Fundamentos de Robótica

Control dinámico

Estas transparencias han sido preparadas por A. Barrientos como complemento didáctico al libro Fundamentos de Robótica 2ª edición (McGraw-Hill 2007)

Índice

Objetivo del control dinámico

- Procurar que las trayectorias realmente seguidas por el robot $q(t)$ sean lo más parecidas posibles a las propuestas por el control cinemático $q_d(t)$
- Herramientas:
  - Modelo dinámico del robot
  - Teoría de servocontrol (análisis y diseño)
    - Representación interna
    - Representación en el espacio de estado
    - Teoría de sistemas no lineales
    - Estabilidad
    - Control PID
    - Control adaptativo
    - etc.

Dificultades del control dinámico

- Modelo fuertemente no lineal
- Sistema multivariable
- Modelo acoplado
- Parámetros variables (posición, carga,…)
- Alto coste computacional
- Necesidad de teorías de control complejas
- Simplificaciones → pérdida de prestaciones

Control monoarticular

- Consideración de cada articulación de forma independiente
- No realista pero aceptable (pérdida de prestaciones)
- La mayoría de los robots comerciales lo usan
- Más aceptable en robots con alto factor de reducción
- Esquemas de control más extendidos:
  - Control PD/PID
  - Control con prealimentación
  - Control PD con compensación de gravedad

Influencia del factor de reducción

$$\tau = D(q)\ddot{q} + H(q,\dot{q}) + C(q) + F_v\dot{q}$$

Tomando K como la matriz diagonal de los factores de reducción,(k_{ii}>1), se puede expresar las variables en términos del accionamiento:

$$q_a = Kq$$

$$\dot{q}_a = K\dot{q}$$

$$\ddot{q}_a = K\ddot{q}$$

$$\tau_a = K^{-1}\tau$$

Ejercicio: expresar la ecuación de modelo dinámico del robot en términos del accionamiento

Influencia del factor de reducción

Solución ejercicio: expresar la ecuación de modelo dinámico del robot en términos del accionamiento

$$\tau = D(q)\ddot{q} + H(q,\dot{q}) + C(q) + F_v\dot{q}$$

Reemplazando: $\tau_a = K^{-1}\tau$

$$\tau_a = K^{-1}D(q)\ddot{q} + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q) + K^{-1}F_v\dot{q}$$

Sustituyendo: $q_a = Kq, \qquad \dot{q}_a = K\dot{q}, \qquad \ddot{q}_a = K\ddot{q}$

$$\tau_a = K^{-1}D(q)K^{-1}\ddot{q}_a + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q) + K^{-1}F_vK^{-1}\dot{q}_a$$

Influencia del factor de reducción

La matriz de inercia puede expresarse como:

$$D(q) = D_1 + D_2(q)$$

Donde:

D_1 : es matriz diagonal, formada por los elementos constantes de la diagonal de D(q) y representa la contribución de cada eslabón en la inercia que soporta su correspondiente actuador

Sustituyendo:

$$\tau_a = K^{-1}\left(D_1 + D_2(q)\right)K^{-1}\ddot{q}_a + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q) + K^{-1}F_v K^{-1}\dot{q}_a$$

Influencia del factor de reducción

$$\tau_a = K^{-1}\left(D_1 + D_2(q)\right)K^{-1}\ddot{q}_a + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q) + K^{-1}F_v K^{-1}\dot{q}_a$$

Esta ecuación se puede expresar de la forma:

