AMI ZH 60 perc # ZH
2023. okt. 25.
Max. 30 pont **Név (nyomtatott betűkkel):** ______________________ Σ ☐
Szükséges minimum: 12 pont
Neptun-kód: | | | | | | |

Meg nem engedett segédeszközt vagy segítséget nem vettem igénybe.

____
aláírás

Feladat sorszáma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kapott pontok					

---

1. Az alábbi állításoknál a helyes választ (IGAZ/HAMIS) kell bekarikázni. Minden jó válasz +1 pont, minden rossz válasz -0,5 pont (a nem megválaszolt kérdés értelemszerűen 0 pont). Ha negatív lenne a végső pontszám ebben a feladatban, akkor nullára „kerekítjük".

10 p. ______

a. Az ember azért képes még ma is lépést tartani a számítógépes programokkal, mert az emberi agy ciklusideje lényegesen gyorsabb a számítógép ciklusidejénél. a. IGAZ HAMIS

b. Nyájunkban fekete, fehér, foltos és csíkos kecskék vannak, mindegyikből ugyanannyi. Nagyobb az információszükségletünk annak megválaszolásához, hogy a lúdvérc milyen színű kecskét rabol el először, mint annak megválaszolásához, hogy a következő, Alkalmazott MI-ből jelest elérő hallgató lány lesz vagy fiú. b. IGAZ HAMIS

c. A racionálisan cselekvő ágens olyan döntést nem hozhat, amiről utólag kiderül, hogy veszteségre vezetett. c. IGAZ HAMIS

d. Az $(A \wedge B) \rightarrow C$ biztosan IGAZ, ha C HAMIS. d. IGAZ HAMIS

e. Egy szigmoid neuronokkal felépített MLP tanítása során (BP algoritmus), a szigmoid nemlinearitások deriváltjai összeszorzódnak a hibavisszaterjesztési lépések során. e. IGAZ HAMIS

f. Lehet olyan eset, amikor a d=2 mélységben található megoldást a mélységi keresés nem találja meg elfogadható idő (pl. 1 hónap) futási idő alatt. f. IGAZ HAMIS

g. Az iteratívan mélyülő keresés soha nem találja meg kevesebb csomópont kifejtésével a megoldást, mint a legsekélyebb mélységben található megoldással megegyező mélységkorláttal rendelkező mélységi keresés. g. IGAZ HAMIS

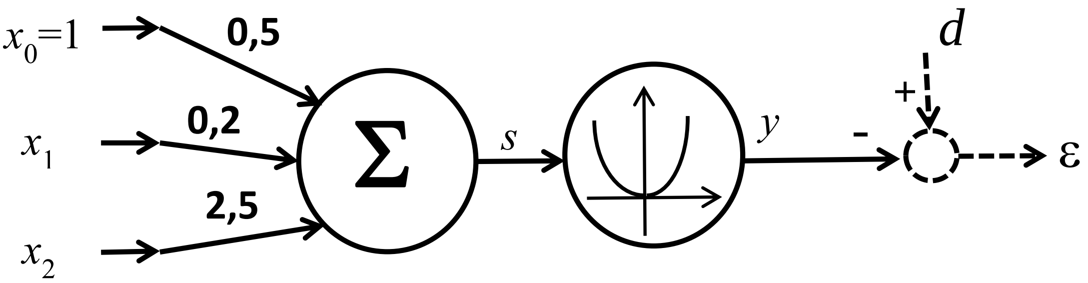
h. A tanítóminta-halmazon mért átlagos hiba a tanítás során még csökkenhet a túltanulási szakaszban is. h. IGAZ HAMIS

i. Mély tanulást végző (deep-learning) hálónk egyik rétegében egy 100*100 pixeles bináris (fekete/fehér, 0/1) képen 16*16-os ablakkal konvolúciós hálót tanítunk, a következő réteg is 100*100 pixeles. Ez esetben a két réteg közt 10^8 független súlyt kell tanítanunk.
i. IGAZ HAMIS

j. Ha a hibafelület gradiensére merőleges irányban mozdulunk el a tanított paraméterek terében, akkor a hiba biztosan nőni fog. j. IGAZ HAMIS

2. Szokatlan perceptront tanítunk egy problémára. A perceptron kimenetén a nemlinearitás – kollégánk javaslatára – az $y=f(s)=s^2$ nemlineáris függvény. A tanítás során – szokásos módon – a kimeneti hiba négyzetét igyekszünk *gradiens módszer*rel csökkenteni.

