

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) (2 p) Selitä lyhyesti mitä tarkoitetaan käsitteillä GOFAI ja "moderni tekoäly". Miten näiden kahden menetelmät eroavat toisistaan?

b) (2 p) Selitä Turingin koe. (Huom. ei Turingin kone.) Mitä se pyrkii mittaamaan?

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 tietokonelaitteistolla. Hänen mielestään siihen tarvitaan erityisiä neuroverkkoihin perustuvia laskennan malleja, joissa laskenta on rinnakkaista ja epäsynkronista. Onko herra Inoruen oikeassa? Perustele.

e) (2 p) Tekoälyn osa-alueita ovat:

1. Pelit ja etsintä
2. Looginen päättely
3. ...

Jatka listaa vähintään **viidellä** tekoälyn osa-alueella.

2. Etsintä ongelmanratkaisuna

Tehtävänä on ratkaista pulmatehtävä, jossa alkutila on alla vasemmalla ja lopputila (maali) on alla oikealla.

	+-+--+		+-+--+
	3 1		1 2
alkutila	+-+--+	lopputila	+-+--+
	2		3
	+-+--+		+-+--+

Sallitut siirtymät tilojen välillä ovat sellaisia, että tyhjän ruudun vieressä (oikealla tai vasemmalla) tai ylä- tai alapuolella oleva numero siirtyy tyhjään ruutuun. Esimerkiksi alkutilasta voidaan siis siirtyä kumpaan tahansa seuraavista kahdesta tilasta:

+-+--+	+-+--+
3	3 1
+-+--+	+-+--+
2 1	2
+-+--+	+-+--+

a) (3 p) Esitä mahdolliset tilat tilakaaviona, jossa esiintyvät kaikki alkutilasta saavutettavat tilat, ja niiden väliset siirtymät on merkitty viivoilla.

b) (4 p) Simuloi sekä syvyysuuntaista että leveysuuntaista hakua a-kohdan tilasiirtymäkaaviossa. (Riittää luetella tilat siinä järjestyksessä, kun ne käydään läpi.) Kuinka monta tilaa kumpikin hakumenetelmä käy läpi ennen kuin maalitila löytyy? Kumpi löytää paremman ratkaisun? Onko tulos aina sama riippumatta siitä, missä järjestyksessä tiloja tarkistetaan?

c) (3 p) Kuvitellaan että tehtävänä olisi ohjelmoida Reittiopas, joka annettuna mitkä tahansa julkisen liikenteen pysäkit A ja B, viikonpäivä ja kellonaika, etsii nopeimman reitin A:n ja B:n välillä käyttäen hyödyksi tietoa julkisen liikenteen reiteistä ja aikatauluista.

Miten lähtisit ratkaisemaan tehtävää käyttäen hyödyksi etsintäalgoritmeja. Mikä olisi etsinnän "tilan" esitys ja mitkä mahdolliset tilasiirtymät? Minkälainen hakualgoritmi sopisi tehtävään? Käyttäisitkö jonkinlaista heuristiikkaa, ja jos käyttäisit, mitä?

3. Kuvankäsittely

a) (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?

b) (4 p) Kuvaile SIFT- tai SURF-tyyppisiin piirteisiin perustuva kuvantunnistusmenetelmä vaihe vaiheelta.

c) (3 p) Vertaa SIFT/SURF-tyyppistä tunnistusmenetelmää menetelmään, jossa kuvia esittäviä bittikarttoja verrataan pikseli pikseliltä. Missä tilanteessa edellinen toimii jälkimmäistä paremmin ja miksi?

4. Logiikka

Prologissa esitetään lause $A \Rightarrow B$ (A:sta seuraa B) syntaksilla

$B :- A.$

a) (6 p) Esitä Prologilla seuraavat asiat:

1. Määrittele sukulaisuussuhde "A on B:n veli" siten, että kun järjestelmään syötetään riittävä määrä tietoa henkilöiden vanhemmuussuhteista ("Tom on Jerryn vanhempi.", "Tom on Benin vanhempi", ...) ja sukupuolesta ("Tom on mies.", ...) voidaan esimerkiksi selvittää, onko Ben Jerryn veli, jne.

2. Määrittele sukulaisuussuhde "A on B:n isoisovanhempi".

3. Määrittele sukulaisuussuhde "A on B:n serkku". Huomaa että sisarukset eivät ole serkuksia.

b) (2 p) Onko mahdollista toteuttaa automaattinen päättelyohjelma, joka päättelee logiikan avulla minkä tahansa loogisen lauseen totuusarvon? Mitä kaikkia ongelmia tällaisen ohjelman toteuttamiseen liittyy?

c) (2 p) Millaisiin tilanteisiin logiikkaan perustuva tekoäly soveltuu hyvin? Millaisiin huonosti tai ei ollenkaan? Perustelee.

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 oppia ryhmittelemään kaupan asiakkaita kohderyhmiin ostoskäyttäytymisen perusteella. 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 seuraa lattialla olevaa mustaa viivaa niin kauan, että tulee ultraäänisensorilla havaittavan esteen luokse ja pysähtyy sen jälkeen. Voit olettaa että robotti asetetaan aluksi mustan viivan päälle.

Ohjeita: Komento *M1.forward()* saa porttiin M1 kytkeytyn 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.