

*Huom: Voit saada tästä harjoituskerrasta max. 6 pistettä.*

### Tehtävä 1. Looginen päättely (2 pistettä)

- a) (1 piste). Anna esimerkki sekä tautologisesta että ristiriitaisesta lauseesta (muut kuin luennolla esitetyt). Onko matemaattinen lause

$$a, b, c, \text{ ja } n \text{ ovat positiivisia kokonaislukuja, } n > 2, \text{ ja } a^n + b^n = c^n$$

tautologinen vai ristiriitainen? (Vihje: Fermat.) Ajatellaan lausetta

$$NP = P,$$

missä NP viittaa epädeterministisen Turingin koneen avulla polynomisessa ajassa ratkeavien ongelmien luokkaan ja P vastaavasti viittaa deterministisen Turingin koneen avulla polynomisessa ajassa ratkeavien ongelmien luokkaan. Onko se tautologinen vai ristiriitainen? (Jos et osaa vastata, älä huolestu: kukaan muukaan ei osaa.)

Entä ovatko edeltävät kaksi lausetta todistettavissa (todeksi tai epätodeksi)? Mikä on kolmas vaihtoehto?

- b) (1 piste). Kirjoita Prolog-ohjelma, joka esittää seuraavan joukon lauseita:

Sokrates omistaa Rekku-koiran.

Jos Sokrates omistaa X:n, X on Sokrateen.

Rekku-koira on Jekku-pennun isä.

Jos X on Y:n isä, X on isä.

Jos X on Sokrateen ja X on isä, X on Sokrateen isä.

Huomaa, että vakiot kuten Sokrates on kirjoitettava Prologissa pienellä alkukirjaimella ja muuttujat kuten X isolla (alku-)kirjaimella. Tallenna ohjelma tiedostoon 'sokrates.pl'. Aja ohjelma käynnistämällä GNU Prolog -ympäristö ja kirjoittamalla

```
consult('sokrates').
```

Kirjoita nyt kysely, jolla selvität kuka on Sokrateen isä.

### Tehtävä 2. Shakki. (1-2 pistettä)

- a) (1 piste). Toteuta valmiina annettuun runkoon heuristinen evaluointifunktio (luokka `YourEvaluator`), joka arvioi shakkilaudan tilanteen. Funktion tulee palauttaa sitä suurempi arvo, mitä luultavammin peli päättyy valkean voittoon.

Arviointifunktio voi riippua mm. kummankin väristen nappuloiden määrästä laudalla, nappuloiden sijoittumisesta laudan tärkeisiin kohtiin, jne.

Shakkipeli käynnistyy komennolla `$ java Main`.

Testaa arviointifunktiota peluuttamalla siihen perustuvaa shakkialgoritmia sellaista algoritmia vastaan, joka perustuu valmiina tarjottuun evaluointifunktioon (luokka `OurEvaluator`).

Voit kokeilla myös peluuttaa omaa arviointifunktiosi itseään vastaan kopioimalla oman funktiosi `OurEvaluator.class`-tiedostoon.

- b) (1 piste). Toteuta joukko erilaisia evaluointifunktioita (tai pyydä kaveriltasi) ja järjestä vähintään 8 algoritmin kesken shakkiturnaus pudotuspeliperiaatteella, jossa otteluparista pääsee jatkoon algoritmi, joka saavuttaa kaksi voittoa (“paras kolmesta”) ja häviöjä putoaa. (Tasapelien tapauksessa joudut pelaamaan uusintaotteluita.)

Voitko päihittää valmiiseen `OurEvaluator`-funktioon perustuvan pelaajan (a.k.a. “*Deep Glue*”)?