Az eddigi tanítási lépések során kialakult perceptronsúlyok az ábrán láthatók.



8 p.

A következő lépésben az x1=0,7; x2=-0,2 mintával tanítunk, amelyhez tartozó kívánt válasz +0.2. Mi lesz a három súly új értéke a tanítási lépés után, ha a tanítási faktor (bátorsági faktor) értéke 0,1?

(Természetesen számítás is szükséges, a puszta végeredmény nem hoz pontot!)

<u>Megoldás:</u> (szvsz. agyonmagyarázva, persze a zh-ban nem kellett ennyire részletesre venni)

$\varepsilon = d - y$

$E = \varepsilon^2$

A gradiens-módszerhez a szokásos differenciálszámításra (láncszabállyal) van szükség:

$\frac{\partial E}{\partial w_k} = \frac{\partial E}{\partial \varepsilon} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial s} \cdot \frac{\partial s}{\partial w_k}$ a differenciálhányados azt mutatja meg, hogy ha w_k-t kis mértékben növeljük vagy csökkentjük, akkor E (amit minimalizálni szeretnénk) nőni vagy csökkenni fog, és milyen mértékben!

Ez egyetlen ponton tér el attól, amit a szigmoid neuronnál vettünk, mivel a nemlinearitás nem szigmoid, hanem négyzetes függvény. Tehát:

$\frac{\partial E}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial \varepsilon^2}{\partial \varepsilon} = 2 \cdot \varepsilon$ ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt

$\frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = \frac{\partial d - y}{\partial y} = -1$ ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt

$\boxed{\frac{\partial y}{\partial s} = \frac{\partial s^2}{\partial s} = 2 \cdot s \qquad \text{mivel } y = s^2}$

$\frac{\partial s}{\partial w_k} = \frac{\partial (w_0 \cdot x_0 + w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2)}{\partial w_k} = x_k$ mindegyik (k=0, 1, 2) esetére, ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt

$\frac{\partial E}{\partial w_k} = -4 \cdot \varepsilon \cdot s \cdot x_k$ mindegyik (k=0, 1, 2) súly esetére

* * *

$s = w_0 \cdot x_0 + w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 = 0{,}5 \cdot 1 + 0{,}2 \cdot 0{,}7 - 0{,}2 \cdot 2{,}5 = 0{,}14$

$y = s^2 = 0{,}0196$

$\varepsilon = d - y = 0{,}2 - 0{,}0196 = 0{,}1804$

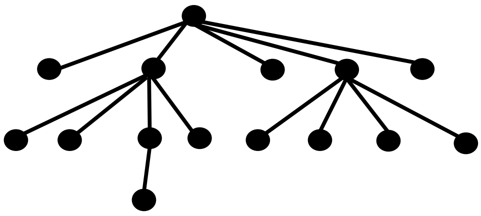
Negatív gradiens irányba kell módosítanunk a súlyokat, és α=0,1 bátorsággal tanítunk:

$$w_{0,új} = w_{0,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_0} = w_{0,régi} - \alpha \cdot 2 \cdot \varepsilon \cdot (-1) \cdot 2 \cdot s \cdot x_0 = 0{,}5 + 4 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}1804 \cdot 0{,}14 \cdot 1 = 0{,}5101$$

$$w_{1,új} = w_{1,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_1} = w_{1,régi} - \alpha \cdot 2 \cdot \varepsilon \cdot (-1) \cdot 2 \cdot s \cdot x_0 = 0{,}2 + 4 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}1804 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}7 = 0{,}2071$$

$$w_{2,új} = w_{2,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_2} = w_{2,régi} - \alpha \cdot 2 \cdot \varepsilon \cdot (-1) \cdot 2 \cdot s \cdot x_2 = 2{,}5 - 4 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}1804 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}2 = 2{,}498$$

