

Johdanto

Kolmannessa harjoituksessa tutkitaan dynamiikan mallia tarkemmin. Tässä harjoituksessa oletetaan, että osa dynamiikan mallin parametreista ovat tuntemattomia. Lisäksi oletetaan, että osa dynamiikan yhtälöstä on tuntematon. Sekä parametrit että dynamiikan malli ovat opittava datasta.

Käyttäkää raportille harjoitustyön 3 raporttipohjaa, joka löytyy MyCoursesista. Täyttäkää raporttipohjaan opiskelijanumeronne, nimenne ja ryhmän numero niille varattuun kohtaan. Kirjoittakaa tehtävien vastaukset niille varattuihin kohtiin. Harjoitustyön 3 raportin kokonaislaajuudeksi riittää noin 3 sivua tai alle, kun vastaatte kaikkiin tehtävissä pyydettyihin kohtiin. Palauttakaa valmis raportti pdf-muodossa.

Tehtävät

Tässä harjoituksessa tavoitteena on oppia 1) malliparametrit ja 2) dynamiikkayhtälön osat yleisten mallien avulla. Tässä harjoituksessa käytetty järjestelmä on sama kuin harjoitustyössä 2 käytetty robotti. Tehtävissä keskittytään parametrien estimointiin tai olkanivelen pyörimisliikkeen mallintamiseen pulssimoottorin vääntömomentin avulla. Robotti on aluksi levossa ja olkanivelen kulma on nolla. Kyynärnivelen kulma pidetään vakiona ja tuntemattomana. Järjestelmän dynamiikkayhtälö on seuraava:

$$J\ddot{\phi} = T - b\dot{\phi}$$

Tehtävä 1: Käytä pienimmän neliösumman menetelmää löytämään paras arvio edellä mainitun järjestelmän parametreille (b ja J). Kulmanopeuden, kulmakiihtyvyyden ja vääntömomentin kohinaiset näytteet ovat annettu python-pohjassa. Ilmoita arvioidut järjestelmän parametrit.

Tehtävä 2: Piirrä tehtävässä 1 saatuja parametrien avulla vaste (nivelkulmakäyrä) tulosignaali $T = 0,01 u(t)$, jossa $u(t)$ on askelfunktio. Aja simulaatio 750 s:n ajan. Vertaa kuvaajaa todelliseen vastekäyrään, joka on luotu käyttämällä dynamiikan yhtälöitä ja todellisia parametreja, jotka ovat jo annettu Python-pohjassa.

Tehtävä 3: Oletetaan, että meillä ei ole ennakkotietoja robottijärjestelmän dynamiikasta. Tehtävänä on muodostaa neuroverkko, joka ennustaa olkakulman eron ajanhetkellä $t+1$ ja t , käyttämällä järjestelmän mitatut näytteet (kulmanopeus, kulmakiihtyvyys, vääntömomentti) ajanhetkestä t . Tämä olkakulman muutos (delta) on tavoitevektorinne, ja se on annettu python-pohjassa. Teille on annettu myös kulmanopeuden, kulmakiihtyvyyden ja vääntömomentin kohinaiset näytteet, joita on käytettävä neuroverkon syötteenä. Liitä mallin ennustekäyrän kuvaaja. Ilmoita lopuksi mallin ennusteiden ja tavoitevektorin välinen keskimääräinen neliövirhe.

Tehtävä 4: Yhdistä tunnettu ja tuntematon malli. Oletetaan, että tutkittavaan robottiin vaikuttaa tuntematon ulkoinen vääntömomentti ja että järjestelmä noudattaa uutta dynaamista yhtälöä seuraavasti:

$$J\ddot{\phi} + b\dot{\phi} + g(\ddot{\phi}, \dot{\phi}) = T$$

jossa g on tuntematon vääntömomenttifunktio. Tehtävänä on mallintaa tämä tuntematon funktio neuroverkon avulla. Teille on annettu myös kulmanopeuden, kulmakiihtyvyyden ja vääntömomentin tulon kohinaiset näytteet. Piirrä tuntemattoman funktion ennustekäyrä käyttäen opetettua neuroverkkoa annetuille näytteille. Järjestelmän tunnetut parametrit ovat seuraavat: $J = 10$; $b = 0,5$.

Tehtävä 5: Miten näytteiden kohinat mielestänne vaikuttavat järjestelmän parametrien arviointiin pienimmän neliösumman avulla? Mitä voitaisiin tehdä kohinaisten havaintojen aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi?

Tehtävä 6: Miksi on hyvä mallintaa vain dynaamisen yhtälön tuntematon osa sen sijaan, että mallinnettaisiin koko dynaaminen yhtälö? Miksi neuroverkot ovat hyödyllisiä mallintamaan tuntemattomia systeemejä?

Vinkkejä tehtäviin

- Näytteet jokaista tehtävää varten ovat annettu jo valmiiksi python-pohjassa. Huomaa, että eri tehtävissä käytämme erilaisia näytteitä.
- Tehtävässä 3, olettaa että järjestelmä on täysin tuntematon; differentiaaliyhtälöä ei käytetä.
- Käytä tietokoneharjoituksen 2 mallikoodeja.