

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.

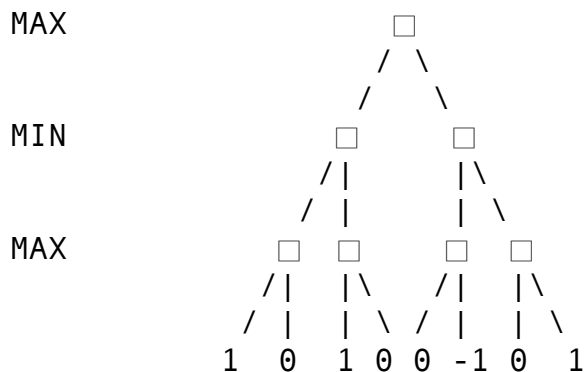
HUOM: Tarkista että olet saanut molemmat tehtäväarkit. Vastaa viiteen (5) tehtävään kuudesta (6). Jos vastaat kaikkiin tehtäviin, arvostelussa otetaan huomioon ensimmäiset viisi. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 10.

## 1. GOFAI vs "moderni tekoäly".

- a) (3 p) Selitä mitä tarkoitetaan käsitteillä GOFAI ja "moderni tekoäly".
  - b) (2 p) Anna **kaksi** esimerkkiä GOFAI:sta.
  - c) (2 p) Anna **kaksi** esimerkkiä "modernista tekoälystä".
  - d) (3 p) Selitä miksi c-kohdassa mainitsemasi esimerkit tuottavat vaikeuksia GOFAI-menetelmille.
- b- ja c-kohdassa esimerkistä käy tyypillinen menetelmä ja ongelma, jonka sillä voi ratkaista.

## 2. minimax ja alpha-beta-karsinta.

Ajatellaan peliä, jossa kaksi pelaajaa saa vuorotellen valita kahden siirron välillä ja pelin tulokset ovat oheisen pelipuun mukaiset (-1 tarkoittaa, että pelaaja Min voittaa, 1 tarkoittaa, että pelaaja Max voittaa, 0 tarkoittaa tasapeliä).



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? Selitä millä perusteella näin voidaan tehdä.

## 3. Logiikka.

Loogiseen päättelyyn perustuvan robotin tavoitteena on pakata ruokakaupan ostokset pahvilaatikkoon ja kantaa laatikko ostoksineen asiakkaan autoon. Robotti repii pahvilaatikon kylkeen reiän ja tunkee ostokset sen kautta sisään ja nostaa laatikon ylös, jolloin puolet ostoksista putoaa reiästä lattialle.

Robotin tietokantaan oli syötetty tietoja, kuten

- jos laatikossa on reikä, sen kautta voi tunkea laatikkoon esineitä,
- jos laatikon nostaa ylös ja kantaa autoon, sen sisällä olevat tavarat pysyvät laatikossa,
- jne.

a) (3 p) Mitä muutoksia robotin tietokantaan olisi tehtävä, jotta tehtävä sujuisi paremmin? Mainitse esimerkki tarvittavasta muutoksesta, jonka avulla robotti ymmärtää olla repimättä laatikkoa, ja mainitse miksi se ei välttämättä riitä: minkä muun virheen robotti voi siitä huolimatta tehdä?

b) (4 p) Selitä *kehysongelma* yleisemmällä tasolla. Miten se liittyy tehtävässä esiintyvään ostoksia pakkaavaan robottiin?

c) (3 p) Kehysongelma ei ole ainoa logiikan käyttöön tekoälyssä liittyvä hankaluus. Mainitse ainakin kaksi muuta ongelmaa ja kerro lyhyesti mitä ne tarkoittavat.

#### 4. 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 "Buy cheap algorithm". 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 määrätä (muuten kuin vetämällä hatusta)?

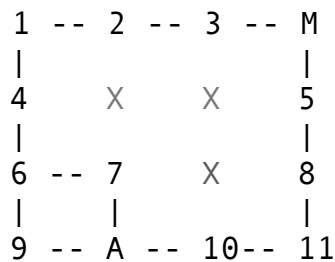
#### 5. Neuroverkot.

- a) (2 p) Mitkä ovat tärkeimmät luonnollisten ja keinotekkoisten neuroverkkojen erot?
- 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.

## 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 1–11 ovat solmuja, 'X' on saavuttamattomissa oleva solmu, 'M' on maalisolmu, 'A' on aloitussolmu, ja viivat solmujen välillä ovat sallittuja siirtymiä. Jokaisen sallitun siirtymän kustannus on 1 yksikkö.

Käytä heuristiikkana euklidista etäisyyttä. Esim. alkusolmulle heuristiikka antaa siis arvion  $\sqrt{3^2 + 2^2} = \sqrt{13} \approx 3.61$  (ks. oheinen taulukko).

- (6 p) Listaa kussakin etsinnän vaiheessa sen hetkinen käsiteltävä solmu ja solmulistan sisältö siinä järjestyksessä, jossa siitä poimitaan solmuja.
- (2 p) Mikä on A\*-haun tuottama reitti alkusolmusta loppusolmuun? Onko se lyhin mahdollinen reitti?
- (2 p) Millä oletuksella A\* tuottaa optimaalisen reitin yleisessä tapauksessa (kun ei rajoituta yllä olevaan verkkoon ja euklidiseen etäisyyteen).