

Proste rozpoznawanie obrazów

Systemy Sztucznej Inteligencji

Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

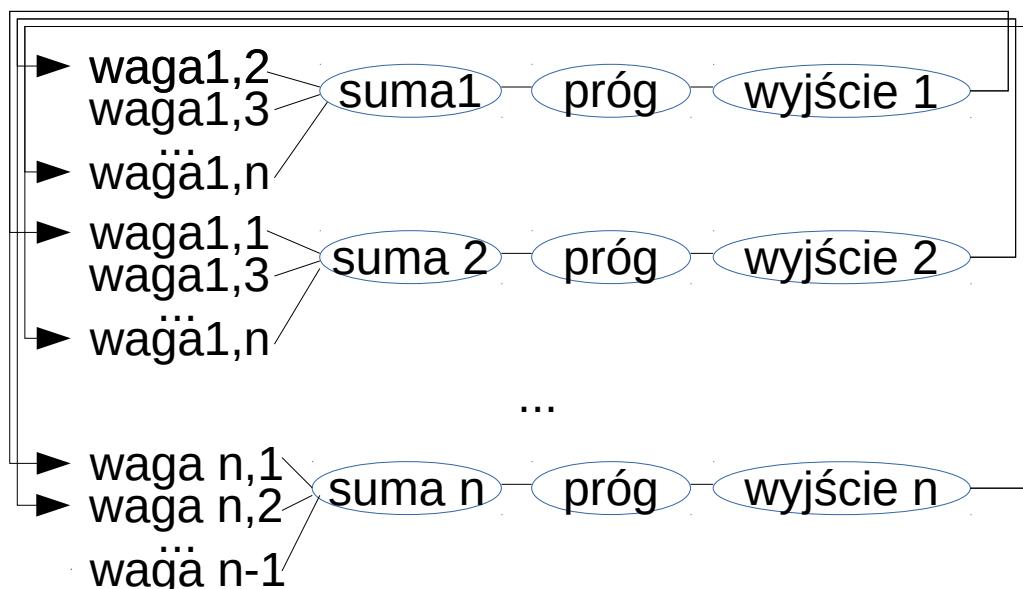
Zadanie do wykonania

Zadaniem systemu jest rozpoznawanie i naprawianie obrazów dwukolorowych (sygnałów dwuwymiarowych, o wartościach 0 albo 1). Najpierw do systemu dostarczane są obrazy wzorcowe, a następnie obraz testowy. System naprawia przedstawiony obraz testowy, tak aby przedstawał on najbardziej podobny obraz wzorcowy. Zakłada się tutaj, że rozmiar wszystkich obrazów jest stały. Wartość 0 oznacza kolor biały, a 1 kolor czarny. Warto zaznaczyć, że dla sieci Hopfielda wszystkie wartości pikseli konwertowane są na -1 albo +1.



1. Sieć neuronowa Hopfielda

Struktura ta jest rekurencyjną siecią neuronową służącą do naprawy obrazów. Początkowe wartości wyjść są podawane z zewnątrz podczas uczenia albo rozpoznawania i mają one zawsze wartości -1 albo +1. Wyjście każdego neuronu jest jednocześnie wejściem dla wszystkich innych neuronów (neuron nie jest połączony z samym sobą).



Działanie (rozpoznawanie, dopasowanie wzorca) neuronu składa się z 2 kroków:

1. Sumowane są wejścia pomnożone przez odpowiednie wagи

$suma_i = \sum_{j=1..n; i \neq j} wyjscie_j * waga_{i,j}$, gdzie i to numer aktualnego neuronu, j to numer pozostałych neuronów, $waga_{i,j}$ to waga i -tego neuronu, j -tego wejścia, n to liczba neuronów.

2. Liczona jest wartość wyjścia tego neuronu za pomocą progu 0,

$$wyjscie_i = \begin{cases} +1 & \text{jeśli } suma_i \geq 0 \\ -1 & \text{jeśli } suma_i < 0 \end{cases} .$$

Uczenie (korekcja) wag neuronów za pomocą reguły Hebb'a polega na zastosowaniu wzoru:

$$waga_{i,j} = waga_{i,j} + \frac{1}{n} wyjscie_i * wyjscie_j ,$$

gdzie i oraz j to numery różnych neuronów, n to liczba neuronów, $waga_{i,j}$ to waga i -tego neuronu, j -tego wejścia.

