

# Manipuladores Subatuados

Adriano Almeida Gonçalves Siqueira

Aula 6

# Manipuladores Subatuados

---

- Considere um manipulador com  $n_p$  juntas passivas e  $n_a$  juntas ativas.
- Divide-se o vetor das posições,  $q$ , em:
- $q_c \in \mathcal{R}^{n_a} \Rightarrow$  juntas controladas
- $q_r \in \mathcal{R}^{n-n_a} \Rightarrow$  juntas restantes

# Manipuladores Subatuados

---

- O vetor  $q_c$  pode conter:
  - 1 - somente juntas passivas  $\Rightarrow$  Estratégia P
  - 2 - juntas ativas e passivas  $\Rightarrow$  Estratégia AP
  - 3 - somente juntas ativas  $\Rightarrow$  Estratégia A
- Controle de manipuladores subatuados:

Estratégia P ou AP  $\Rightarrow$  Estratégia A

# Manipuladores Subatuados

- Particionando a equação dinâmica de manipuladores totalmente atuados:

$$\begin{bmatrix} \tau_a \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{ar} & M_{ac} \\ M_{ur} & M_{uc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_r \\ \ddot{q}_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_a \\ b_u \end{bmatrix}$$

- Isolando  $\ddot{q}_r$  na segunda linha e substituindo na primeira:

$$\tau_a = (M_{ac} - M_{ar}M_{ur}^{-1}M_{uc})\ddot{q}_c + (b_a - M_{ar}M_{ur}^{-1}b_u)$$

$$\tau_a = \bar{M}(q)\ddot{q}_c + \bar{b}(q, \dot{q})$$

# Manipuladores Subatuados

- Estratégia AP:

$$\tau_a = (M_{ac} - M_{ar}M_{ur}^{-1}M_{uc})\ddot{q}_c + (b_a - M_{ar}M_{ur}^{-1}b_u)$$

- Estratégia P:

$$\tau_a = (M_{au} - M_{aa}M_{ua}^{-1}M_{uu})\ddot{q}_u + (b_a - M_{aa}M_{ua}^{-1}b_u)$$

- Estratégia A:

$$\tau_a = M_{aa}\ddot{q}_u + b_a$$

- Forma geral

$$\tau_a = \bar{M}\ddot{q}_c + \bar{b}$$

# Manipuladores Subatuados

---

- Forma geral

$$\tau_a = \bar{M}\ddot{q}_c + \bar{b}$$

- Torque calculado + PD

$$\tau_a = \hat{M}(\ddot{q}_c^d + K_P e + K_V \dot{e}) + \hat{b}$$