

МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ MADALINE

Мірошниченко Н.С., Бражнікова Є.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, каф. БМІ, тел. (057) 702-10-00,
E-mail: nellymiroshnichenko@mail.ru

In this paper, network of neurons used for the intellectual analysis of medical data is proposed, such network is adalina and madalina. Algorithms for their training are developed for situations when information is fed to processing in online-mode was proposed. Neural network has been trained on medical data and shown high level of distribution of data for a large number of indicators.

В даний час у задачах інтелектуального аналізу медичних даних (Medical Data Mining) стали все частіше використовувати методи обчислювального інтелекту та, насамперед, штучні нейронні мережі, завдяки їх можливості навчання по експериментальним класифікованим даним і прозорості та інтерпретованості отриманих результатів [1,2]. Поміж багатьох можливих задач, що виникають в рамках Medical Data Mining особливе місце займає проблема діагностування стану організму за багатьма показниками, які виміряні в тих чи інших шкалах [3].

Основною ціллю даної роботи є дослідження та застосування для інтелектуального аналізу медичних даних методів обчислювального інтелекту, а саме нейронної мережі мадаліни, що являє собою групу адаптивних лінійних елементів. Актуальність даної роботи полягає в розробці алгоритму навчання мадаліни, завдяки якому ця нейронна мережа зможе проводити розподіл даних на декілька класів за багатьма показниками.

Першою системою розподілу даних є адаптивний лінійний елемент адаліна (ADALINE). На рис.1 приведена його структурна схема.

Рис.1 – Структурна схема ADALINE

Структурно адаліна складається з двох частин: адаптивного лінійного асоціатора та нелінійної активаційної функції. Дивлячись на Рис. 1 видно, що адаліна має два виходи: бінарний $y(k)$ та аналоговий $u(k)$. Також крім цього є додатковий вхід, на який подається навчальний сигнал $d(k)$, який показує якою повинна бути бажана реакція системи на кожний конкретний набір вхідних векторів ознак $x(k)$ у режимі навчання [4].

Аналоговий вхід представляє собою зважену суму входів:

$$u(k) = \sum_{i=0}^n w_i(k) x_i(k) = w^T(k) x(k),$$
 де $w(k) = (w_0(k), w_1(k), \dots, w_n(k))^T$ - вектор синаптичних ваг, що постійно уточняється в процесі навчання згідно співвідношенню

$$u(k) = \sum_{i=0}^n w_{ji} x_i = w_j^T x.$$

Для даних, які потрапляють на вхід в процесі навчання нейронної мережі, розраховується певне значення вектору синаптичних ваг, які задаються випадковим чином від 1 до кількості ознак мінус 1.

Сигнал $u(k)$ порівнюється із зовнішнім навчальним сигналом $d(k)$, а різниця між ними утворює сигнал помилки навчання $e(k) = d(k) - u(k)$. До алгоритму налаштування, який уточнює вектор синаптичних ваг так, щоб мінімізувати критерій навчання поступає помилка навчання:
$$W(k+1) = W(k) + \frac{e(k)x(k)}{\|x(k)\|^2}.$$

Використовувати найпростішу нейронну мережу можна лише тоді, коли треба здійснити бінарну класифікацію по типу «так» чи «ні». Для того, щоб виконати більш складну класифікацію потрібно збільшити кількість виходів. Так як у більшості задач, діагностуюча система повинна відображати багато факторів-ознак $x(k) \in R^n$ в безліч діагнозів $u(k) \in R^m$, $y(k) \in R^m$, де $u(k) = (u_1(k), \dots, u_j(k), \dots, u_m(k))^T$, $y(k) = (y_1(k), \dots, y_j(k), \dots, y_m(k))^T$. Такою системою є Мадаліна (MADALINE). Вона представляє собою декілька паралельно підключених адалін. На рис. 2 приведена її структурна схема.

Для j -го входу мадаліни можна записати: $u_j(k) = w_j^T(k)x(k)$, $y_j(k) = \text{sign } u_j(k) \forall j = 1, 2, \dots, m$ (де $w_j(k) = (w_{j0}(k), w_{j1}(k), \dots, w_{jn}(k))^T$), сигнал помилки навчання записуємо за допомогою формули: $e_j(k) = d_j(k) - u_j(k)$.

Для налаштування синаптичних ваг використовують алгоритм записаний в такій формі:
$$w_j(k+1) = w_j(k) + (d_j(k) - w_j^T(k)x(k))x^{+T}(k)$$

Також можна записати алгоритм навчання всіх синаптичних ваг мадаліни в цілому. Для цього, треба ввести загальний критерій навчання:

$$E_j(k) = \sum_{j=1}^m E_j(k) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m e_j^2(k),$$

$$E_j(k) = \sum_{j=1}^m E_j(k) = \sum_{j=1}^m e_j(k)u_j(k)$$

Далі замість алгоритму налаштування синаптичних ваг, можна записати багатовимірну модифікацію алгоритму Уидроу-Хоффа:

$$W(k+1) = W(k) + \frac{d(k) - W(k)x(k)}{\|x(k)\|^2} x^T(k) = W(k) + (d(k) - W(k)x(k))x^{+}(k),$$

Рис.2 – Структурна схема MADALINE

Використавши систему розподілу даних мадаліну, була досягнута ціль роботи. Дана система здатна розподілити дані на більш ніж 2 класи. Нейрона мережа мадаліна була навчена, а потім протестована, що дало нам можливість впевнитися у правильності її роботи.

Література:

1. Rizzo R. Computational Intelligence Methods for Bioinformatics and Biostatistics / Rizzo R. - In Lecture Notes in Bioinformatics (7th International Meeting, CIBIB 2010, Palermo, Italy, September 16-18, 2010). – Springer. – 2011. – 301 p.
2. Kountchev R. Advances in Intelligent Analysis of Medical Data and Decision Support Systems (Studies in Computational Intelligence) / Kountchev R. and etc - Springer. – 2013. – 246 p.
3. Бражникова Е.Н., Перова И.Г., Плисс И.П. Нео-фаззи поход в задач online медико-биологической диагностики / Прикладная радиоэлектроника. – 2016.
4. Мирошниченко Н.С. Бинарная диагностика при помощи искусственной нейронной сети / Радиоэлектроника и молодеж в XXI столетии. – 2017. – 182 с.