

Kokeessa saa pitää mukana käsinkirjoitettua A4-kokoista kaksipuolista "luntilappua", joka on palautettava koepaperin mukana. Huomaa että jokaisen koetilaisuuteen osallistuvan on palautettava vähintään tyhjä koepaperi, johon on kirjattu opiskelijanumero ja nimi.

Merkitse jokaiseen vastauspaperiin kurssin nimi, päivämäärä, opiskelijanumerosi, nimesi ja allekirjoitus.

HUOM: Tarkista että olet saanut molemmat tehtäväarkit. Vastaa viiteen (5) tehtävään kuudesta (6). Jos vastaat kaikkiin tehtäviin, arvostelussa otetaan huomioon ensimmäiset viisi. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 10.

## 1. Tekoälyn filosofiaa yms.

a) (3 p) Listaa ainakin **kolme** tekoälymenetelmiä hyödyntävää sovellusta, palvelua tai tuotetta, jotka ovat nykyään yleisesti käytössä ja selitä lyhyesti miltä osin ne hyödyntävät tekoälyä.

*Esimerkki:* julkisen liikenteen Reittiopas, jossa nopein reitti etsitään A\*-haun kaltaisella etsintäalgoritmilla.

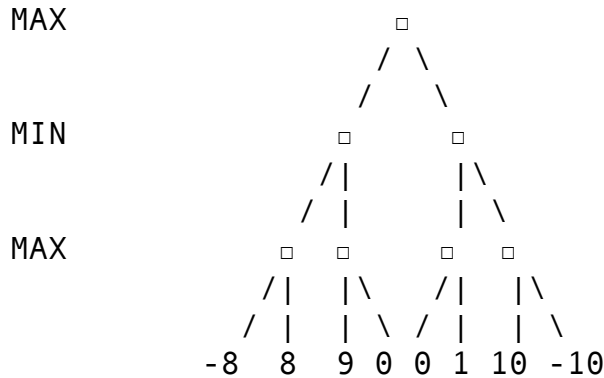
b) (3 p) Pohdi tekoälyn filosofian kontekstissa voiko toimia älykkäästi ilman että osaa ajatella älykkäästi.

c) (2 p) Herra Golorp väittää, että tekoälymenetelmiä ei voi toteuttaa tavanomaisilla ohjelmointikielillä, kuten Java ja Python. Hänen mielestään siihen tarvitaan Prologin ja Lispin kaltaisia "tekoälyohjelmointikieliä". Onko herra Golorp oikeassa? Perustele.

d) (2 p) Herra Inoruen väittää, että tekoälymenetelmiä ei voi toteuttaa tavanomaisella tietokoneilaitteistolla. Hänen mielestään siihen tarvitaan erityisiä neuroverkkoihin perustuvia laskennan malleja, joissa laskenta on rinnakkaista ja epäsynkronista. Onko herra Inoruen oikeassa? Perustele.

## 2. minimax ja alpha-beta-karsinta.

Ajatellaan peliä, jossa kaksi pelaajaa saa vuorotellen valita kahden siirron välillä ja pelin tulokset ovat oheisen pelipuun mukaiset. Pelin lopuksi Max saa Miniltä puun lehtisolmuun merkityn määrän euroja. Jos peli siis päättyy lehtisolmuun, jossa on negatiivinen luku, vaikkapa  $-10$ , joutuu Max maksamaan Minille rahaa.



- (4 p) Laske kunkin pelipuun sisäsolmun (merkitty yllä merkillä '□') arvo minimax-algoritmin avulla. Vastaukseksi riittää kunkin sisäsolmun arvo. Algoritmia ei siis tarvitse simuloida askel askeleelta.
- (2 p) Mitkä ovat kunkin pelaajan optimaaliset pelisiirrot ja mihin tulokseen ne johtavat?
- (4 p) Mitkä osat pelipuusta voidaan jättää käymättä läpi alpha-beta-karsinnassa, kun solmuja käydään läpi vasemmalta oikealle? Selitä alpha- ja beta-arvoihin viitaten millä perusteella kussakin tilanteessa voidaan karsia. Käytä juurisolmussa aluksi arvoja  $\alpha = -\infty$ ,  $\beta = +\infty$  (miinus ääretön ja plus ääretön).

