

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) Mainitse vähintään kaksi tekoälyn esiintymää kulttuurissa (elokuvat, kirjat, pelit, ...). Selitä mitkä niihin liittyvät asiat ovat toteutettavissa nykyisellä tekoälyllä ja mitkä eivät.

b) (2 p) Ensimmäiset yritykset lentokoneiden rakennuksessa perustuivat lintujen tapaan lentää eli siipien räpyttelyyn, mutta nykyisissä lentokoneissa siivet ovat kiinteät. Miten tämä vertaus liittyy tekoälyyn ja voiko sen perusteella arvuutella minkälaiset menetelmät tuottavat parhaat tulokset tekoälyssä?

c) (2 p) Selitä lyhyesti mitä tarkoitetaan käsitteillä GOFAI ja "moderni tekoäly". Mainitse kummankin kohdalla niihin liittyviä tekniikoita.

d) (2 p) Arvioi minkälainen rooli tietoisuuden tutkimisella on nykyisessä tekoäly-tutkimuksessa?

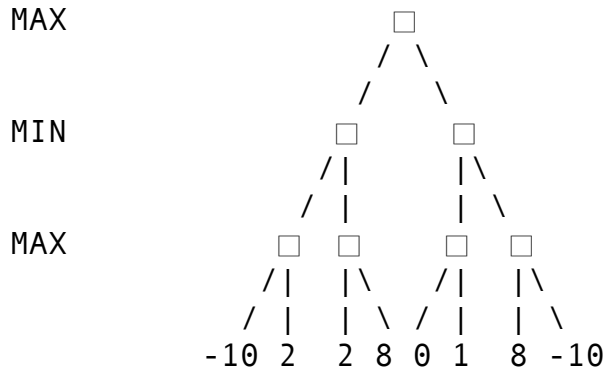
e) (2 p) Tekoälyn osa-alueita ovat:

1. Pelit ja etsintä
2. Tiedonhaku
3. ...

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

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.



a) (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.

b) (2 p) Mitkä ovat kunkin pelaajan optimaaliset pelisiirrot ja mihin tulokseen ne johtavat?

c) (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. 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 "Algorithms are sexy". 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".

4. Neuroverkot.

- a) (2 p) Ovatko seuraavat väittämät totta vai epätotta?
1. Neuroverkot sopivat hyvin kohinaisen datan käsittelyyn.
 2. Kaikkia neuroverkkoja voidaan simuloida tavallisella tietokoneella.
 3. Neuroverkossa jokainen neuroni on yleensä kytketty jokaiseen muuhun neuroniin.
 4. Takaisinkytketyvässä (recurrent) neuroverkossa solmut "kilpailevat" siitä, mikä niistä saa aktivoitua.
 5. Eteenpäin syöttävässä neuroverkossa tulos luetaan verkon dynaamisesta käyttäytymisestä, eikä varsinaista tulosneuronia ole.
- b) (3 p) Kuvaile valitsemasi neuroverkon (*) toimintaperiaate. Mitkä ovat verkon syötteet ja mitä tapahtuu, kun syöte esitetään verkolle?
- c) (3 p) Selitä kyseisen verkon oppimismenetelmä. Riittää selittää toimintaperiaate, ei tarvitse esittää yksityiskohtia. (Pseudokoodi ei riitä, 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.

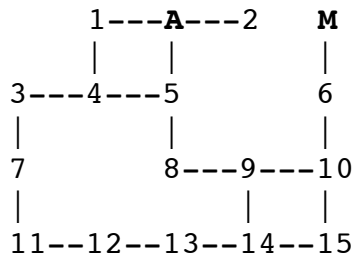
5. Koneoppiminen

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 mitata "suorituskyykyä" numeerisesti?
- b) (4 p) Tehtävänä on oppia tunnistamaan tekstinäytteen perusteella, milloin kirjoittaja on poliitikko. Kuvaile järkevä tapa ratkaista ongelma käyttäen tekoälymenetelmiä. Älä siis ehdota itse keksimääsi valmista ratkaisua, vaan anna koneen tehdä mahdollisimman iso osa työstä.
- c) (4 p) Selitä k-lähimmän naapurin luokittelijan toiminta sanallisesti ja piirrä havainnollinen kuva.

6. A*-haku

Simuloi A*-hakua seuraavassa verkossa:



$\text{sqrt}(1) = 1$	$\text{sqrt}(11) \approx 3.32$
$\text{sqrt}(2) \approx 1.41$	$\text{sqrt}(12) \approx 3.46$
$\text{sqrt}(3) \approx 1.73$	$\text{sqrt}(13) \approx 3.61$
$\text{sqrt}(4) = 2$	$\text{sqrt}(14) \approx 3.74$
$\text{sqrt}(5) \approx 2.24$	$\text{sqrt}(15) \approx 3.87$
$\text{sqrt}(6) \approx 2.45$	$\text{sqrt}(16) = 4$
$\text{sqrt}(7) \approx 2.65$	$\text{sqrt}(17) \approx 4.12$
$\text{sqrt}(8) \approx 2.83$	$\text{sqrt}(18) \approx 4.24$
$\text{sqrt}(9) = 3$	$\text{sqrt}(19) \approx 4.36$
$\text{sqrt}(10) \approx 3.16$	$\text{sqrt}(20) \approx 4.47$

missä numeroidut solmut 1–15 ovat tavallisia solmuja, ‘M’ on maalisolmu, ‘A’ on aloitussolmu, ja viivat solmujen välillä ovat sallittuja siirtymiä (Verkossa ‘|’ tai ‘---’ tarkoittaa kumpikin yhtä siirtymää). Jokaisen sallitun siirtymän kustannus on 1 yksikkö.

Käytä heuristiikkana euklidista (eli “lennuntie-”) etäisyyttä $\text{sqrt}(\Delta_x^2 + \Delta_y^2)$ missä sqrt tarkoittaa neliöjuurta, Δ_x on etäisyys leveyssuunnassa ja Δ_y on etäisyys pystysuunnassa. Esim. solmulle 9 heuristiikka antaa siis $\text{sqrt}(1^2 + 2^2) = \text{sqrt}(5) \approx 2.24$ (ks. oheinen taulukko).

- (5 p) Listaa kussakin etsinnän vaiheessa sen hetkinen käsiteltävä solmu ja solmulistan sisältö siinä järjestyksessä, jossa siitä poimitaan solmuja. Minkä reitin A*-haku tuottaa tulokseksi?
- (3 p) Merkitse a-kohdan ratkaisussa kunkin solmun kohdalle arvot, joiden mukaan solmulista on järjestetty.
- (2 p) Miksi A*-haku on yleensä parempi etsintäalgoritmi kuin leveyssuuntainen haku? Entä miksi A*-haku on yleensä parempi kuin syvyysuuntainen haku?