

TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TÍNH TOÁN VÀ ỨNG DỤNG TRONG NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Bài số 3. Mạng nơ ron một lớp và huấn luyện mạng

TS Nguyễn Đur Khang

Tóm tắt:

Trong bài báo kỳ trước, tác giả đã trình bày về một số hàm số và tham số cốt lõi được sử dụng trong mạng nơ ron nhân tạo. Trong bài báo này, tác giả sẽ trình bày về mạng nơ ron nhân tạo một lớp và thuật toán huấn luyện mạng cùng với ví dụ cụ thể trên cơ sở sử dụng các hàm số và tham số đã giới thiệu. Mạng nơ ron một lớp, là một mạng đơn giản, thường chỉ áp dụng khi cần phân loại các đối tượng có tính chất tách biệt rõ ràng. Song, kiến thức này là quan trọng để độc giả tiếp cận với các mạng nơ ron nhân tạo nhiều lớp, sẽ trình bày ở các kỳ sau, phục vụ cho các ứng dụng cụ thể, mà mỗi độc giả quan tâm có thể tự áp dụng vào lĩnh vực chuyên môn của mình.

Từ khoá: Perceptron, delta, gradient .

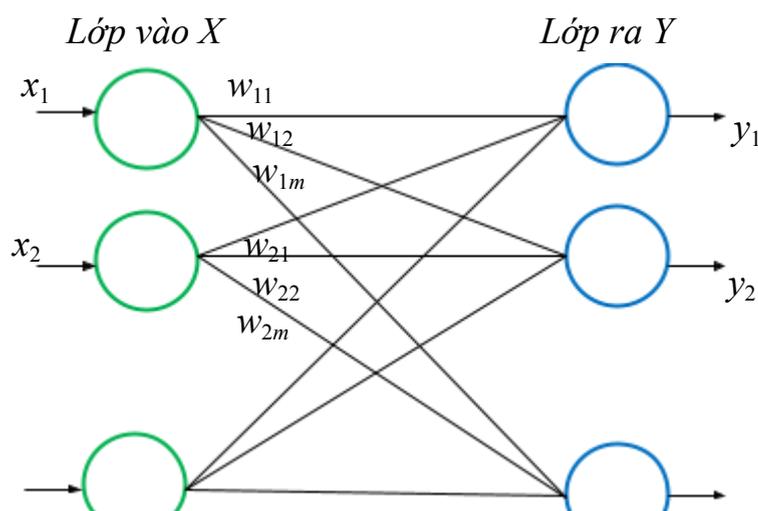
1. Mạng nơ ron một lớp

Mạng nơ ron một lớp là dạng đơn giản nhất của các mạng nơ ron nhân tạo, nó chỉ gồm lớp vào và lớp ra, không có các lớp ẩn. Do lớp vào của mạng không thực hiện tính toán (input = output) nên mạng được gọi là một lớp.

Có nhiều mô hình mạng nơ ron một lớp như mạng Hopfield (1982), mạng kiểu bộ nhớ hai chiều kết hợp thích nghi ABAM (Adaptive Bidirectional Associative Memory Neural Network), mạng Kohonen (1989), mạng Perceptron,... Ở đây trình bày **mạng Perceptron** một lớp, được F.Rosenblatt đề xuất năm 1960 và được sử dụng nhiều trong các bài toán phân loại.

Mạng Perceptron một lớp là mạng truyền thẳng có nhiều đầu ra, thường được sử dụng khi lớp ra bảo đảm khả năng tách tuyến tính. Trường hợp ngược lại, sử dụng mạng nơ ron nhiều lớp (trình bày ở các kỳ báo tiếp theo).

Cấu trúc mạng nơ ron một lớp:





Hình 1. Mạng nơ ron một lớp

Ký hiệu véc tơ đầu vào là $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$, n - là số tín hiệu đầu vào, tương ứng với n nơ ron của lớp vào.

Véc tơ đầu vào X cho tương ứng véc tơ đầu ra là $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$, m - là số nơ ron của lớp ra.

Ký hiệu véc tơ trọng số đầu vào nơ ron thứ j của lớp ra là $W_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj})$, $j = 1 \div m$. Tập hợp các véc tơ trọng số đầu vào của lớp ra tạo thành một ma trận trọng số $W = (W_1, W_2, \dots, W_m)^T$:

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & \dots & w_{n1} \\ w_{12} & w_{22} & \dots & w_{n2} \\ \dots & & & \\ w_{1m} & w_{2m} & \dots & w_{nm} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Khi đó, véc tơ đầu vào của lớp ra tính theo công thức:

$$I = (I_1, I_2, \dots, I_m)^T = W.X. \quad (2)$$

Véc tơ đầu ra của lớp ra là $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$, trong đó:

$$Y_j = F(I_j), j = 1 \div m, \quad (3)$$

F là hàm kích hoạt [1].

2. Thuật toán huấn luyện mạng

Giả sử cho **cặp mẫu** (X_s, Y_s) gồm véc tơ đầu vào $X_s = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ và véc tơ đầu ra $Y_s = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$, n - là số tín hiệu đầu vào, m - là số nơ ron của lớp ra.

Huấn luyện mạng là quá trình xác định ma trận trọng số W (công thức 1), sao cho véc tơ đầu vào X_s xác định véc tơ đầu ra O so với Y_s thỏa mãn trong hạn sai cho phép.