## 3. Kuvankäsittely

- (3 p) Miksi digitaaliset signaalit kuten kuva ja ääni tuottavat ongelmia logiikkaan perustuville ja muille GOFAI ("Good Old Fashioned AI") -menetelmille? Millaiset menetelmät soveltuvat digitaalisten signaalien käsittelyyn paremmin ja miksi?
- (4 p) Kuvaile SIFT- tai SURF-tyyppisiin piirteisiin perustuva kuvantunnistusmenetelmä vaihe vaiheelta.
- (3 p) Vertaa SIFT/SURF-tyyppistä tunnistusmenetelmää menetelmään, jossa kuvia esittäviä bittikarttoja verrataan pikseli pikseliltä. Missä tilanteissa tai olosuhteissa edellinen toimii jälkimmäistä paremmin ja miksi?

#### 4. Probabilistinen päättely.

- a) (3 p) Esitä naivi Bayes -malliin perustuvan roskapostisuodattimen toiminnan pääperiaatteet pseudokoodina.
- b) (4 p) Simuloi kyseisen suodattimen toimintaa, kun viestin sisältö on "Buy cheap algorithm". Mikä on suodattimen tuloste/johtopäätös? (Voit käyttää itse keksimiäsi todennäköisyys-arvoja mallin parametreina.)
- c) (3 p) Mitä todennäköisyyksiä suodattimen toteuttamiseksi tarvitaan, ja miten ne voidaan määrittää (muuten kuin vetämällä hatusta)? *Vihje*: todennäköisyyksiä on useampaa "tyyppiä".

#### 5. Koneoppiminen

Eräs koneoppimisen määritelmä on että tietokone parantaa suorituskyykyään suorittaessaan jotain tiettyä tehtävää sitä mukaa kuin se näkee esimerkkejä.

- a) (2 p) Esitä **kaksi** vaihtoehtoista tapausta siitä, mitä "tehtävä" ja "esimerkki" voivat merkitä yllä olevassa virkkeessä. Miten esittämissäsi tapauksissa voitaisiin formalisoida "parantaa suorituskyykyään"?
- b) (4 p) Tehtävänä on muodostaa kaupan asiakkaista uusia kohderyhmiä ostoskäyttäytymisen perusteella ja oppia ryhmittelemään asiakkaat näihin ryhmiin. Formalisoi ongelma koneoppimisongelmana ja selitä mitä dataa tilanteessa tarvittaisiin ja minkätyyppinen menetelmä voisi olla sopiva.
- c) (4 p) Selitä k-lähimmän naapurin luokittelijan toiminta sanallisesti ja piirrä havainnollinen kuva.

## 6. Robotiikka

Koska Legojen rakennus on hauskaa, eikä paperikoodauskaan ole tarkemmin ajatellen hullumpaa, tässä tehtävässä pääset suunnittelemaan Lego-robotin ja sen ohjelman!

Alla on kuvia robotin osista:

- keskusyksikkö, jossa on portit kahdelle moottorille (M1,M2) ja kolmelle sensorille (S1,S2,S3),
- kolme pyörää,
- kaksi moottoria (joita voi komentaa erikseen pyynnöillä *forward()*, *backward()*, *stop()*),
- ultraäänisensori (joka palauttaa pyynnöllä *getDistance()* etäisyyden lähimpään esteeseen (cm)),
- valosensori (joka palauttaa pyynnöllä *getLightValue()* sensorin alla olevan lattian vaaleutta kuvaavan arvon)



Lisäksi saat tietysti käyttää normaaleja Lego-palikoita ja akseleita, kaapeleita ja muita tarvittavia osia.

a) (3 p) Piirrä yksinkertainen kaaviokuva robotista, jolla voit ratkaista seuraavan kohdan tehtävän. Piirrä kuvaan myös kaapelit, joilla yhdistät oikeat komponentit keskusyksikön portteihin.

b) (5 p) Esitä pseudokoodina ohjelma, joka kulkee suuntaan, jossa lattia on vaalein, mutta varoo osumasta esteisiin, kuten seiniin tai pöydänjalkoihin. Jos eteneminen vaaleampaan suuntaan ei ole esteen takia mahdollista, robotti pysähtyy ja huutaa apua (komento *apuuva()*).

Ohjeita: Komento *M1.forward()* saa porttiin M1 kytketyn moottorin liikkeelle (eteenpäin). Sensoreilta voit kysyä arvoja komennolla *S1.getDistance()* jne. Moottorien ja sensorien konstruktoreja tai muita alustuksia ei tarvitse esittää.

c) (2 p) Miksi paperilla suunniteltava robotin ohjelma ei yleensä toimi ensi yrityksellä? Mainitse joitakin oikeaan fyysiseen ympäristöön liittyviä asioita, jotka aiheuttavat ylimääräisiä pulmia verrattuna "tavalliseen" (ei-robotti-) ohjelmointiin ja kuvaile, miten kyseiset pulmat voitaisiin ratkaista.