

## Sieci Neuronowe

## Nieliniowy perceptron i sieć perceptronowa: uzupełniający opis do zadania 1

Napisz funkcję (lub klasę) reprezentującą **perceptron** o trzech wejściach:  $x_1, x_2, x_0 = 1.0$  i jednym wyjściu  $y$ , wagach odpowiednio  $w_1, w_2, w_0$  oraz progowej funkcji aktywacji (patrz wykład IV, slide 7). Wykonaj następującą symulację:

- Zaprogramuj pierwszy perceptron ustawiając wagi  $w_1, w_2, w_0$  na trzech wejściach sieci tak, aby prosta reprezentująca rozwiązanie  $w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_0 \cdot x_0 = 0$  na płaszczyźnie  $(x_1, x_2)$  rozdzielała zbiory A, B par punktów  $(x_1, x_2)$ , gdzie  $A = \{(0, 0), (1, 0), (0, 1)\}$  oraz  $B = \{(1, 1)\}$ .
  - Wygeneruj z rozkładu równomiernego serię  $10^5$  par  $(x_1, x_2)$  w zakresie  $x_1, x_2 \in (-1.0, 2.0)$ .
  - Dla każdej z par  $(x_1, x_2)$  przeprowadź klasyfikację przy pomocy perceptronu tzn. zapytaj o odpowiedź  $y$ .
  - Otrzymany wynik zareprezentuj na 2D histogramie o osiach  $(x_1, x_2)$ , traktując odpowiedź perceptronu  $y$  jako wagę pary  $(x_1, x_2)$ .

Narysuj 2D histogram.

- Zaprogramuj drugi perceptron, tak dobierając wagi aby teraz rozdzielone na dwa obszary były punkty  $A = \{(1, 1), (1, 0), (0, 1)\}$  oraz  $B = \{(0, 0)\}$ . Powtórz symulację jak w punkcie 1. Narysuj na tym samym rysunku (używając różnych kolorów) odpowiedzi perceptronów z punktu 1 i 2.
- Zbuduj układ trzech perceptronów tak aby realizowały funkcje XOR rozdzielającą obszary:  $A = \{(1, 0), (0, 1)\}$  oraz  $B = \{(0, 0), (1, 1)\}$  używając perceptronów z poprzednich zadań jako pierwszej warstwy i trzeciego perceptronu który wykonuje logiczne AND odpowiedzi perceptronów warstwy pierwszej (patrz wykład). Otrzymany wynik zareprezentuj na 2D histogramie o osiach  $(x_1, x_2)$ , traktując odpowiedź  $Y$  perceptronu w drugiej warstwy jako wagę pary  $(x_1, x_2)$ . Powtórz symulację i narysuj 2D histogram odpowiedzi układu perceptronów.
- Powtórz [1]-[5], dla perceptronów o sigmoidalnej funkcji aktywacji (wykład IV, slide 19). Rysuj 2D histogramy używając opcji Draw ("COLZ"). Powtórz ćwiczenie dla kilku wartości parametru aktywacji  $\beta$ .
- Zastosuj metodę uczenia z nauczycielem aby *nauczyć* każdy perceptron z osobna, metodą uczenia z nauczycielem, jak ma wyglądać rozpoznawany przez niego obszar. Do uczenia zastosuj zasadę delta (wzór z wykład IV, slide 27) oraz wykorzystaj perceptron z progową funkcją aktywacji. Jako wynik pokaż odpowiedź perceptronu po uczeniu na próbce uczącej: 100, 1000 i 10000 par. Porównaj z odpowiedzią perceptronu programowanego.
- Zaprogramuj jedną z metod wstecznej propagacji błędów i przeprowadź uczenie zbudowanej sieci perceptronowej XOR. Porównaj z odpowiedzią sieci programowanej.

## Nieliniowa sieć perceptronowa: uzupełniający opis do zadania 2

Zaimplementuj sie neuronów wg. wskazanego schematu (patrz zestaw zadań). Wykonaj symulację odpowiedzi sieci używając dyskretnej i ciągłej funkcji aktywacji wg podanego w zestawie opisu. Sumuluj stany wejsciowe rozkładu równomiernego w przedziale  $x_1, x_2 \in < 0.0, 4.0 >$ , wynik odpowiedzi sieci  $Y$  potraktuj jako wagę z którą wkładasz do 2D histogramu parę  $(x_1, x_2)$  albo wypełnij 3D histogram o osiach  $(x_1, x_2, y)$ .