

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.

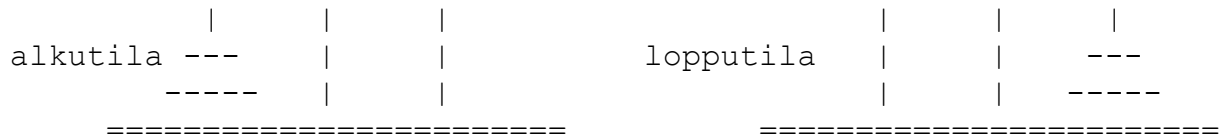
HUOM: Tarkista että olet saanut kaikki tehtäväarkit. Vastaa viiteen (5) tehtävään kuudesta (6). Jos vastaat kaikkiin tehtäviin, arvostelussa otetaan huomioon ensimmäiset viisi. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 10.

## 1. Tekoölyn filosofiaa yms.

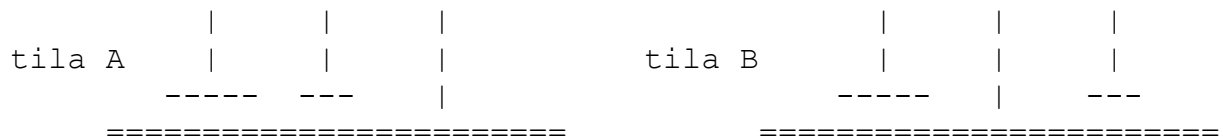
- a. (2 p) Selitä Turingin koe. (Huom. ei Turingin kone.) Minkälainen tekoöly on saavutettu, kun Turingin koe ratkaistaan?
- b. (3 p) Rouva Inoruen väittää, että luonnollisen kaltaista älykkyyttä, jota esiintyy eläimissä ja (usein) ihmisissä, ei voi toteuttaa tavanomaisella tietokonelaitteistolla. Hänen mielestään siihen tarvitaan erityisiä neuroverkkoihin perustuvia laskennan malleja. Onko rouva Inoruen oikeassa? Perustele.
- c. (3 p) Selitä lyhyesti mitä tarkoitetaan käsitteillä GOFAI ja “moderni tekoöly”. Mainitse kummankin kohdalla niihin liittyviä tekniikoita.
- d. (2 p) Mitkä tekoölylähestymistavat tai menetelmät voisivat sopia seuraaviin tehtäviin?
  - 1) sääennusteen tekeminen,
  - 2) optimaalisen opintosuunnitelman laatiminen opinto-oppaan tietojen perusteella,
  - 3) valokuvakokoelman ryhmittely siinä esiintyvien kohteiden mukaisesti,
  - 4) lintulajin tunnistaminen ääninäytteestä.

## 2. Etsintä ongelmanratkaisuna

Tehtävänä on ratkaista pulmatehtävä, jossa kolmeen tappiin (kuvassa '|') on pujotettu kaksi rengasta, iso (kuvassa '-----') ja pieni ('---'). Sallittuja siirtoja ovat yhden renkaan siirtäminen tapista toiseen (ei tarvitse olla viereinen tappi). Sääntöjen mukaan pieni rengas ei koskaan saa olla isomman renkaan alla. Isoa rengasta ei saa siirtää, jos sen päällä on pieni rengas. Alkutilassa molemmat renkaat ovat vasemmanpuoleisimmassa tapissa, iso pienemmän alla. Tavoitteena on saada molemmat renkaat siirrettyä oikeanpuoleisimpaan tappiin.