$$\tau_a = K^{-1}D_1K^{-1}\ddot{q}_a + F_{av}\dot{q}_a + \tau_p$$

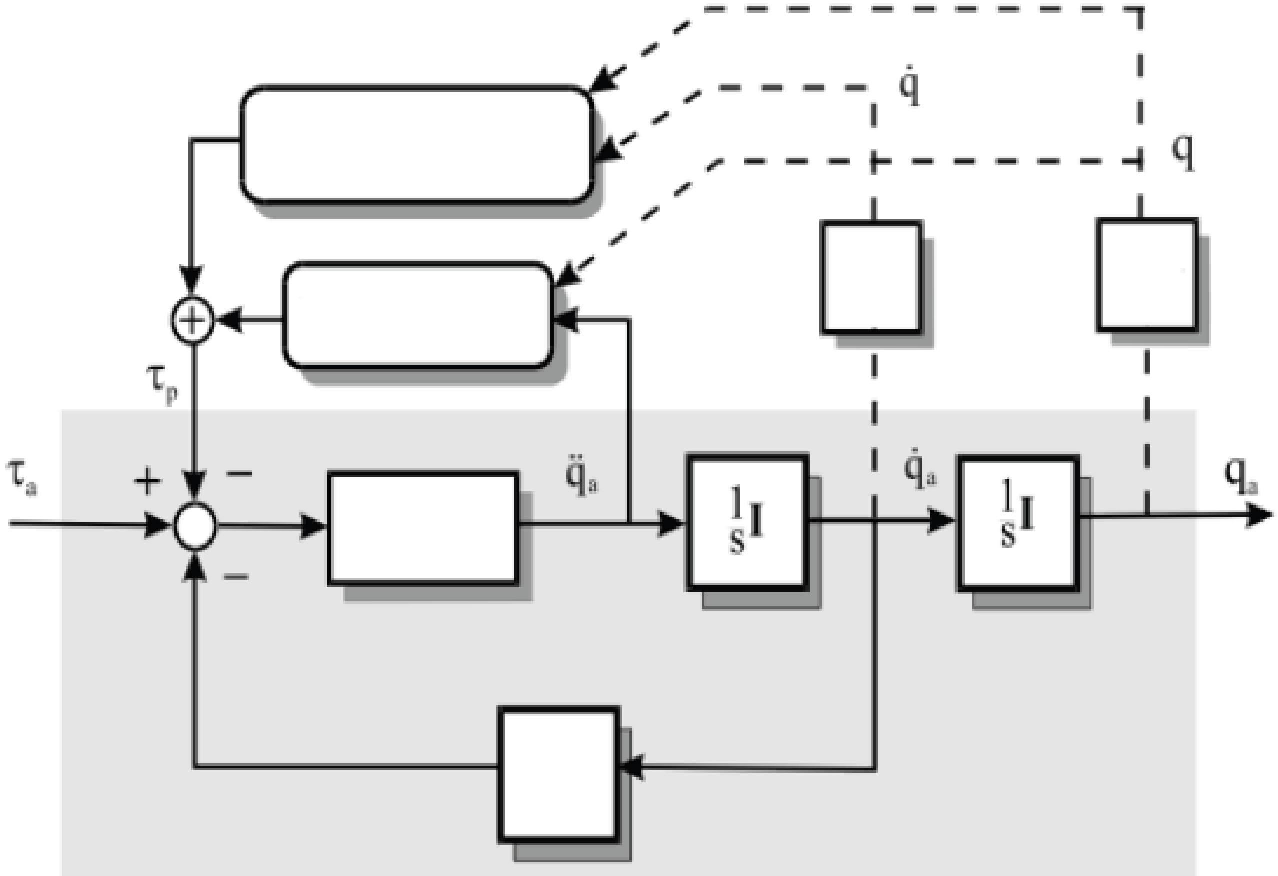
Donde:

$$F_{av} = K^{-1}F_v K^{-1}$$

$$\tau_p = K^{-1}D_2(q)K^{-1}\ddot{q}_a + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q)$$

