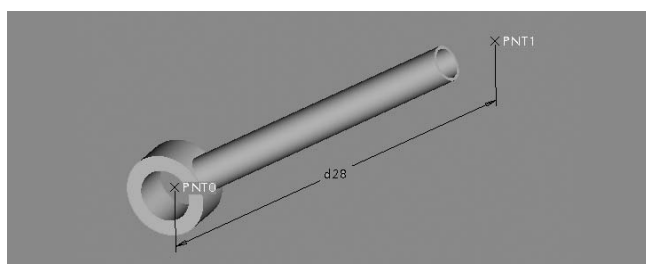
Pro rozmezí optimálního $R_{\min}$ platí:

$$R_{\min} = R_{\max} \cdot \frac{\lambda - 1}{\lambda + 1} \quad R_{\min} = (0,11 \div 0,24) R_{\max}$$

Rozměry modelů jednotlivých ramen jsou definovány tak, aby bylo možno délky ramen svázat pomocí relací v sestavě, obr. 8 a 9.



Obr.8 Rameno 1



Obr.9 Rameno 2

Délky ramen 1 a 2 lze pak svázat relacemi, které budou řídit celý model robotu:

$$d55:6 = (D3:0 + D2:0)/2$$

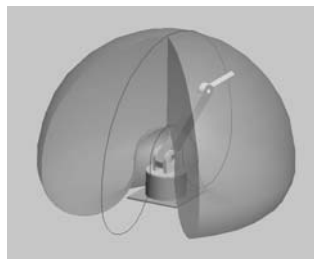
$$d28:8 = (D3:0 - D2:0)/2$$

Poněvadž se jedná o vztahy mezi kótami v sestavě je syntaxe názvu kóty následující.

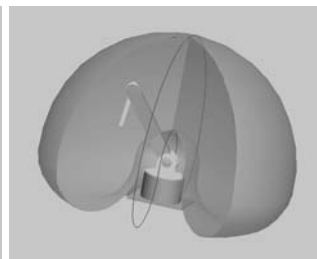
název kóty d55:6 kde:

- d55 – číslo kóty v součásti
- :6 – pozice součásti v sestavě

Na základě skeletonu a vhodně vytvořených modelů hlavních částí robotu, lze jednoduše měnit rozměry a vyšetřovat funkčnost robotu vzhledem k tvaru velikosti pracovního prostoru, obr. 10 a 11.



Obr.10 Výchozí model robotu, pohled 1



Obr.11 Výchozí model robotu, pohled 2

Závěr

Technologie Top Down Design umožňuje definovat výchozí podmínky pro konstrukci robotu. Tyto podmínky vycházejí ze zadání tvaru a rozměrů pracovního prostoru. Poněvadž výchozí model robotu je pomocí relací vázán na skeleton pracovního prostoru, veškeré změny zadání se promítanou do modelu robotu.

Článek je jedním z výstupů výzkumného úkolu J 17/98:272300008, jehož řešitelem je katedra robototechniky, VŠB-TU v Ostravě.

Literatura

- [1] KONEČNÝ, Z.: Modelování a analýza konstrukce robotů I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava 2001. 80 s. ISBN 80-248-0018-7
- [2] SKAŘUPA, J., MOSTÝN, V.: Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů. 1. vydání, Košice: Edice vědecké a odborné literatury – Strojní fakulta TU v Košicích, 2002. 190 s, ISBN 80-88922-55-0
- [3] KONEČNÝ, Z.: Konstrukce chapadel robotů metodou „Top Down“. Ostrava: Setkání ústavů a kateder oboru výrobní stroje a robotika, VŠB-TU Ostrava 2004. Sborník anotací. str. 35. ISBN 80-248-0645-2

Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.

VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní

Katedra robototechniky

17. listopadu, 708 33 Ostrava Poruba, ČR

e-mail: zdenek.konecny@vsb.cz

19

