

Sieci neuronowe w problemach optymalizacyjnych

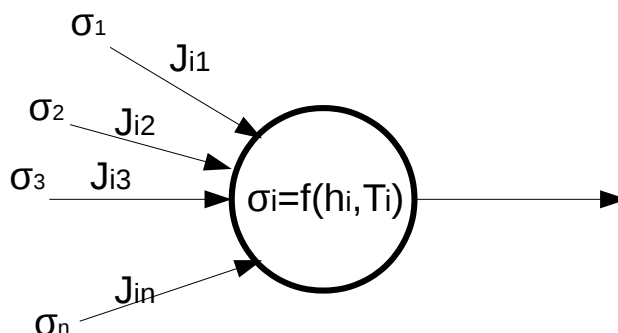
Historia sieci neuronowych rozpoczyna się w XIX w gdy podjęto pierwsze próby zrozumienia ludzkiego mózgu. W 1890 William James opublikował pierwszą książkę o wzorcach aktywności mózgu. Natomiast już w 1943 Warren McCulloch i Walter Pitts opracowali model neuronu który używany jest z powodzeniem w sztucznych sieciach neuronowych do dziś. Najprostsze reguły uczenia zostały omówione w 1949 w „The Organization of Behavior”. Pierwsza działająca sztuczna sieć neuronowa została stworzona w 1951 przez Marviną Minskiego na University of Princeton. Prosta dwuwarstwowa sieć Perceptron do rozpoznawania znaków została stworzona w 1958. Dwa lata później jej twórca Frank Rosenblatt opisał ją w „Principles of Neurodynamics”. Gwałtowny wzrost zainteresowania i publikacji rozpoczął się po 1986 gdy w książce „Learning Internal Representation by Error Propagation” opisano algorytm propagacji wstecznej.

Sztuczne sieci neuronowe starają się wzorować na działających w mózgu sieciach. Jako takie scharakteryzowane są poprzez opis neuronu oraz sieć połączeń między nimi. Jednym z najprostszych opisów neuronów stanowił model McCullocha-Pittsa. Opisany poniżej

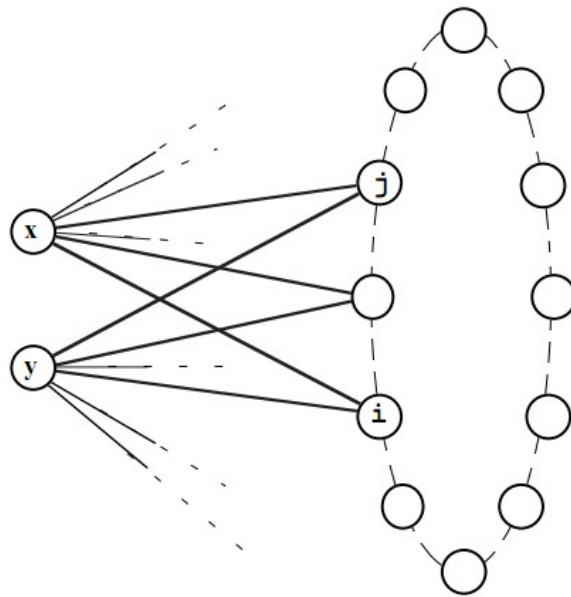
$$\sigma_i(t) = f[h_i(t) - T_i] \quad h_i(t) = \sum_{j=1}^n J_{ij} \sigma_j(t-1) \quad \text{gdzie } \sigma_j(t-1) \text{ jest stanem } j\text{-tego neuronu w}$$

chwili wcześniejszej $t-1$, J_{ij} - siłą połączenia synaptycznego między i -tym a j -tym neuronem.

f - funkcją aktywacji neuronu, $h_i(t)$ - jest nazywane polem lokalnym działającym na i -ty neuron w chwili t .



Tak skonstruowane neurony można łączyć np. w kłaki otrzymując sieci Hopfielda z powodzeniem używane do zagadnień optymalizacyjnych. W mojej natomiast prezentacji pokazałem użycie samoorganizujących się sieci Kohonena do rozwiązania zagadnienia komiwojażera. Zdefiniowane jest ono jak następuje. Dane są miasta o współrzędnych z przedziału $[0,1]$. Mamy stworzyć cykl przechodzący przez każde miasto jeden raz, o jak najmniejszej całkowitej długości euklidesowej. Do rozwiązania tego zagadnienia używamy sieci której graf wygląda jak na rysunku:



Neurony wejściowe na rysunku oznaczone x oraz y otrzymują na wejściu odpowiednio pierwszą i drugą współrzędną miast z problemu. Są one połączone z każdym z neuronów pierścienia (wyjściowych). Przekazują swe wartości wejściowe każdemu neuronowi wyjściowemu. Z każdym neuronem z pierścienia skojarzone są dwie wartości w_x , w_y . Stanowią one wartość wyjściową tego neuronu. Algorytm ich modyfikacji przedstawiony jest poniżej

1. Ustaw współczynniki w_x , w_y na losowe wartości z przedziału $[0,1]$.
2. Wybierz losowo miasto W z zbioru wszystkich miast.
3. Wybierz neuron N którego współrzędne (w_x, w_y) są najbliższe miasta W .
4. Dla każdego neuronu K z pierścienia:

Zmodyfikuj współrzędne neuronu K według reguły

$$w_x = w_x + \alpha \cdot \text{dist}(K, N) \cdot (W_x - w_x) \quad \text{oraz} \quad w_y = w_y + \alpha \cdot \text{dist}(K, N) \cdot (W_y - w_y) \quad \text{gdzie}$$

W_x oraz W_y to pierwsza i druga współrzędna miasta W ,

w_x i w_y to współczynniki neuronu,

α to malejący współczynnik proporcjonalny

$\text{dist}(K, N)$ to odległość neuronów K od N .

5. Jeśli nie został stworzony cykl z kolejnych neuronów przeskocz do kroku 2.

Współczynnik α a także odległość $\text{dist}(K, N)$ maleje z każdym przebiegiem pętli i jest obliczana jako:

$$\alpha = 0,995^\theta \quad \text{gdzie} \quad \text{dist}(K, N) = e^{\frac{|K, N|}{2\theta^2}} \quad \theta = 0,995^\theta \quad \text{gdzie} \quad |K, N| \quad \text{to odległość euklidesowa}$$

neuronu K od N na okręgu (zakładając równomierne rozmieszczenie neuronów wyjściowych na okręgu).

Początkowe wartości α i θ zostały dobrane doświadczalnie.

Bibliografia

Kosiński Robert (2002) *Sztuczne sieci neuronowe*, Warszawa WNT

Marcho Budnich (1996) *A Self-Organising Neural Network for the Travelling Salesman Problem that is Competitive with Simulated Annealing*, Neuroal Computation Volume 8

Lucas Brocki (2007) *Kohonen Self-Organizing Map for the Traveling Salesperson Problem*, Recent Advances in Mechatronics

Heaton J. (2000) *Introduction to Neural Networks in Java*, Jeff Heaton

Jacek Mańdziuk(1996) *Solving the Travelling Salesman Problem with a Hopfield - type neural network*, Demonstratio Mathematica 29