

1. Tekoälyn filosofiaa yms.

- a. (5 p) Esseekysymys. Sopivan pituinen vastaus on yli yhden, mutta mielellään alle kahden sivun mittainen.

Aihe: ”Miksi tekoälytutkimus on tärkeää?” (nyt ja tulevaisuudessa)

max 5p koostuen seuraavista:

1p: mainitaan vähintään yksi hyödyllinen tekoälysovellus

1p: mainitaan vähintään kaksi muutakin hyödyllistä sovellusta

1p: työelämä muuttuu tekoälyn takia

1p: tekoäly tulee muuttamaan elämää muutenkin kuin työssä (viihde, liikenne, ...)

1p: tekoälyn avulla voidaan ymmärtää älykkyyttä ja tietoisuutta, yms.

1p: on tärkeää pystyä ennakoimaan mahdollisen ns. ”singulariteetin” vaikutuksia

1–2p: muita valideja pointteja

- b. (2 p) Valitse kaksi (2) esimerkkiä kulttuurissa (kirjallisuus, elokuvat, ...) esiintyvistä tekoälyistä ja kummankin kohdalla ominaisuuksia, jotka nykyään osataan toteuttaa ja ominaisuuksia, joita ei (ainakaan vielä) osata toteuttaa. Mainitse yhteensä vähintään kolme (3) ominaisuutta kummankin tekoälyn kohdalla.

1p per esimerkki

- c. (1 p) Kuvaako virke ”Neuroverkot olivat muodissa 1960-luvulle asti, minkä jälkeen kiinnostus lopahti” hyvin neuroverkkojen asemaa tekoälytutkimuksessa? Perustele vastauksesi lyhyesti.

Ei kuvaa, vaikka pitääkin sinänsä paikkansa, koska se jättää huomioimatta 2000-luvulla alkunsa saaneen ja edelleen kasvavan uuden syvien neuroverkkojen aallon. Pisteensä saa, vaikka sanoisikin, että pitää paikkansa, kunhan muistaa korostaa uuden aallon merkitystä tällä hetkellä.

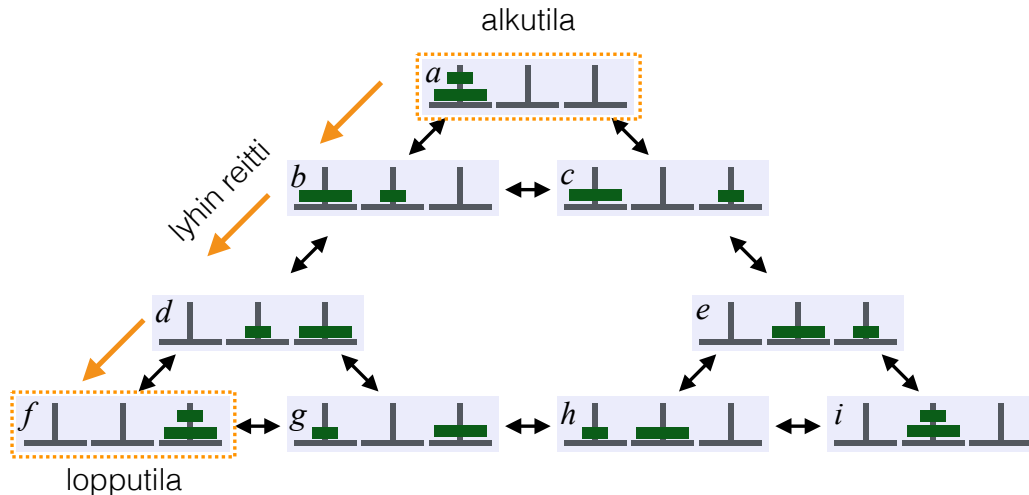
- d. (2 p) Milloin (suurin piirtein) logiikkaan pohjautuvaan tekoälyyn liitetyt odotukset olivat korkeimmillaan ja minkälaisiin ongelmiin silloin törmättiin?

Odotukset olivat korkeimmillaan 1980-luvulla, mutta pian sen jälkeen törmättiin ongelmiin, kuten

- kaiken relevantin tiedon ja ns. arkijärjen esittämisen vaikeus
- menetelmien huono skaalautuvuus todella isoihin ongelmiin,
- epävarman ja epätastamällisen tiedon käsittelyn vaikeus,
- logiikan ratkeamattomuustulokset

2. Etsintä ongelmanratkaisuna

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



- tilat ja tilasiirtymät oikean tyyppisiä, mutta verkko ei oikein = 1p
- tilat ja tilasiirtymät oikean tyyppisiä ja oikea verkko = 2p

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

Syvyysuuntaainen haku voi löytää suoraan lopputilaan (a, b, d, f) tai kiertää kaikkien mahdollisten muiden tilojen kautta ($a, b, c, e, i, h, g, d, f$). Minimimäärä tiloja on siten neljä ja maksimimäärä yhdeksän.

piste jokaisesta seuraavista:

- lueteltu syvyysuuntaisessa haussa mahdollinen järjestys alkaen alkutilasta ja päättyen lopputilaan, mutta tilojen määrää ei laskettu tai väärin: 2p
- edellinen, mutta tilojen määrä oikein: 3p

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

Leveysuuntaisessa haussa käydään läpi ensin tilat a, b, c, d, e , minkä jälkeen parhaassa tapauksessa valitaan lopputila f , ja huonoimmassa tapauksessa ensin tilat g, h, i , ja vasta sen jälkeen lopputila f . Minimimäärä tiloja on siten kuusi ja maksimimäärä yhdeksän.