Zadanie do wykonania

Proszę wykorzystać stworzony do tego zadania szablon projektu, a cały algorytm związany z siecią Hopfielda zatrzymać jedynie w odpowiedniej klasie statycznej, której szkielet również został zawarty w projekcie.

Treść eksperymentu:

1. Najpierw należy zainicjować sieć neuronową, w tym celu należy stworzyć tablicę z wagami sieci o rozmiarze $n \times n$ (n to liczba neuronów; $n = \text{szerokość} * \text{wysokość obrazka}$) wypełnioną początkowo zerami, niech $n=5*5$.
2. Należy kilkukrotnie narysować różne obrazki 5×5 , a następnie nauczyć sieć każdym z tych obrazów. W tym celu trzeba zastosować wzór korekcji wag neuronów napisany uprzednio. Należy zwrócić uwagę, że wartości podanych wejść muszą mieć wartość -1 albo +1 i należy pominąć uczenie wag połączonych samych ze sobą, czyli $waga_{i,i}$.
3. Należy kilkukrotnie narysować obrazki lekko różniące się od poprzednio nauczonych, a następnie uruchomić funkcję rozpoznania/korekcji. Może się zdarzyć, iż za pierwszym razem sieć nie naprawi całego obrazka, wtedy należy powtórzyć proces rozpoznawania. Za każdym razem sieć Hopfielda powinna finalnie naprawić obraz, czyli podać jego wersję w postaci tej samej co podczas uczenia, albo też jego negatywu.

Przykładowe bitmapy wzorcowe o rozmiarze 5×5 (wysokość x szerokość):

znak wzorcowy 1:

```
1 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
```

znak wzorcowy 2:

```
1 0 0 0 1
0 1 0 1 0
0 0 1 0 0
```

```
0 1 0 1 0  
1 0 0 0 1
```

znak wzorcowy 3:

```
0 0 1 0 0  
0 0 1 0 0  
1 1 1 1 1  
0 0 1 0 0  
0 0 1 0 0
```

znak testowy 1:

```
0 1 0 0 0  
0 1 0 0 0  
0 1 0 0 0  
0 1 0 0 0  
0 1 0 0 0
```

znak testowy 2:

```
1 1 0 0 1  
0 1 0 1 0  
0 1 1 1 0  
0 1 0 1 0  
1 1 0 0 1
```

znak testowy 3:

```
0 0 0 0 0  
0 0 1 0 0  
1 1 1 1 1  
0 0 0 0 0  
0 0 1 0 0
```

znak testowy 4:

```
0 1 1 1 1  
1 0 1 1 1  
1 0 1 1 1  
1 0 1 1 1  
1 0 1 1 1
```

Raport

1. Raport

Proszę stworzyć sieć przystosowaną do obsługi wcześniejszych obrazów, wagi proszę wypełnić zerami. Następnie proszę nauczyć tą sieć raz wszystkimi znakami wzorcowymi. Następnie proszę podać wszystkie obrazy testowe, każdy z nich dopasować/naprawić i podać wynik działania (w postaci obrazka). Raport powinien zawierać 4 obrazy.

2. Raport

Należy nauczyć sieć tak jak poprzednio, następnie wyświetlić wszystkie wagi ($waga_{1,j}; j=1..25$) pierwszego neuronu (odpowiedzialny za lewy-górny piksel). Proszę wyświetlić te wagi w formie tabelki 5x5. Na przykład

```
-0.00 +0.23 +4.32 -4.53 -0.43  
-0.10 -0.23 +4.32 -4.53 -0.43  
-0.20 +0.23 +4.32 -4.53 -0.43  
-0.30 -0.23 +4.32 -4.53 -0.43
```

-0.40 +0.23 +4.32 -4.53 -0.43

3. Raport

Należy nauczyć sieć tak jak poprzednio, następnie podać obraz będący negatywem znaku testowego 1., następnie go dopasować/naprawić.

4. Raport

Należy nauczyć sieć tak jak poprzednio, następnie podać obraz mocno różniący się od obrazów wzorcowych i go wyświetlić w formie tabelki 5x5. Później proszę dopasować/naprawić wszystkie piksele i wyświetlić obraz po zmianie. Czynność należy powtórzyć 2-krotnie. W tym raporcie powinny pojawić się 1+2 obrazko-tabele 5x5.