3. Az A* keresés d=3 mélységben találta meg megoldást, eközben az alábbi keresési fát hozta létre. Mekkora az effektív elágazási tényező?



3 p. ______

Természetesen válaszát indokolja!

<u>Megoldás:</u>

Az előadáson elhangzott:

Ha az A* által kifejtett összes csomópont száma N, a megoldás mélysége d, akkor $b*$ annak a d mélységű kiegyensúlyozott fának az elágazási tényezője, amely N csomópontot tartalmazna:

$$N = 1 + b^* + (b^*)^2 + \dots + (b^*)^d$$

Jelen esetben N = 1+5+8+1= 15 csomópont jött létre az A* algoritmus alkalmazásával, és d=3.

De $15=2^4-1$, és tudjuk, hogy $1+2+2^{2+\dots}+2^k = 2^{k+1} -1$, tehát b*=2 és d=3 esetén

$1+2+2^2+2^3=1+ 2+ 4+ 8=15$

Tehát b*=2.

4. Az ítéletkalkulus-szintaxis szabályai:
   1) Mondat = (Atomi mondat) vagy (Komplex mondat)
   2) Atomi mondat= IGAZ vagy HAMIS vagy Szimbólum
   3) Komplex mondat= (Mondat) vagy (Mondat Összekötőjel Mondat) vagy (¬Mondat)
   4) Összekötőjel: $\wedge$ vagy $\vee$ vagy $\rightarrow$ vagy $\leftrightarrow$

4 p. ______

Az alábbi mondataink közül melyik sért meg szintaktikai szabályt, és ha megsérti valamelyiket, akkor melyik része melyik szabályt sérti? (Mindkét példához rövid magyarázatot is kérek!) Lehetséges szimbólumaink: Q, W, X, Y, Z

4.1. $\neg X \rightarrow \neg(YQ \rightarrow Z)$ (2 pont)

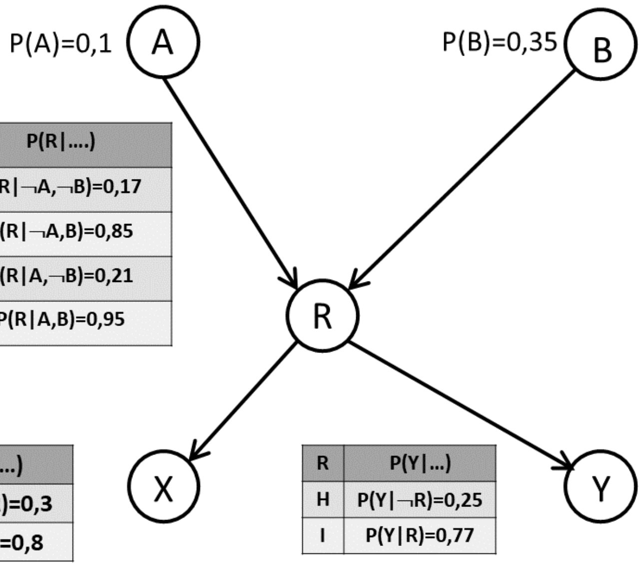
4.2. $\neg X \rightarrow (\neg(Q \wedge Z) \leftarrow Y)$ (2 pont)

<u>Megoldás:</u>

A 4.1 mondat YQ részlete komplex mondat kéne legyen (mert két atomi mondatot tartalmaz), de nem felel meg a 3) szabálynak, mivel nincs összekötőjel a két (atomi) mondat közt.

