

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 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) Selitä Turingin koe. (Huom. ei Turingin kone.) Minkälainen tekoöly on saavutettu, kun Turingin koe ratkaistaan?
- 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 lain valvontaan liittyisi?
- c. (2 p) Rouva Inoruen väittää, että tekoölymenetelmiä ei voi toteuttaa tavanomaisella tietokonelaitteistolla. Hänen mielestään siihen tarvitaan erityisiä neuroverkkoihin perustuvia laskennan malleja, joissa laskenta on rinnakkaista ja epäsynkronista. Onko rouva Inoruen oikeassa? Perustele.
- d. (2 p) Minkälaisiin ongelmiin törmättiin 80-luvulla, kun tekoölyongelmia yritettiin ratkaista logiikan avulla? Miten näihin ongelmiin reagoitiin?

2. Etsintä ongelmanratkaisuna

Tehtävänä on ratkaista pulmatehtävä, jossa alkutila A on alla vasemmalla ja lopputila (maali) M on alla oikealla. Sallitut siirtymät tilojen välillä ovat sellaisia, että tyhjän ruudun vieressä (oikealla, vasemmalla, ylä- tai alapuolella) oleva numero siirtyy tyhjään ruutuun. Esimerkiksi alkutilasta voidaan siis siirtyä kumpaan tahansa tiloista 1 ja 2:

	+--++		+--++		+--++		+--++
	2 3		1 2		2 3		3
A:	+--++	M:	+--++	1:	+--++	2:	+--++
	1		3		1		2 1
	+--++		+--++		+--++		+--++

- a. (2 p) Esitä kaikki alkutilasta saavutettavat tilat tilakaaviona. Merkitse kaavioon myös tilojen väliset siirtymät.

- b. (3 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 (vähemmän siirtoja)? 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:sta ja B:hen 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. (3 p) Jos tehtävänä olisi toteuttaa kasvojentunnistusmenetelmä, joka tunnistaa kameran avulla kenestä henkilöstä on kyse, minkälaisen menetelmän valitsisit? Selitä lyhyesti, miten valitsemasi menetelmä toimii. Toimisiko menetelmä aina vai olisiko sillä jotain tiettyjä rajoitteita?
- 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. Neuroverkot

a. (2 p) Oikein vai väärin?

- i. Monikerrospereptronissa neuronit kilpailevat siitä, mikä niistä saa aktivoitua.
- ii. Takaisinkytkettyyn neuroverkon avulla voidaan toteuttaa vikasietoinen muisti.
- iii. Bayes-verkko on esimerkki stokastisesta (satunnaisuuteen perustuvasta) neuroverkosta.
- iv. Keinotekoisien neuroverkkojen neuroneihin liittyy painokertoimet, jotka yhdessä neuronin syötteiden kanssa määräävät aktivaation.

b. (2 p) Kuvaile valitsemasi neuroverkon (*) toimintaperiaate. Mitkä ovat verkon syötteet ja mitä tapahtuu, kun syöte esitetään verkolle?

c. (2 p) Selitä kyseisen verkon oppimismenetelmä. Riittää selittää toimintaperiaate, ei tarvitse esittää yksityiskohtia. (Ei pseudokoodia, vaan on selitettävä sanallisesti.) Minkä muotoista opetusaineistoa verkon opettamiseen käytetään?

d. (2 p) Mikä on tyypillinen kyseisen neuroverkon sovellus?

*) Huom: Kuvailtavassa verkossa on oltava useampi kuin yksi yhteenliitetty neuroni.

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) $A \perp B | C \Rightarrow P(A, B | C) = P(A | C) P(B | C)$ "ehdollinen riippumattomuus"

- a. (2 p) Olkoon $P(V | S) = 0.25$ ja $P(V | \neg S) = 0.0005$, missä S tarkoittaa, että viesti on roskapostia (spam) ja V tarkoittaa, että viestissä esiintyy sana "Viagra". Laske todennäköisyys $P(S | V)$, kun $P(S) = 0.2$. Voit antaa lopputuloksen rationaalilukuna eli muodossa r/s , missä r ja s ovat molemmat kokonaislukuja.
- b. (2 p) Seuraavassa taulukossa on laskettuna joidenkin sanojen esiintymistiheys sekä roskapostissa että asiallisissa viesteissä (ham).

sana	spam	ham
<i>money</i>	24	6
<i>lottery</i>	16	4
<i>Bayes</i>	1	10
yhteensä	2000	10000

Arvioi todennäköisyydet $P(\text{Sana}_i = \textit{money} | \text{spam})$, $P(\text{Sana}_i = \textit{lottery} | \text{spam})$ ja $P(\text{Sana}_i = \textit{Bayes} | \text{spam})$ sekä vastaavat todennäköisyydet hammille.

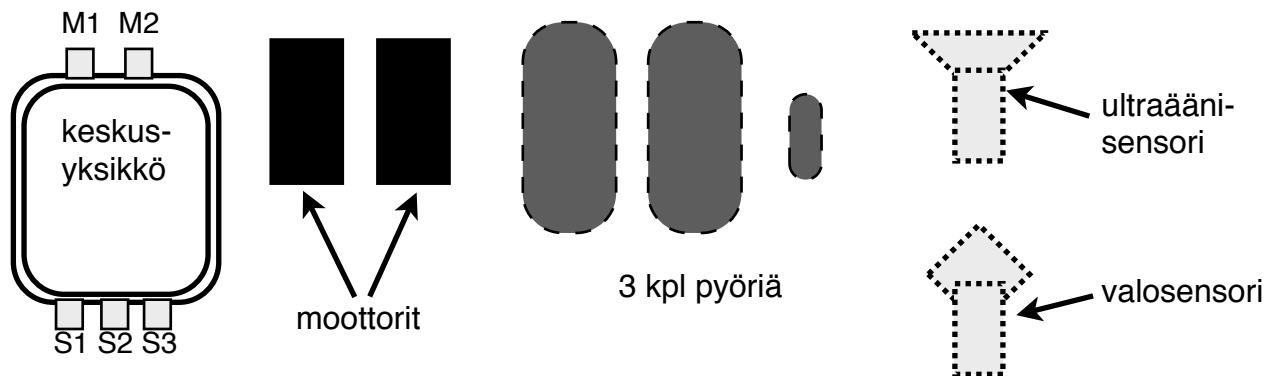
- c. (4 p) Laske todennäköisyys, että viesti on roskapostia, kun sen sisältö on "*Bayes lottery money*". Käytä naivi Bayes -mallia, jossa viestin sanat ovat riippumattomia toisistaan, kun viestin tyyppi (spam/ham) on annettu. Käytä tässäkin prioria $P(\text{spam}) = 0.2$. Tuloksen voi taas antaa rationaalilukuna.

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.

- (2 p) Piirrä yksinkertainen robotti, jolla voit ratkaista seuraavan kohdan tehtävän. Piirrä kuvaan myös kaapelit, joilla yhdistät oikeat komponentit keskusyksikön portteihin.
- (4 p) Esitä pseudokoodina ohjelma, joka seuraa lattiaan piirrettyä 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 kytketyn moottorin liikkeelle (eteenpäin). Sensoreilta voit kysyä arvoja komennolla *S1.getDistance()* jne. Moottorien ja sensorien konstruktoreja tai muita alustuksia ei tarvitse esittää.

- (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.