Huom: Läpikäytyjen tilojen määrä on eri asia kuin löydetyn reitin pituus. Leveys-suuntainen haku löytää aina reitin a, b, d, f . Syvyysuuntainen haku voi tuottaa joko saman (lyhimmän) reitin tai maksimimittaisen reitin riippuen tilojen läpikäymisjärjestyksestä.

piste jokaisesta seuraavista:

- lueteltu syvyysuuntaisessa haussa mahdollinen järjestys
- laskettu reitin pituus oikein
- huomattu että syvyysuuntaisen haun reitin pituus riippuu läpikäyntijärjestyksestä

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?

1p: Reittioppaan voisi toteuttaa etsintäongelmana, jossa alkutila on lähtöpysäkki ja kellonaika ja lopputila on kohdepysäkki. Etsinnän tila olisi pysäkki ja kellonaika.

1p: A* sopisi tehtävään erinomaisesti. (Myös leveysuuntainen haku ellei pysäkkiverkosto ole liian laaja.) A*-haun heuristiikaksi sopisi alaraja ajalle, jossa senhetkiseltä pysäkiltä pääsee kohdepysäkillle. (Vastaukseksi hyväksytään myös linnuntie-etäisyys.)

3. Neuroverkot

a. (3 p) Oikein vai väärin? (Pisteet: <4 oikein \Rightarrow 0p, 4 oik. \Rightarrow 1p, 5 oik. \Rightarrow 2p, 6 oik. \Rightarrow 3p)

i. Monikerroserpseptroni pystyy luokittelemaan oikein kahdesta sisäkkäisestä, eri luokkiin kuuluvasta spiraalista muodostuvan aineiston (ks. kuva oikealla).

oikein

ii. Itseorganisoivassa kartassa testisyöte x_{test} aktivoi sitä lähimmän opetusaineisossa esiintyvän syötteen x_{train} .

väärin (näin tapahtuu lähimmän naapurin luokittimessa)

iii. Hopfieldin verkko on todennäköisyyksiin perustuva neuroverkko.

väärin (Bolzmannin kone on)

iv. Yksi neuroverkko sisältää yleensä vain yhdenlaisia neuroneita.

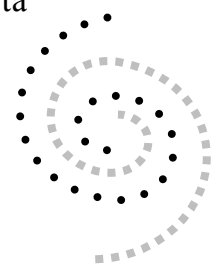
oikein

v. Neuroverkkoluokittimessa on aina vähintään kaksi neuronia.

väärin (perseptroniluokitin on esimerkki yhden neuronin luokittimesta)

vi. Bayes-verkko on eteenpäin syöttävä neuroverkko, jossa ei esiinny syklejä.

väärin (Bayes-verkko ei ole neuroverkko vaan todennäköisyysmallin esitys)



b. (2 p) Mitkä piirteet ovat yhteistä eri neuroverkkotyypeille?

1p jokaisesta:

- rinnakkaisuus
- yksinkertaiset perusyksiköt (neuronit), jotka suorittavat laskennan
- adaptiivisuus: mukautuvat syötteisiin
- (– myös stokastisuus hyväksyttiin vaikka kaikki neuroverkot eivät olekaan stokastisia)

c. (3 p) Selitä valitsemasi neuroverkon oppimismenetelmä: Mitä opitaan, mistä ja miten? Huom. pelkkä kaava ei riitä. Selitä myös sanallisesti.

1p jokaisesta:

- perusidea suurin piirtein oikein
- kokonaan oikein
- opetusaineisto (millaista aineistoa)

d. (2 p) Selitä edellisen kohdan neuroverkon toiminta sen jälkeen, kun se on opittu. Mitä tapahtuu, kun tietty syöte esitetään ja mikä on tulos? Käytä esimerkkinä jotakin kyseiselle neuroverkolle tyypillistä sovellusta.

1p jokaisesta:

- perusidea suurin piirtein oikein
- kokonaan oikein

4. 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 ”hieno ratkaisu”, ”tosi tosi tosi hieno ratkaisu” ja ”tosi tosi hieno hieno ratkaisu”? Perustele.

