

Zavod za elektroniku, mikroelektroniku,
računalne i inteligentne sustave

Duboko učenje

pismeni ispit

1. Razmatramo klasifikacijsku konvolucijsku mrežu s arhitekturom:

- konvolucijski sloj bez nadopunjavanja: dvije jezgre 3×3 , korak 1, aktivacija ReLU;
- sažimanje maksimumom 2×2 ;
- pretvaranje u vektor;
- potpuno povezani sloj dimenzije 2 te aktivacijom softmaks.

Parametri mreže zadani su matricama (nema pomaka!):

$$k_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, k_2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \ln(2).$$

Zadatci:

- Odredite veličinu ulazne slike.
- Odredite izlaze mreže ako je na ulazu zadana slika čiji su svi pikseli jednaki nuli osim piksela (2,3), (3,2) i (3,3) koji su postavljeni na jedan (indeksi redaka i stupaca počinju od nule).

2. Razmatramo klasifikacijsku mrežu s s arhitekturom:

- potpuno povezani sloj: dimenzija 2, aktivacija ReLU;
- potpuno povezani sloj dimenzije 2, aktivacija softmaks.

Parametri mreže zadani su matricama:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, b_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, W_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot \ln(2), b_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Zadatci:

- Napišite jednadžbe modela kojeg implementira mreža.
- Odredite izlaze mreže ako je na ulazu zadan podatak (5,2).
- Odredite gradijente po retcima matrice W_1 ako gubitak odgovara negativnoj log-izglednosti a željeni izlaz mreže je (0,1).

3. Razmatramo klasifikacijsku konvolucijsku mrežu koja je prilagođena obradi sivih slika dimenzija 28×28 . Arhitektura mreže je:

- konvolucijski sloj s nadopunjavanjem (rezolucija ostaje jednaka): 16 jezgara 5×5 , korak 1, aktivacija ReLU;
- sažimanje maksimumom 2×2 ;
- konvolucijski sloj s nadopunjavanjem (rezolucija ostaje jednaka): 32 jezgre 5×5 , korak 1, aktivacija ReLU;
- sažimanje maksimumom 2×2 ;
- pretvaranje u vektor;
- potpuno povezani sloj dimenzije 512, aktivacija ReLU;

- potpuno povezani sloj dimenzije 2, aktivacija softmaks.

Zadaci:

- Koliko ukupno parametara ima ova mreža?
- Koliko ukupno receptivno polje imaju značajke iz drugog konvolucijskog sloja?
- Koliko bi parametara imala ova mreža kad bismo konvolucijske slojeve zamijenili potpuno povezanim slojevima s jednakim brojem izlaznih aktivacija.

4. Razmatramo sloj dubokog modela koji ulazni vektor \mathbf{q} preslikava u izlazni vektor \mathbf{p} , a može se opisati sljedećim jednažbama: $p_i = w_1 \cdot 1/q_i + w_2 \cdot q_i^2$.

Predložite implementaciju tog sloja razredom koji nasljeđuje sučelje `Layer` iz prvog zadatka druge laboratorijske vježbe te implementira metode: `forward(self, inputs)`, `backward_inputs(self, grads)` i `backward_parameters(self, grads)`. U rješenju možete pretpostaviti da je veličina mini-grupe 1.

5. Promotrite sljedeće dvije funkcije:

(a) $f(x) = \sqrt{1 + \max(0, x)^2}$

(b) $g(x) = \exp(x)/(1 + \exp(x))$

Odredite derivacije funkcija f i g obzirom na ulaze. Na temelju dobivenih izraza odredite koja od dvije funkcija bi bila prikladniji izbor nelinearnosti za skrivene slojeve dubokog modela.

6. Napišite potpuni program za određivanje **korijena** kvadratne jednažbe $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ gradijentnim spustom. U vašem rješenju iskoristite mogućnost automatske diferencijacije koju nudi Tensorflow.

Podsjetnik: koristite operaciju koju vraća metoda `minimize` primjerka razreda `tf.train.GradientDescentOptimizer`.