Ejercicio: realizar una representación en diagrama de bloques

Influencia del factor de reducción

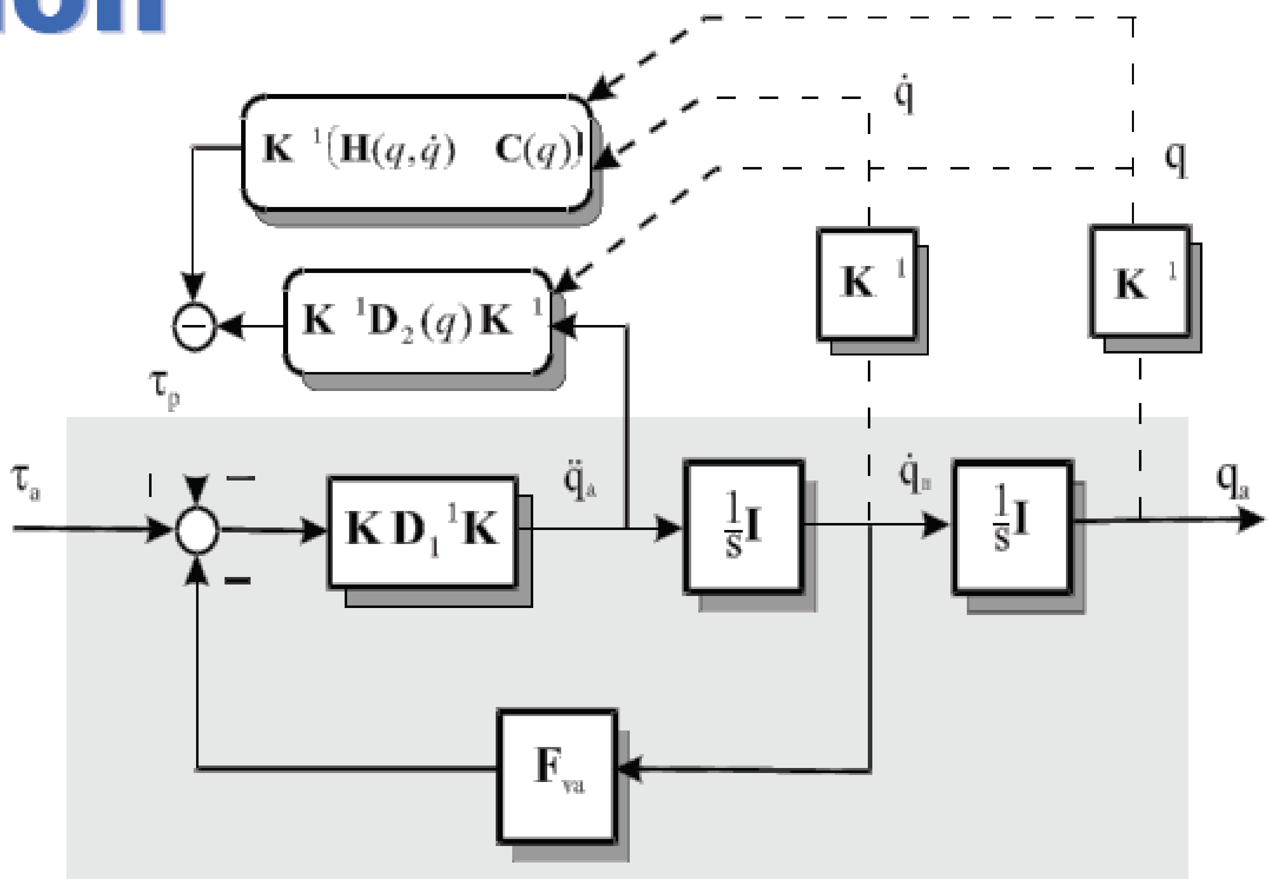


$$\tau_a = K^{-1} D_1 K^{-1} \ddot{q}_a + F_{av} \dot{q}_a + \tau_p$$

$$F_{av} = K^{-1} F_v K^{-1}$$

$$\tau_p = K^{-1} D_2(q) K^{-1} \ddot{q}_a + K^{-1} H(q,\dot{q}) + K^{-1} C(q)$$

Influencia del factor de reducción



$$\tau_a = K^{-1}D_1K^{-1}\ddot{q}_a + F_{av}\dot{q}_a + \tau_p$$

$$F_{av} = K^{-1}F_vK^{-1}$$

$$\tau_p = K^{-1}D_2(q)K^{-1}\ddot{q}_a + K^{-1}H(q,\dot{q}) + K^{-1}C(q)$$