



Dinamika manipulatora i upravljanje

Završni ispit

1. Zadatak

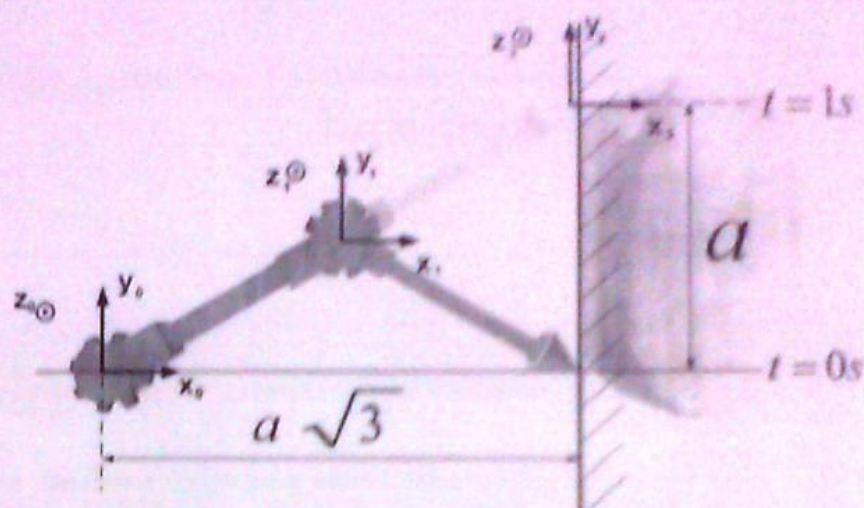
- Nabrojite vrste pogona koje se najčešće koriste u robotici, te navedite njihove glavne prednosti i nedostatke? (1 bod)
- Za istosmjerni motor koji pogoni zglobov robota poznate su vrijednosti parametara: $J_u = 0.1 \text{ kgm}^2$; $R_a = 2.25 \Omega$; $U_{an} = 220 \text{ V}$; $I_{an} = 15 \text{ A}$; $\omega_n = 157.07 \text{ s}^{-1}$. Izvedite i izračunajte prijenosne funkcije motora $G_1(s) = \frac{\Omega(s)}{U_a(s)}$, $G_2(s) = \frac{\Theta(s)}{M_a(s)}$. (5 bodova)
- Napišite matematičke izraze koji opisuju kako uvođenje reduktora utječe na brzinu zakreta zglobova, a kako na moment tereta! (1 bod)
- Nacrtajte i opišite strukturu pseudoderivativnog regulatora s predupravljanjem (PDF). Koje su prednosti ovog regulatora pred PI regulatorom? (3 boda)

2. Zadatak

Kako bi modernizirali proizvodnju i na tržište izbacili novu, osuvremenjenu liniju svojih poznatih bombona "505 s crtom", uprava Kraša odlučila je nabaviti 2-osnog SCARA robota **RR2C00L**. Svojem mladom timu inženjera predstavili su zadatak prikazan na slici 1:

Robot postavljen na udaljenosti $\sqrt{3}a$ od bombona treba u trajanju $t = 1 \text{ s}$ na bombonu laserom iscrtati liniju duljine $a \text{ m}$. Na temelju zahtjeva kemijsko-inženjerskog odjela robot se pri tome mora gibati konstantnom brzinom, sa čim kraćim promjenama brzina. Iz podataka dostupnih u tehničkoj dokumentaciji potrebno je:

- Pomoću Newton Eulerove metode odrediti maksimalne moguće linijske i kutne brzine alata robota. Skicirajte položaj robota u kojem se ostvaruje maksimalna linijska brzina alata. (4 boda)
- Pomoću matrice Jacobijana izračunati vektorski pomak alata robota u trenutku $t = 0$ (linijski i kutni) ukoliko se zglobovi robota pomaknu za iznos $q = [\frac{\pi}{2}, 1]$ (3 boda)
- Koristeći se Lagrange Eulerovom metodom odrediti momente inercije zglobova robota za zadanu trajektoriju robota. (10 bodova)
- Nacrtati i ugoditi upravljačku petlju 1. zglobova robota za upravljanje po momentu prema srednjoj vrijednosti momenta za zadanu trajektoriju robota. (2 boda)
- Nacrtati i ugoditi upravljačku petlju 1. zglobova robota za upravljanje po momentu s kompenzacijskim proširenjem prema MIN-MAX metodi za zadanu trajektoriju robota. (4 boda)



Slika 1: Lasersko označavanje bombona "505 s crtom" robotskim manipulatom RR2COOL

Link	θ	d	a	α	q_{max}	m
1	q_1	0	a	0	a	m
2	q_2	0	a	0	$2a$	m

Tablica 1: DH parametri robota

2.1. Tehnička dokumentacija

$$T_0^1 = \begin{pmatrix} C_1 & -S_1 & 0 & aC_1 \\ S_1 & C_1 & 0 & aS_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, T_1^2 = \begin{pmatrix} C_{12} & -S_{12} & 0 & a(C_1 + C_{12}) \\ S_{12} & C_{12} & 0 & a(S_1 + S_{12}) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

3. Zadatak

- Skicirajte i opisite matematički model dodira manipulatora i radne okoline za jedan stupanj slobode gibanja (translacija)!(3 boda)
- Objasnite princip hibridnog upravljanja silom dodira. Koji se tip regulatora koristi? (2 boda)
- Objasnite princip upravljanja silom dodira upravljanjem impedancijom manipulatora. Kako glasi zakon upravljanja impedancijom za manipulator s jednim, a kako s dva SSG? (2 boda)