

# Projekt 2: pamięć skojarzeniowej z użyciem sieci Hopfielda

Michał Muzyka, Jakub Kobojek

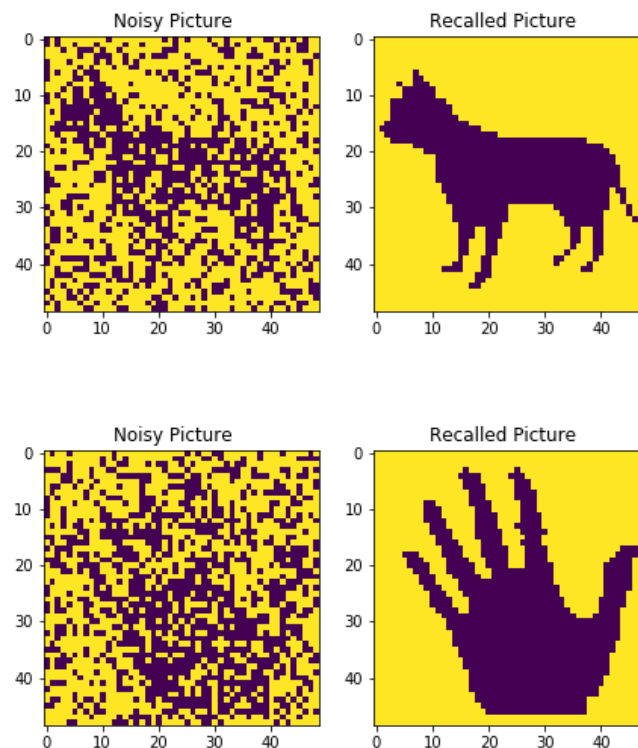
Listopad 2023

## 1 Cel projektu

Celem projektu jest implementacja pamięci skojarzeniowej z użyciem sieci Hopfielda uczonej dwiema metodami: regułą Hebba i regułą Oji.

### 1.1 Pamięć skojarzeniowa

Pamięć skojarzeniowa to metoda odtwarzania zapamiętanych wzorców zbliżonych do sygnału wejściowego. Metodę tę można wykorzystywać do rekonstrukcji zaszumionych danych jak w przypadku obrazków na poniższym przykładzie.



Rysunek 1: Przykład zastosowania pamięci skojarzeniowej.

### 1.2 Sieć Hopfielda

Sieć Hopfielda to model realizujący pamięć skojarzeniową z binarnymi neuronami progowymi. Wszystkie neurony sieci są ze sobą wzajemnie połączone, nie wyróżnia się warstw, a każdy neuron jest traktowany zarówno jako wejście i wyjście.

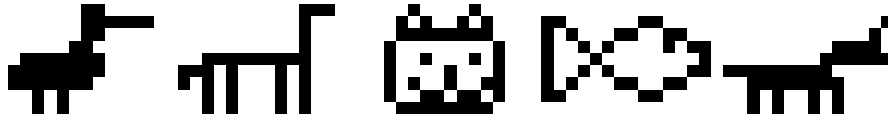
## 2 Zagadnienia Techniczne

Do implementacji programu zostanie wykorzystany język Python.

### 2.1 Zbiory testowe

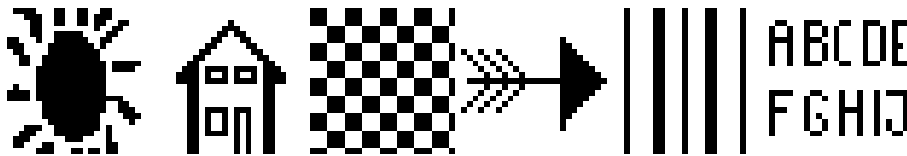
W ramach zadania wykorzystane zostaną zbiory testowe udostępnione przez prowadzącego:

- *animals-14x9*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 2: Wizualizacja zbioru *animals-14x9*.

- *large-25x25*, który składa się z następujących obrazów:



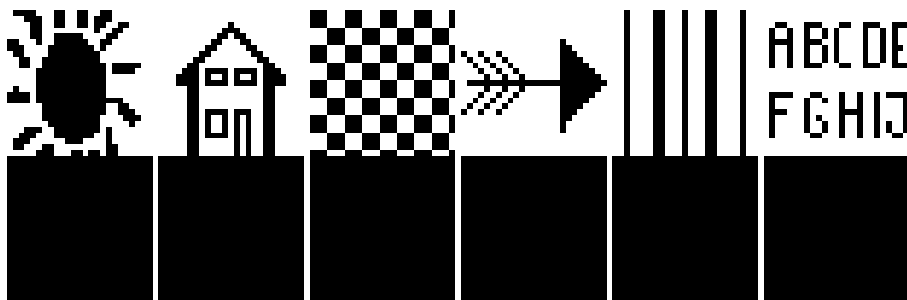
Rysunek 3: Wizualizacja zbioru *large-25x25*.

- *large-25x25.plus*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 4: Wizualizacja zbioru *large-25x25.plus*.

- *large-25x50*, który składa się z następujących obrazów:



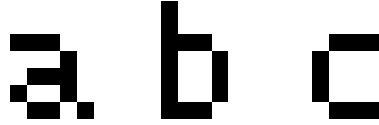
Rysunek 5: Wizualizacja zbioru *large-25x50*.

- *letters-14x20*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 6: Wizualizacja zbioru *letters-14x20*.

- *letters-abc-8x12*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 7: Wizualizacja zbioru *letters-abc-8x12*.

- *OCRA-12x30-cut*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 8: Wizualizacja zbioru *OCRA-12x30-cut*.

- *small-7x7*, który składa się z następujących obrazów:



Rysunek 9: Wizualizacja zbioru *small-7x7*.

### 3 Zagadnienia badawcze

W ramach projektu zostanie zaimplementowana pamięć skojarzeniowa z użyciem sieci Hopfielda, która uczona będzie dwiema metodami: regułą Hebba i Oji oraz dwa warianty prowadzenia symulacji: synchroniczny i asynchroniczny. W ramach projektu zostaną przeprowadzone eksperymenty pozwalające zbadać następujące zagadnienia:

- poprawność uczenia dla dostarczonych wzorców,
- skuteczność każdej z reguł uczenia i jej wpływ na liczbę stabilnych wzorców uczących,
- dlaczego dla podobnych zestawów *large-25x25* oraz *large-25x50* skuteczność odzyskiwania jest różna,
- reakcji nauczonej sieci na podanie losowego wejścia.

W ramach projektu zaproponowane zostaną również:

- zbiór wektorów o długości 25 ( $5 \times 5$ ), możliwie liczny, taki, żeby w nauczonej sieci wszystkie wzorce z tego zbioru były stabilne,
- zbiór uczący i wzorzec wejściowy, którego podanie do sieci zakończy się oscylacją między dwoma stanami.