AS-84.1137 Robotiikka Tentti 12.1.2011
Laatija: Pekka Forsman, puh. 47023309
Kirjoita paperiin myös minä vuonna olet suorittanut harjoitustyön.

HUOM: **Tentin tehtäväpaperin neljännellä sivulla on annettu muutamia tehtävien ratkaisun kannalta hyödyllisiä kaavoja.**

The questions are given in English on the second page.
On the fourth page, some equations to help solving the problems are given.

1. Määrittele lyhyesti seuraavat robotiikan käsitteet:
   a) Vihivaunu ? (1 piste)
   b) Metrinen kartta ? (1 p)
   c) Passiivinen joustavuus (komplianssi)? (1 p)
   d) Servosäätö ? (1 p)
   e) Vapausaste ? (1 p)
   f) Tahtiaika ? (1 p)

2. Kuvassa 1. on kuvattu neljän vapausasteen portaalirobotin kinemaattinen rakenne.
   a) Määritä robotin suora kinemaattinen muunnos. (3p)
   a) Määritä robotin käänteinen kinemaattinen muunnos. (3p)

3. Kuvassa 2 on esitetty eräs kahden vapausasteen manipulaattori kotiasennossaan, ensimmäinen vapausaste on kiertyvä (yläkäsivarren kierto vaakatasossa), θ, ja toinen lineaarinen (yläkäsivarren pituuden ohjaus), d. (Yläkäsivarsi on 0-koordinaatiston negatiivisen y-akselin päällä kun kierokulman θ arvo on nolla). Määritä manipulaattorin käänteinen kinemaattinen muunnos. Esitä lisäksi, mille (W)-koordinaatiston origon x,y,z-ohjauspisteille käänteinen kinemaattinen ratkaisu on olemassa (vastaus esim. yhtälöiden/epäyhtälöiden muodossa)? (4p)

4. Laseretäisyysmittalaitteella mitataan kahden maamerkin paikat laserkoordinaatiston "L" suhteen (paikkavektorit ${}^{L}P_1$ ja ${}^{L}P_2$ kuvassa 3.). Suorakulmainen koordinaatisto "B" muodostetaan mitattujen maamerkkien paikkojen avulla seuraavalla tavalla: Koordinaatiston origo kiinnitetään ensimmäisen maamerkin paikkaan. Koordinaatiston x-akseli osoittaa ensimmäisen maamerkin paikasta kohti toisen maamerkin paikkaa (xy-tasoa pitkin, ts. B-koordinaatiston x-akseli on L-koordinaatiston xy-tason suuntainen). z-akseli osoittaa ylöspäin ja y-akselin suunta saadaan oikean käden kiertosääntöä soveltamalla (vertaa kuvaa 3.). (Tehtävässä oletetaan siis, että B- ja L-koordinaatistojen z-akselit ovat samansuuntaiset ja osoittavat molemmat ylöspäin).
   Muodosta 4x4 homogeeninen muunnosmatriisi L-koordinaatiston paikan ja asennon esittämiseksi B-koordinaatiston suhteen paikkavektorien ${}^{L}P_1$ ja ${}^{L}P_2$ vektorikomponenttien funktiona. (6p)

5. Kuvassa 4. on esitetty robotin toiminta-avaruutta kuvaava ruudukko. Esteiden paikkoja kuvaavat ruudut on merkitty X:llä. Valkoiset ruudut kuvaavat robotin vapaata liikeavaruutta. Alkuperäisten esteiden kokoa ruudukolla on kasvatettu niin, että robotti voidaan olettaa pistemäiseksi. Muodosta 'Etäisyysmuunnos'-menetelmällä robotin törmäysvapaa liikerata kuvan ruudukolla. Robotin lähtöpistettä merkitään 'S':llä ja tavoitepistettä 'G':llä. Kuvaa menetelmän eri vaiheet. (4p).

6. Robotin off-line ohjelmointi (etäohjelmointi): Toimintaperiaate? Käytön edut perinteiseen robotin on-line ohjelmointiin verrattuna? Menetelmään liittyvät kalibrointiongelmat/-tehtävät? (4p)