A 4.2 mondat a 4) szabályt sérti, mert nemlétező összekötőjelet ($\leftarrow$) használ.

5. Problémánkat az alábbi Bayes-hálóval lehet leírni.



A	B	P(R|….)
H	H	P(R|¬A,¬B)=0,17
H	I	P(R|¬A,B)=0,85
I	H	P(R|A,¬B)=0,21
I	I	P(R|A,B)=0,95

R	P(X|…)
H	P(X|¬R)=0,3
I	P(X|R)=0,8

R	P(Y|…)
H	P(Y|¬R)=0,25
I	P(Y|R)=0,77

5 p

Tudjuk, hogy X és Y IGAZ értékű, B értéke viszont HAMIS. Mi az R = IGAZ valószínűsége ebben az esetben? Természetesen pár mondatos magyarázat, rövid levezetés vagy magyarázó ábra, továbbá a számítás is kell.

Megoldás

A keresett feltételes valószínűséger alkalmazzuk a Bayes-tételt:

$$P(R|\neg B,X,Y)=\frac{P(\neg B,R,X,Y)}{P(\neg B,X,Y)}=\frac{\sum_a P(a,\neg B,R,X,Y)}{\sum_{a,r} P(a,\neg B,r,X,Y)}=$$

$$=\frac{P(A,\neg B,R,X,Y)+P(\neg A,\neg B,R,X,Y)}{P(A,\neg B,R,X,Y)+P(\neg A,\neg B,R,X,Y)+P(A,\neg B,\neg R,X,Y)+P(\neg A,\neg B,\neg R,X,Y)}$$

$$P(A,\neg B,R,X,Y)=P(A)\cdot P(\neg B)\cdot P(R|A,\neg B)\cdot P(X|R)\cdot P(Y|R)=$$
$$=0{,}1*0{,}65*0{,}21*0{,}8*0{,}77=0{,}0084$$

$$P(\neg A,\neg B,R,X,Y)=P(\neg A)\cdot P(\neg B)\cdot P(R|\neg A,\neg B)\cdot P(X|R)\cdot P(Y|R)=$$
$$=0{,}9*0{,}65*0{,}17*0{,}8*0{,}77=0{,}0613$$

$$P(A,\neg B,\neg R,X,Y)=P(A)\cdot P(\neg B)\cdot P(\neg R|A,\neg B)\cdot P(X|\neg R)\cdot P(Y|\neg R)=$$
$$=0{,}1*0{,}65*0{,}79*0{,}3*0{,}25=0{,}0039$$

$$P(\neg A,\neg B,\neg R,X,Y)=P(\neg A)\cdot P(\neg B)\cdot P(\neg R|\neg A,\neg B)\cdot P(X|\neg R)\cdot P(Y|\neg R)=$$
$$=0{,}9*0{,}65*0{,}79*0{,}3*0{,}25=0{,}0347$$

Tehát a keresett valószínűség:

$$P(R|\neg B,X,Y)=\frac{P(\neg B,R,X,Y)}{P(\neg B,X,Y)}=\frac{0{,}0084+0{,}0613}{0{,}0084+0{,}0613+0{,}0039+0{,}0347}=0{,}6436$$

Megjegyzés: Annyi egyszerűsítést könnyen meg lehetett tenni, hogy P($\neg B$) szerepel mind a számláló, mind a nevező összes tagjában (hiszen B nem függ semelyik másik változótól sem, tehát mindig közvetlenül P($\neg B$)-ként jelenik meg), tehát ezzel lehet egyszerűsíteni!

Viszont hiába IGAZ értékű X is, Y is, ezek nem közvetlenül jelennek meg, hanem $P(X|R)$, $P(X|\neg R)$, illetve $P(Y|R)$, $P(Y|\neg R)$ feltételes valószínűségekként, a különböző tagokban különböző értékkel! Ezekkel is lehet egyszerűsíteni a számítást (nem közvetlenül a törtet!), de kicsit bonyolultabb módon.