

Kokeessa saa pitää mukana käsinkirjoitettua A4-kokoista kaksipuolista "lunttilappua", 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. Kirjoita vastaukset selkeällä käsialalla.

HUOM: Tarkista että olet saanut kaikki tehtäväarkit. Vastaa neljään (4) tehtävään viidestä (5). Jos vastaat kaikkiin tehtäviin, arvostelussa otetaan huomioon ensimmäiset neljä. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 10.

1. Tekoölyn filosofiaa ja historiaa

a. (6 p) Esseekysymys. Sopivan pituinen vastaus on noin yhden kokonaisen sivun mittainen.

Aihe: "Deep learning ratkaisee kaiken?"

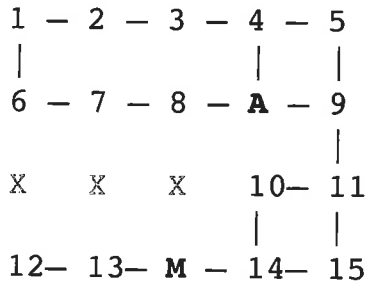
Deep learning eli syvät neuroverkot ovat viimeisten viiden vuoden aikana saaneet valtavasti huomiota, koska niiden avulla on saavutettu suuria edistysaskeleita. Uskotaan, että deep learning on ratkaisu lähes kaikkiin tekoölyn ongelmiin, kunhan jäljellä olevat esteet lähes kaiken ratkaisevassa tekoölyssä voidaan ylittää. Tämän väitetään olevan mahdollista jo lähivuosina. Pohdi näitä odotuksia ottaen huomioon tekoölyn historiassa ilmenneet suuret kehityskaaret.

b. (2 p) Pitääkö väittämä "tekoölytutkimuksen ensisijainen tarkoitus on kopioida ihmisälykkyys" paikkansa vai ei? Perustele vastauksesi lyhyesti.

c. (2 p) Elokuviissa tekoöly usein saavuttaa tietoisuuden ja hyökkää ihmisten kimppuun. Kuvitellaan, että Suomen hallitus on huolissaan tästä riskistä ja ajaa lakia, jolla kaikki tekoölyalgoritmit kielletään. Millaisia käytännön seurauksia tällaisella lailla olisi? Mainitse muutama esimerkki. Mitä ongelmia tällaisen lain valvomiseen liittyyisi?

2. 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 “lennuntie-”) etäisyyttä $\sqrt{(\Delta_x^2 + \Delta_y^2)}$ missä $\sqrt{}$ tarkoittaa neliöjuurta, Δ_x on etäisyys leveyssuunnassa ja Δ_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.

esim.

M: [14, 13]

- b. (4 p) Merkitse a-kohdan ratkaisussa kunkin solmun kohdalle arvot, joiden mukaan solmulista on järjestetty.

esim.

M: [14 (3), 13 (3.83)]

- c. (2 p) Minkä reitin A*-haku tuottaa tulokseksi? Millä tavoin A*-haku on parempi kuin esimerkiksi leveyssuuntainen haku? Miten tämä etu tulee ilmi tämän tehtävän reittihaussa?

3. Luonnollisen kielen käsittely (NLP)

a. (2 p) Olkoon kontekstittoman kieliopin säännöt seuraavat:

$$\begin{array}{lll} S \rightarrow P S & P \rightarrow \text{tosi} & N \rightarrow \text{ratkaisu} \\ S \rightarrow A N & A \rightarrow \text{hieno} & \end{array}$$

Saadaanko näitä sääntöjä soveltamalla aloitussymbolista S muodostettua lauseet ”ratkaisu”, ”tosi tosi tosi hieno ratkaisu” ja ”tosi tosi hieno hieno ratkaisu”? Perustele.

b. (4 p) Sovella CYK-algoritmia täyttääksesi oheinen taulukko. *Vinkki:* Solut (3,3), (4,4) ja (3,4) on täytetty valmiiksi. Muista, että solu (3,4) viittaa lauseen sanoihin 3–4 eli ”hieno ratkaisu”.

(1,4)				
(1,3)	(2,3)			
(1,2)	(2,3)	S	(3,4)	
(1,1)	(2,2)	A	(3,3)	N (4,4)
tosi	tosi	hieno	ratkaisu	

c. (2 p) Esitä edellisen kohdan jäsenyystaulukosta saatava jäsenyyspuu (tai puut).

d. (2 p) Esitä esimerkki lauseesta, joka on monitulkintainen. Millä perusteella voidaan pyrkiä päättelemään ”oikea” tulkinta automaattisesti?

4. Todennäköisyysmallinnus

a. (3 p) Mikä on Bayesin kaava? Anna käytännön esimerkki sen soveltamisesta käyttäen sopimaksi katsomiasi, konkreettisia tapahtumia (ei siis pelkästään A , B , ...). Käytä valitsemiasi mielekkäitä numeroarvoja, joista mikään ei saa olla tasan 0 tai 1.

b. (2 p) Miksi Bayesin kaava on tärkeä tekoälyssä?

c. (3 p) Miten Bayes-verkosta generoidaan dataa?

d. (2 p) Miten arvioidaan ehdollista todennäköisyyttä $P(\text{”On kevät”} \mid \text{”Istun luentosalissa”, ”Ulkona on harmaata”})$, kun on generoitu 100 000 monikkoa edellä mainittujen tapahtumien välisiä suhteita kuvaavasta Bayes-verkosta?

5. Neuroverkot

- a. (4 p) Leiki opettajaa. Keksi neuroverkkoaiheinen kysymys, kun vastaus on annettu!
- i. $f(z) = 0$, kun $z < 1$, $f(z) = 1$, muuten.
 - ii. Boltzmannin kone
 - iii. paljon suurempi skaala, epäsynkronisuus (eri neuronit suorittavat laskentaa eri tahdissa) ja tyypillisesti binääriset viestit
 - iv. visualisointi
- b. (3 p) Kuvaile valitsemasi neuroverkon toimintaperiaate. Mitkä ovat verkon syötteet ja mitä tapahtuu, kun syöte esitetään verkolle?
- c. (2 p) Selitä kyseisen verkon oppimismenetelmä ja kerro samalla, minkä muotoista opetusaineistoa verkon opettamiseen käytetään. Riittää selittää toimintaperiaate, ei tarvitse esittää yksityiskohtia. (Ei pseudokoodia, vaan on selitettävä sanallisesti.)
- d. (1 p) Mikä on tyypillinen kyseisen neuroverkon sovellus?