”hieno ratkaisu” saadaan soveltamalla sääntöjä $S \rightarrow A N$, $A \rightarrow \text{hieno}$, $N \rightarrow \text{ratkaisu}$
”tosi tosi tosi hieno ratkaisu” saadaan soveltamalla sääntöjä $S \rightarrow P S$ (kolme kertaa), $P \rightarrow \text{tosi}$ (kolme kertaa), $A \rightarrow \text{hieno}$, $N \rightarrow \text{ratkaisu}$
”tosi tosi hieno hieno ratkaisu” ei saada millään säännöllä, koska välikettä S on vain yksi kappale eikä sitä voi monistaa millään säännöllä ja välikkeestä S saadaan vain yksi A-välike, josta saadaan päätesymboli ’hieno’.

- oikeat vastaukset, mutta puutteellinen perustelu = 1p
- oikeat vastaukset ja pääpiirteissään oikea perustelu = 2p

b. (4 p) Sovella CYK-algoritmia täyttääksesi oheinen taulukko:

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

pisteytys tapauskohtaisesti niin, että samantyyppisen virheen toistamisesta (esimerkiksi tyhjiin kohtiin merkitystä välikkeestä) ei lähtenyt useampaa pistettä

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

puu on yksikäsitteinen. juuri on solmu (1,4), sen lapset (1,1) ja (2,4). Solmun (2,4) lapset ovat (2,2) ja (3,4). Solmun (3,4) lapset ovat (3,3) ja (4,4). Alarivin sanat sai merkitä solmujen (1,1), ..., (4,4) lapsiksi tai olla merkitsemättä.

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

- esimerkiksi: syön kalaa haarukalla (1p)
- sanojen esiintymiseen tietyssä lauserakenteessa voidaan liittää todennäköisyydet ja etsiä todennäköisin lauseenjäsenyys (1p)

5. Todennäköisyysmallinnus

a. (3 p) Jos potilaalla on tietty tauti, testi antaa positiivisen tuloksen 99 % todennäköisyydellä. Jos potilaalla ei ole ko. tautia, testi voi silti antaa positiivisen tuloksen; näin käy 2 % todennäköisyydellä. Taudin yleisyys väestössä on 1/10000 (yksi kymmenestä tuhannesta).

Jos testi antaa positiivisen tuloksen satunnaisesti valitun henkilön kohdalla, millä todennäköisyydellä henkilöllä on kyseinen tauti? Arvaa ensin ja laske vasta sitten (muista esittää laskutoimitus välivaiheineen, ei pelkkä vastaus). Osuiko arvauksesi lähelle oikeaa?

Jos merkitään S(airas) ja P(ositiivinen tulos), saadaan Bayesin kaavalla

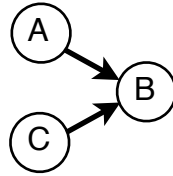
$$P(S | P) = P(P | S) P(S) / P(P),$$

missä $P(P) = P(P | S) P(S) + P(P | \neg S) P(\neg S) = 0.99 \times 1/10\,000 + 0.02 \times 9999/10\,000 = 0.020097$. Sijoittamalla yllä olevaan kaavaan saadaan nyt

$P(S | P) = 0.99 \times 1/10\,000 / 0.020097 = 0.004926108 \approx 0.5\%$
tai noin yksi 200:sta.

Lasku- tai muista pienistä huolimattomuusvirheistä ei sakoteta. Bayesin kaavan maininnasta ja kirjoittamisesta ainakin melkein oikein 1p. Nimittäjän laskemisesta oikein 1p.

b. (3 p) Olkoon Bayes-verkon rakenne seuraava:



Kaikki muuttujat (A,B,C) ovat binäärisiä eli niiden arvot ovat joko 0 tai 1. Muuttujat A ja C määräytyvät täysin satunnaisesti kolikonheittojen perusteella. Muuttuja B saa arvon 1, jos pätee $A = 1$ tai $C = 1$, ja 0 muuten. Luettele Bayes-verkkoon liittyvät todennäköisyysparametrit ja niiden arvot.

$$P(A = 1) = 0.5, P(C = 1) = 0.5, P(B = 1 | A=0, C=0) = 0, P(B = 1 | A=0, C=1) = 1$$
$$P(B = 1 | A=1, C=0) = 1, P(B = 1 | A=1, C=1) = 1$$

lueteltu kaikille kolmelle joku todennäköisyys, mutta ehdollistettu väärin = 1p

lueteltu kaikille kolmelle muuttujalle oikein ehdollistettu tn, mutta arvoissa vikaa = 2p

kokonaan oikein = 3p

c. (4 p) Selitä miten Bayes-verkosta generoidaan dataa käyttäen esimerkkinä b-kohdan verkkoa. Simuloi menetelmää generoimalla 10 esimerkimonikkaa.

Generoidaan ensin A ja C siten, että kummallekin valitaan riippumattomasti arvo 0 tai 1 samalla todennäköisyydellä. Sitten valitaan B:lle arvoksi 0, jos jompi kumpi A:sta tai C:stä on nolla ja 1, jos sekä A ja C saivat arvon 1. Toistetaan 10 kertaa.

pisteytys tapauskohtaisesti