Esimerkiksi alkutilasta voidaan siis siirtyä kumpaan tahansa seuraavista kahdesta tilasta:



a) (2 p) Esitä mahdolliset tilat tilakaaviona (ei siis etsintäpuuna), jossa esiintyvät kaikki alkutilasta saavutettavat tilat, ja niiden väliset siirtymät on merkitty viivoilla.

b) (3 p) Simuloi syvyysuuntaista hakua a-kohdan tilasiirtymäkaaviossa. (Riittää luetella tilat siinä järjestyksessä, kun ne käydään läpi.) Kuinka monta tilaa haussa käydään läpi ennen kuin maalitila löytyy?

c) (3 p) Simuloi leveysuuntaista hakua a-kohdan tilasiirtymäkaaviossa. Kumpi hakumenetelmä (leveys- vai syvyysuuntainen) löytää lopputilaan lyhyemmän polun (vähemmän siirtoja)? Onko tulos aina sama riippumatta siitä, missä järjestyksessä tiloja tarkistetaan?

d) (2 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. Koneoppiminen

Yksi 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 luokittelemaan kirjoja sen mukaan, onko sci-fi-harrastaja Misca Saavio kiinnostunut niistä. 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.

### 4. Neuroverkot

a. (2 p) Oikein vai väärin?

- i. Itseorganisoivassa kartassa neuronit kilpailevat siitä, mikä niistä saa aktivoitua.
- ii. Itseorganisoivan kartan avulla voidaan toteuttaa vikasietoinen muisti.
- iii. Boltzmannin kone on esimerkki stokastisesta (satunnaisuuteen perustuvasta) neuroverkosta.
- iv. Keinotekoisien neuroverkkojen neuroneihin liittyy painokertoimet, jotka yhdessä neuronin syötteiden kanssa määräävät aktivaation.

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 idea, 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?

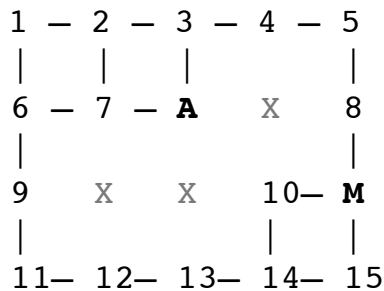
\*) Huom: Kuvailtavassa verkossa on oltava useampi kuin yksi yhteenliitetty neuroni.

## 5. Todennäköisyysmallinnus

- a) (3 p) Esitä naivi-Bayes-malliin perustuvan roskapostisuodattimen toiminnan pääperiaatteet. Mitä vaiheita suodattimen käyttöönotossa ja soveltamisessa on?
- b) (4 p) Simuloi kyseisen suodattimen toimintaa, kun viestin sisältö on “Tekoäly on kiinnostavaa”. Mikä on suodattimen tuloste/johtopäätös? (Voit käyttää itse keksimiäsi todennäköisyysarvoja mallin parametreina.)
- c) (3 p) Miten naivi-Bayes-roskapostisuodatinta voi huijata? Jos haluaisit varmistaa, että huijausviestisi välttää Junk-kansioon joutumisen eli roskapostiksi luokittelun, miten muokkaisit viestin sisältöä? *Vinkki:* Mitä viestistä kannattaisi poistaa tai lisätä?

## 6. A\*-haku

Simuloi A\*-hakua seuraavassa verkossa:



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

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

Käytä heuristiikkana euklidista (eli “linnutie-”) etäisyyttä  $\sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2}$  missä  $\sqrt{\phantom{x}}$  tarkoittaa neliöjuurta,  $\Delta_x$  on etäisyys leveyssuunnassa ja  $\Delta_y$  on etäisyys pystysuunnassa. Esim. alkusolmulle heuristiikka antaa siis arvion  $\sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \approx 2.24$  (ks. oheinen taulukko).

- a) (4 p) Listaa kussakin etsinnän vaiheessa sen hetkinen käsiteltävä solmu ja solmulistan sisältö siinä järjestyksessä, jossa siitä poimitaan solmuja.
- b) (4 p) Merkitse a-kohdan ratkaisussa kunkin solmun kohdalle arvot, joiden mukaan solmulista on järjestetty.
- d) (2 p) Minkä reitin A\*-haku tuottaa tulokseksi? Millä oletuksella A\* tuottaa optimaalisen reitin yleisessä tapauksessa (kun ei rajoituta yllä olevaan verkkoon ja euklidiseen etäisyyteen).