

Kokeessa saa pitää mukana käsinkirjoitettua A4-kokoista kaksipuolista "lunttilappua", 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.

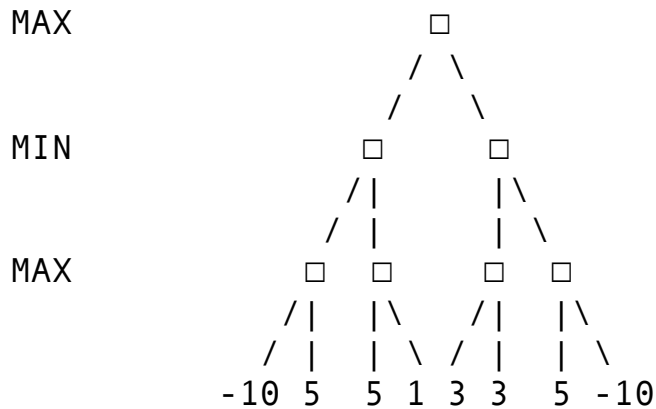
HUOM: Tarkista että olet saanut kaikki tehtäväarkit. Vastaa viiteen (5) tehtävään kuudesta (6). Jos vastaat kaikkiin tehtäviin, arvostelussa otetaan huomioon ensimmäiset viisi. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 8.

1. Tekoölyn filosofiaa yms.

- a. (2 p) Esitä *kaksi* esimerkkiä kulttuurissa (elokuviissa, kirjoissa, peleissä, jne.) esiintyvistä tekoölyn tuloksista ja arvioi niiden kohdalla mitkä ominaisuudet osataan nykyään ratkaista ja mitä ei.
- b. (2 p) Elokuviissa tekoöly usein saavuttaa tietoisuuden ja hyökkää ihmisten kimppuun. Herra Idionarap on huolissaan tästä riskistä ja ehdottaa lakialoitetta, jolla kaikki tekoölyalgoritmit kielletään. Millaisia käytännön seurauksia tällaisella lailla olisi? Mainitse muutama esimerkki. Mitä ongelmia tällaisen lain valvontaan liittyisi?
- c. (2 p). Minkälaisiin ongelmiin törmättiin 80-luvulla, kun tekoölyongelmia yritettiin ratkaista logiikan avulla? Miten näihin ongelmiin reagoitiin?
- d. (2 p) Pitääkö väittämä "tekoölytutkimuksen ensisijainen tarkoitus on kopioida ihmis-älykkyys" paikkansa vai ei? Perustele vastauksesi lyhyesti.

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 (-10), joutuu Max maksamaan Minille rahaa.



- (3 p) Laske kunkin pelipuun sisäsolmun (merkitty yllä merkillä '□') arvo minimax-algoritmin avulla. Vastaukseksi riittää kunkin sisäsolmun arvo. Algoritmia ei siis tarvitse simuloida askel askeleelta.
- (1 p) Jos kumpikin pelaaja noudattaa optimaalista pelistrategiaa, minkälainen on pelin kulku? Mihin lopputulokseen peli päättyy?
- (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

- 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. (3 p) Vertaa SIFT/SURF-tyyppistä tunnistusmenetelmää menetelmään, jossa kuvia esittäviä bittikarttoja verrataan pikseli pikseliltä. Missä tilanteessa edellinen toimii jälkimmäistä paremmin ja miksi?
- c. (2 p) Ohessa on kohinanpoistoalgoritmin pseudokoodi. Selitä lyhyesti miten algoritmi toimii ja mikä sen taustalla oleva idea on.

```
kohinanpoisto(x,t):
  n ← length(x)
  c ← dwt(x)          // aallokemuunnos (discrete wavelet transform)
  for i = 1,...,n:
    if |c[i]| < t: c[i] = 0
  end-for
  x ← idwt(c)        // käänteismuunnos (inverse wavelet transform)
  return x
```

4. Koneoppiminen

- a. 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 esittämässäsi tapauksissa voitaisiin mitata “suorituskyykyä” numeerisesti?
- b) (3 p) Tehtävänä on oppia tunnistamaan tekstinäytteen perusteella, milloin kirjoittaja on poliitikko. Kuvaile järkevä tapa ratkaista ongelma käyttäen tekoälymenetelmiä. Älä siis ehdota itse keksimääsi valmista sääntöä, vaan anna koneen tehdä mahdollisimman iso osa työstä.
- c) (3 p) Selitä k-lähimmän naapurin luokittelijan *tai* perseptronialgoritmin toiminta sanallisesti ja piirrä havainnollinen kuva.