Huom: Älä aja shakkibotteja melkissä tai muissa interaktiivisissa servereissä. Kurssilaisten käyttöön on varattu Ukko-klusterin solmut 238,239 ja 240. Voit kirjautua niihin ssh:lla, esim. `$ ssh ukko238.hpc.cs.helsinki.fi`. Solmujen kuormitusta voi tarkkailla osoitteessa <http://www.cs.helsinki.fi/u/jjaakkol/hpc-report.txt>.<sup>1</sup>

### Tehtävä 3. Probabilistinen päättely (1-2 pistettä)

- a) (1 piste). Tutustu luentokalvoissa esitetty auton käynnistymistä kuvaavaan probabilistiseen malliin. Toteuta algoritmi, joka generoi monikkoja  $(A, R, S, B, K, L)$ , missä

$$\begin{aligned} A = 1, & \text{ joss akussa on virtaa,} \\ R = 1, & \text{ joss radio soi,} \\ S = 1, & \text{ joss sytytys toimii,} \\ B = 1, & \text{ joss tankissa on bensaa,} \\ K = 1, & \text{ joss moottori käynnistyy,} \\ L = 1, & \text{ joss auto liikkuu.} \end{aligned}$$

Generoi ensin muuttuja  $A$  siten, että se saa arvon 1 todennäköisyydellä 0.9. Generoi sen jälkeen muuttuja  $R$  siten, että se saa arvon 1 todennäköisyydellä 0.9, jos  $A = 1$ . Jos  $A = 0$ ,  $R$  saa aina arvon 0. Jatka näin, noudattaen luentokalvolla annettuja todennäköisyyksiä, kunnes kaikki muuttujat on generoitu. Muista generoida solmut siinä järjestyksessä, että nuolen alkupäässä oleva solmu generoidaan ennen solmua, joka on nuolen loppupäässä.

Generoi näin 100000 kokonaista monikkoa. Laske sen jälkeen kuinka suuressa osassa monikoista, joissa  $L = 0$ , pätee  $A = 0$ . Entä kuinka suuressa osassa monikoista, joissa  $L = 0$ , pätee  $B = 0$ ? Esitä tulkinta saamillesi tuloksille.

Laske myös kuinka suuressa osassa generoimiasi monikoita, joissa pätee  $L = 0$  ja  $R = 0$ , pätee  $A = 0$ . Entä kuinka suuressa omassa monikoista, joissa pätee  $L = 0$  ja  $R = 0$ , pätee  $B = 0$ ? Vertaa näitä tuloksia edellä saamiisi ja esitä tulkinta havainnoillesi.

<sup>1</sup>Koko kurssille ylimääräinen laskaripiste, jos saatte klusterin sulamaan, ks. <http://www.cs.helsinki.fi/en/story/63229/bringing-ukko-cluster-down>.

- b) (1 piste). Mallinna vastaavalla tavalla seuraava tilanne: Alueella jossa asut, tapahtuu maanjäristys todennäköisyydellä 0.014. Toisaalta (ja riippumatta maanjäristyksistä) asuntoosi tehdään asuntoryöstö todennäköisyydellä 0.0062. Maanjäristyksen sattuessa varashälytin hälyttää todennäköisyydellä 0.84. Jos asuntoon murtaudutaan, hälyttää hälytin todennäköisyydellä 0.918. Jos käy niin, että maanjäristys ja murto tapahtuvat samalla kertaa, hälyttää hälytin todennäköisyydellä 0.974. Ilman maanjäristystä tai ryöstöä, hälytin hälyttää todennäköisyydellä 0.039.

Muokkaa  $a$ -kohdan algoritmia siten, että voit generoida yllä olevan kuvauksen mukaan kolmikkoja  $M, R, H$  (murto, ryöstö, hälytys). Generoi sitten 100000 kokonaista kolmikkoa. Laske kuinka suuressa osassa monikkoja, joissa  $H = 1$ , pätee  $R = 1$ . Laske myös kuinka suuressa osassa monikkoja, joissa pätee sekä  $H = 1$  että  $M = 1$ , pätee lisäksi  $R = 1$ .

Esitä tulkinta havainnoillesi. Kumpi edellä mainituista osuuksista on suurempi? Osaatko sanoa mitä se merkitsee?