Các bước huấn luyện tiến hành như sau:

Bước 1: Nhập dữ liệu:

- Số tín hiệu đầu vào n và số nơ ron của lớp ra m ;
- Cặp mẫu (X_s, Y_s) : $X_s = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$; $Y_s = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$;
- Tốc độ huấn luyện mạng α ($0 < \alpha < 1$); moment β , ngưỡng sai số huấn luyện θ và giới hạn vòng lặp *Epoch*.
- Lấy ngẫu nhiên ma trận trọng số là W , thường lấy trong khoảng $[-0,5, 0,5]$. Cho $l = 0$.

Bước 2: Tính $l = l + 1$, nếu $l > Epoch$, chuyển đến bước 3.

- Xác định véc tơ đầu vào của lớp ra theo công thức (2):

$$I = (I_1, I_2, \dots, I_m)^T = W \cdot X_s.$$

- Xác định véc tơ đầu ra $O = (O_1, O_2, \dots, O_m)^T$:

$$O_j = F(I_j), j = 1 \div m,$$

F là hàm kích hoạt.

- Tính sai số theo công thức [1]:

$$MSE = \left(\sum_{j=1}^m (y_j - O_j)^2 \right) / m,$$

nếu $MSE \leq \theta$, chuyển đến bước 3.

- Hiệu chỉnh ma trận trọng số $W = (W_1, W_2, \dots, W_m)^T$:

+ Xác định delta của lớp ra theo công thức [2]:

$$\delta_j = (O_j - y_j) \cdot O_j \cdot (1 - O_j), j = 1 \div m$$

+ Xác định gradien của khớp nối giữa nơ ron i ($i = 1 \div n$) của lớp vào và nơ ron j ($j = 1 \div m$) của lớp ra [2]:

$$Grad_{ij} = \delta_j \cdot O_i,$$

trong đó, O_i là đầu ra nơ ron i của lớp vào: $O_i = x_i$, $i = 1 \div n$ (đối với lớp vào, các tín hiệu truyền thẳng, không xử lý).

+ Xác định gia số hiệu chỉnh [2]:

$$\Delta w_{ij} = -\alpha \cdot \text{Grad}_{ij} + \beta \cdot \Delta w_{ij}^{(l-1)}, i = 1 \div n, j = 1 \div m$$

trong đó, $\Delta w_{ij}^{(l-1)}$ – là gia số hiệu chỉnh trọng số vòng lặp trước.

+ Xác định các véc tơ trọng số:

$$w_{ij} = w_{ij} + \Delta w_{ij}, i = 1 \div n, j = 1 \div m.$$

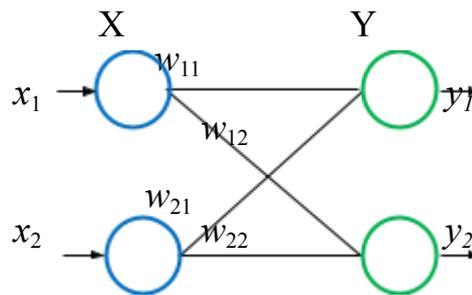
Quay lại *bước 2*.

Bước 3: Kết thúc huấn luyện mạng.

Nếu mạng được huấn luyện bằng nhiều cặp mẫu, ta thu được tập hợp các ma trận trọng số. Mỗi ma trận trọng số tương ứng với một cặp mẫu. Thông thường số lượng cặp mẫu bằng số nơ ron của lớp ra trong mạng.

3. Ví dụ huấn luyện mạng nơ ron một lớp

Ta lấy ví dụ cho mạng nơ ron một lớp đơn giản, gồm lớp vào có 2 nơ ron và lớp ra có 2 nơ ron như sau:



Hình 2. Ví dụ mạng nơ ron một lớp

Huấn luyện mạng nơ ron một lớp trên đây, cho cặp mẫu (X, Y) với các phân tử: $x_1 = 1; x_2 = 0,5; y_1 = 1; y_2 = 0$.

Cho tốc độ huấn luyện mạng $\alpha = 20$; moment $\beta = 0,3$

Lấy trọng số của các khớp nối: $w_{11} = 0,5; w_{12} = 0,5; w_{21} = 0,5; w_{22} = 0,5$.

	Lần 1	Lần 2	Lần 3
I1	0.75	2.49763	3.15543
I2	0.75	-2.9497	-4.0949
O1	0.67918	0.92398	0.95912
O2	0.67918	0.04975	0.01638
delta1	0.06991	-0.0053	-0.0016

<i>delta2</i>	-0.148	0.00235	0.00026
<i>grad11</i>	0.06991	-0.0053	-0.0016
<i>grad12</i>	-0.148	0.00235	0.00026
<i>grad21</i>	0.03495	-0.0027	-0.0008
<i>grad22</i>	-0.074	0.00118	0.00013
<i>dw11</i>	1.39811	0.52624	0.03205
<i>dw12</i>	-2.9598	-0.935	-0.0053
<i>dw21</i>	0.69905	0.26312	0.01603
<i>dw22</i>	-1.4799	-0.4205	0.00264
<i>w11</i>	1.89811	2.42434	2.4564
<i>w12</i>	-2.4598	-3.3948	-3.4
<i>w21</i>	1.19905	1.46217	1.4782
<i>w22</i>	-0.9799	-1.4003	-1.3977
<i>MSE</i>	0.28211	0.00413	0.00097

Trong bài báo tiếp theo, tác giả sẽ giới thiệu về mạng nơ ron nhân tạo nhiều lớp và thuật toán huấn luyện cùng với các ví dụ cụ thể, phục vụ giải quyết một số bài toán trong ngành tài nguyên và môi trường.