5. Todennäköisyysmallinnus

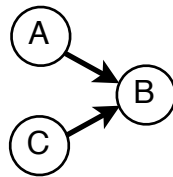
Ohessa muutamia todennäköisyyslaskennan kaavoja muistin virkistykseksi:

- (i) $P(\neg A) = 1 - P(A)$ "negaatio"
- (ii) $P(A \vee B) = P(A) + P(B) - P(A, B)$ "disjunktio"
- (iii) $P(A) = P(A, B) + P(A, \neg B)$ "marginalisointi"
- (iv) $P(A_1, \dots, A_k) = P(A_1) P(A_2 | A_1) P(A_3 | A_1, A_2) \dots P(A_k | A_1, \dots, A_{k-1})$ "ketjusääntö"
- (v) $P(A | B) = P(A) P(B | A) / P(B)$ "Bayesin kaava"
- (vi) $A \perp B | C \implies P(A, B | C) = P(A | C) P(B | C)$ "ehdollinen riippumattomuus"

- a. (2 p) Jos potilaalla on tietty tauti, testi antaa positiivisen tuloksen 95 % todennäköisyydellä. Jos potilaalla ei ole ko. tautia, testi voi silti antaa positiivisen tuloksen; näin käy 5 % todennäköisyydellä. Taudin yleisyys väestössä on 1/10000 (yksi kymmenestä tuhannesta).

Jos testi antaa positiivisen tuloksen satunnaisesti valitun henkilön kohdalla, millä todennäköisyydellä henkilöllä on kyseinen tauti?

- b. (2 p) Olkoon Bayes-verkon rakenne seuraava:



Kaikki muuttujat (A,B,C) ovat binäärisiä eli niiden arvot ovat joko 0 tai 1. Muuttuja A määräytyy täysin satunnaisesti kolikonheittojen perusteella. Muuttuja C:n arvo on aina 0. Muuttuja B saa arvon 1 todennäköisyydellä 75%, jos pätee $A = 1$ tai $C = 1$; muussa tapauksessa B saa arvon 1 todennäköisyydellä 25%. Luettele Bayes-verkkoon liittyvät todennäköisyysparametrit ja niiden arvot.

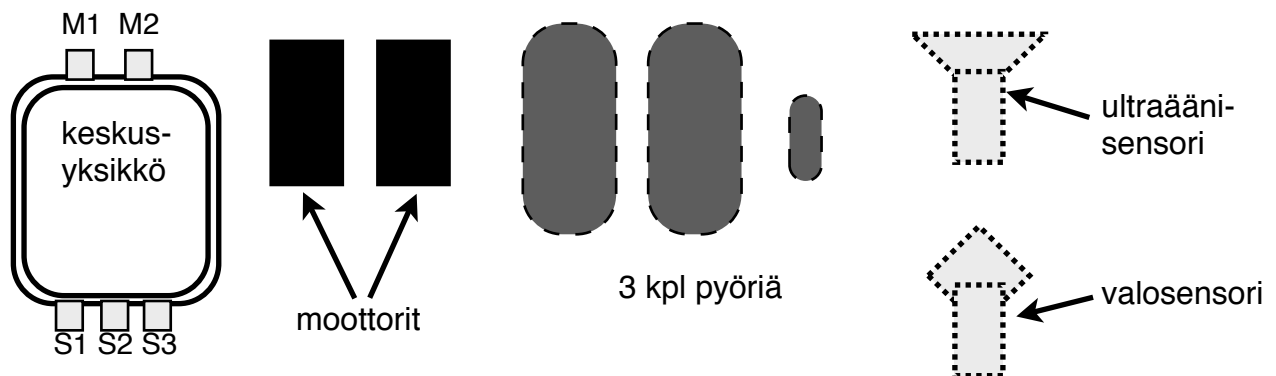
- c. (4 p) Selitä miten Bayes-verkosta generoidaan dataa käyttäen esimerkkinä b-kohdan verkkoa. Simuloi menetelmää generoimalla tyypilliset 10 esimerkkimonikkoa.

6. Robotiikka

Koska Legojen rakennus on hauskaa, 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 ohjata 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.

- (3 p) Piirrä yksinkertainen robotti, jolla voit ratkaista seuraavan kohdan tehtävän. Piirrä kuvaan myös kaapelit, joilla yhdistät oikeat komponentit keskusyksikön portteihin.
- (5 p) Esitä pseudokoodina ohjelma, joka etsii sitä lähinnä olevan esteen, joka saattaa olla missä tahansa suunnassa, ajaa sen luo ja pysähtyy.

Ohjeita: Komento *M1.forward()* saa porttiin M1 kytketyn moottorin liikkeelle (eteenpäin). Voit käyttää myös ns. pilottia, jonka avulla voit kääntyä vaikkapa 45 astetta vasemmalle komentamalla *pilot.rotate(45)*. Sensoreilta voit kysyä arvoja komennolla *S1.getDistance()* jne. Moottorien ja sensorien konstruktoreja tai muita alustuksia ei tarvitse esittää.