

## Ćwiczenie 5

### KLASYFIKATOR LINIOWY ITERACYJNY

#### Zakres pracy

W ramach ćwiczenia należy do dostarczonego interfejsu, służącego do wprowadzania zbiorów uczących w przestrzeni dwuwymiarowej, dodać możliwość wyznaczenia linii decyzyjnej, uzyskiwanej w wyniku uczenia klasyfikatora algorytmem gradientowym przy wykorzystaniu funkcji kryterialnej kwadratowej. Oprócz standardowego, stałego współczynnika korekcji ( $\lambda = \text{const}$ ) należy również zaimplementować współczynnik macierzowy  $\mathbf{K}[n]$ . Algorytm powinien kończyć działanie, gdy zostanie spełniony jeden z dwóch warunków: liczba iteracji przekroczy zadaną wartość lub klasy zostaną prawidłowo rozdzielone (błąd równy 0).

W czasie gdy działa główna pętla algorytmu iteracyjnego, na ekranie należy wyświetlać przemieszczającą się linię, oznaczającą aktualne rozwiązanie. Oprócz tego, obok układu współrzędnych powinien pojawić się wykres funkcji kryterialnej, aktualizowany po każdym kroku.

#### Informacje pomocnicze

Gradientowy algorytm uczenia wykorzystujący kwadratową funkcję kryterialną

$$\mathbf{w}[n] = \mathbf{w}[n-1] + \Gamma_n \{s_n - \mathbf{w}^T[n-1]\tilde{\mathbf{y}}[n]\} \tilde{\mathbf{y}}[n]$$

gdzie

$n$  – numer kroku,

$\mathbf{w}$  – wektor wag klasyfikatora liniowego

$\tilde{\mathbf{y}} = [1, y_1, y_2]^T$  – wektor obserwacji (ze zbioru uczącego)

$$s_n = \begin{cases} 1 & \text{gdy } \tilde{\mathbf{y}}[n] \in x_1, \\ -1 & \text{gdy } \tilde{\mathbf{y}}[n] \in x_2, \end{cases}$$

$\Gamma$  – współczynnik korekcji.

Współczynnik korekcji w najprostszym przypadku może być stałą wartością liczbową ( $\lambda = \text{const}$ ). Lepsze wyniki uzyskamy jednak stosując następujący współczynnik macierzowy:

$$\mathbf{K}[n] = \mathbf{K}[n-1] - \frac{(\mathbf{K}[n-1]\tilde{\mathbf{y}}[n])(\mathbf{K}[n-1]\tilde{\mathbf{y}}[n])^T}{1 + \tilde{\mathbf{y}}^T[n]\mathbf{K}[n-1]\tilde{\mathbf{y}}[n]}$$

przy czym  $\mathbf{K}[0] = \mathbf{I}$ .

#### Wskazówki implementacyjne

Do obliczeń wykorzystujemy bibliotekę OpenCV. Podstawowym typem danych jest Mat – macierz.

Tworzenie macierzy **A** o dwóch wierszach i trzech kolumnach, zawierającej liczby typu float i inicjowanej zerami:

```
Mat A = Mat::zeros(2, 3, CV_32F);
```

Tworzenie macierzy jednostkowej **I** o dwóch wierszach i dwóch kolumnach, zawierającej liczby typu float:

```
Mat I = Mat::eye(2, 2, CV_32F);
```

Dzięki przeciążeniu operatorów macierze można do siebie dodawać, odejmować, mnożyć przez liczbę itp.

Odwołania do elementów macierzy (nr wiersza, nr kolumny, indeksowanie od 0):

```
float a = A.at<float>(1,2);  
A.at<float>(1,2) = a;
```

Transpozycja macierzy:

```
Mat B = A.t();
```

Wydzielenie z macierzy kolumn z zakresu  $\langle a; b \rangle$ :

```
Mat B = A.colRange(Range(a,b));
```