

Primjeri zadataka

# Opće odrednice za ispit

- Računski zadaci
- Teorijsko-računski zadaci
- Teorijski zadaci

# Zadatak

- Zadana je Hopfieldova mreža s tri neurona i matricom težina **W** pri čemu su svi pragovi neurana postavljeni na nulu. Odredite sva stabila stanja.

- $\mathbf{W} = \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$



# Rješenje

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\cancel{\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}} \quad \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$~~

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$~~

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

$$\cancel{\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}} \quad \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$~~

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$~~

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

# Rješenje

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$~~

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

~~$$\begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$~~



# Zadatak

- Na ulaz **M** primijeni se konvolucijski filter **f** uz popunjavanje nulama, a potom *max pooling* veličine 2x2 uz korak pomaka 2. Kakav je rezultat?

- **f** = 

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1
- **M** = 

16	2	3	13
5	11	10	8
9	7	6	12
4	14	15	1

# Rješenje

16	2	3	13
5	11	10	8
9	7	6	12
4	14	15	1

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

# Rješenje

0 · -1	0 · 0	0 · 1	0	0	0
0 · -2	16 · 0	2 · 2	3	13	0
0 · -1	5 · 0	11 · 1	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

# Rješenje

0 · -1	0 · 0	0 · 1	0	0	0
0 · -2	16 · 0	2 · 2	3	13	0
0 · -1	5 · 0	11 · 1	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

$$0 \cdot -1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot -2 + 16 \cdot 0 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot -1 + 5 \cdot 0 + 11 \cdot 1 = 15$$

# Rješenje

0 · -1	0 · 0	0 · 1	0	0	0
0 · -2	16 · 0	2 · 2	3	13	0
0 · -1	5 · 0	11 · 1	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

$$0 \cdot -1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot -2 + 16 \cdot 0 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot -1 + 5 \cdot 0 + 11 \cdot 1 = 15$$

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15

-21

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15

-21

19



# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15

-21

19

-16

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15      -21      19      -16  
31

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6		

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39			

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10		

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	



# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35			

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19		

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	

# Rješenje

0	0	0	0	0	0
0	16	2	3	13	0
0	5	11	10	8	0
0	9	7	6	12	0
0	4	14	15	1	0
0	0	0	0	0	0

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

31



# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36
	31	19	

# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

31      19  
39

# Rješenje

15	-21	19	-16
31	-6	10	-29
39	10	-6	-37
35	19	-21	-36

31	19
39	-6

# Zadatak

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija  $32 \times 32$  s 3 kanala. Slijedi 8 filtara  $3 \times 3$  po svim kanalima, zatim 16 filtara  $3 \times 3$  i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija  $32 \times 32$  s 3 kanala. Slijedi 8 filtara  $3 \times 3$  po svim kanalima, zatim 16 filtara  $3 \times 3$  i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija  $32 \times 32$  s 3 kanala. Slijedi 8 filtara  $3 \times 3$  po svim kanalima, zatim 16 filtara  $3 \times 3$  i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- 8

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija  $32 \times 32$  s 3 kanala. Slijedi 8 filtara  $3 \times 3$  po svim kanalima, zatim 16 filtara  $3 \times 3$  i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3$

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija  $32 \times 32$  s 3 kanala. Slijedi 8 filtara  $3 \times 3$  po svim kanalima, zatim 16 filtara  $3 \times 3$  i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3$



# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija 32x32 s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim 16 filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija 32x32 s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim 16 filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s 256 neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$
- $16 \times 3 \times 3 \times 8 + 16$

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija **32x32** s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim **16** filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s **256** neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$
- $16 \times 3 \times 3 \times 8 + 16$
- $16 \times 32 \times 32 \times 256 + 256$

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija **32x32** s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim **16** filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s **256** neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$
- $16 \times 3 \times 3 \times 8 + 16$
- $16 \times 32 \times 32 \times 256 + 256$
- 4 195 952

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija **32x32** s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim **16** filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s **256** neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$
- $16 \times 3 \times 3 \times 8 + 16$
- $16 \times 32 \times 32 \times 256 + 256$
- $4\,195\,952 = 1392 + 4\,194\,560$

# Rješenje

- Na ulaz mreže se dovodi slika dimenzija **32x32** s 3 kanala. Slijedi 8 filtara 3x3 po svim kanalima, zatim **16** filtara 3x3 i na kraju potpuno povezan sloj s **256** neurona s aktivacijskom funkcijom bez parametara. Koliko parametara ima opisani dio mreže?
- $8 \times 3 \times 3 \times 3 + 8$
- $16 \times 3 \times 3 \times 8 + 16$
- $16 \times 32 \times 32 \times 256 + 256$
- $4\ 195\ 952 = 1392 + \underline{4\ 194\ 560}$

# Zadatak

- Koji su glavni razlozi uspjeha dubokog učenja u posljednjih desetak godina?



*That's all Folks!*