



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49380

(13) A

(51) 6 G06G7/60

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ НАСТРОЮВАННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДВОШАРОВОГО ПЕРСЕПТРОНА ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ І ДІАГНОСТИКИ

1

2

(21) 2001118029

(22) 23 11 2001

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Внуков Юрій Миколайович, Дубровін Валерій Іванович, Жеманюк Павло Дмитрович, Субботін Сергій Олександрович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МОТОРСІЧ"

(57) Спосіб настроювання вагових коефіцієнтів двошарового персеプトрона для рішення задач розпізнавання образів і діагностики, який полягає в

тому, що класифікацію об'єктів за ознаками здійснюють на основі двошарового персеプトрона, який перетворює вхідну інформацію у бінарний номер класу екземпляра, який відрізняється тим, що ваги двошарового персеプトрона настроюють автоматично у безітераційному режимі, для чого здійснюють одномірну класифікацію об'єктів за ознаками з урахуванням статистичних характеристик ознак, оцінюють інформативності ознак і поєднують результати одномірних класифікацій за ознаками з урахуванням їхніх значимостей

Винахід відноситься до кібернетики й обчислювальної техніки і може бути використаний для розпізнавання образів і визначення технічного стану (діагностики) технічних об'єктів без їхнього розбирання

Відомий спосіб розпізнавання образів на основі двошарового персеプトрона, що представляє собою окремий випадок штучної нейронної мережі, який полягає в навчанні двошарового персеプトрона розпізнаванню образів шляхом настроювання вагових коефіцієнтів його нейронів, що здійснюють на основі градієнтного алгоритму безумовної багатовимірної оптимізації в ітераційному режимі [1]

Недоліком відомого способу є низька швидкість навчання розпізнаванню, в що обумовлюється ітераційністю процедури настроювання ваг і великим обсягом обчислень для розрахунку градієнтів цільової функції навчання

В основу винаходу поставлена задача підвищення швидкості навчання розпізнаванню багатопараметричних образів на основі двошарового персеプトрона

Поставлена задача вирішується тим, що в способі настроювання вагових коефіцієнтів двошарового персеプトрона для рішення задач розпізнавання образів і діагностики, який полягає в тому, що класифікацію об'єктів за ознаками роблять на основі двошарового персеプトрона, який перетворює вхідну інформацію у бінарний номер класу екземпляра, ваги двошарового персеプトрона на-

строюють автоматично у безітераційному режимі, для чого здійснюють одномірну класифікацію об'єктів за ознаками з урахуванням статистичних характеристик ознак, оцінюють інформативності ознак і поєднують результати одномірних класифікацій за ознаками з урахуванням їхніх значимостей

Такий спосіб дозволяє підвищити швидкість навчання персеプトрона розпізнаванню образів

Настроювання параметрів двошарового персеプトрона для рішення задач розпізнавання і діагностики (класифікації) запропонованим способом здійснюють наступним чином

Задають навчальну вибірку екземплярів, які характеризують певними ознаками. Кожному екземпляру даних зіставляють бінарний номер, який визначає приналежність екземпляра до певного класу

Навчальну вибірку із зіставленими номерами класів вводять у пам'ять ЕОМ. При цьому значення ознак екземплярів навчальної вибірки зберігають в масиві  $x$ , що складається з елементів  $x^q_i$ , де  $q$  - номер екземпляра з навчальної вибірки,  $i$  - номер ознаки екземпляра. Бінарні номери (коди) класів зберігають у масиві  $K$ , що складається з елементів  $K^q$ , де  $q$  - номер екземпляра навчальної вибірки

На основі введених даних визначають параметри, необхідні для настроювання ваг персеプトрона

(13) A

(11) 49380

(19) UA

Функцію активації  $\psi^{(\mu-1)}$  і-го нейрона  $\mu$ -го шару задають у такий спосіб

$$\psi^{(1,1)}(g) = \frac{1}{1 + e^{-g}}, \quad \forall i = \overline{1, N}$$

$$\psi^{(2,1)}(g) = \begin{cases} 0, & g \leq 0, \\ 1, & g > 0 \end{cases}$$

де  $g$  - аргумент функції активації,  $N$  - кількість ознак, що характеризують екземпляри навчальної вибірки

Далі оцінюють  $M_{xi}$  - математичне сподівання і-ої ознаки  $x_i$  та  $M_y$  - математичне сподівання номера класу

$$M_{xi} = \frac{1}{S} \sum_{q=1}^S x_i^q, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$$M_y = \frac{1}{S} \sum_{q=1}^S y^q,$$

де  $x_i^q$  - значення і-ої ознаки  $q$ -го екземпляра навчальної вибірки,  $S$  - кількість екземплярів у навчальній вибірці,  $y^q$  - номер класу  $q$ -го екземпляра навчальної вибірки

Оцінені значення математичних сподівань зберігають у пам'яті ЕОМ, на якій відбувається навчання персептрона, для знаходження параметрів, необхідних для настроювання ваг персептрона

Після цього використовуючи оцінки математичних сподівань знаходять значення  $|r_{xy}|$  - коефіцієнтів кореляції кожної і-ої ознаки і номера класу

$$r_{xy} = \frac{\sum_{q=1}^S (x_i^q - M_{xi})(y^q - M_y)}{\sqrt{\sum_{q=1}^S (x_i^q - M_{xi})^2 \sum_{q=1}^S (y^q - M_y)^2}},$$

Для врахування значимостей результатів одномірних класифікацій визначають  $\alpha_i$  - ступені (частки) впливу і-ої ознаки на номер класу екземпляра

$$\alpha_i = \frac{|r_{xy}|}{\sum_{j=1}^N |r_{xyj}|}, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

де  $x_i, x_j$  - і-та та j-та ознаки екземплярів

Ці значення заносять у пам'ять ЕОМ, де зберігають для настроювання ваг персептрона

Після цього оцінюють  $M_{xi}^{K_1}$  - математичне сподівання і-ої ознаки для екземплярів навчальної вибірки, що належать до класу  $K_1$  та  $M_{xi}^{K_0}$  - математичне сподівання і-ої ознаки для екземплярів навчальної вибірки, що належать до класу  $K_0$

$$M_{xi}^{K_1} = \frac{1}{S^{K_1}} \sum_{q=1}^{S^{K_1}} x_i^q, \quad x_i^q \in K_1, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$$M_{xi}^{K_0} = \frac{1}{S^{K_0}} \sum_{q=1}^{S^{K_0}} x_i^q, \quad x_i^q \in K_0, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

де

де  $S^{K_1}$  - кількість екземплярів навчальної вибірки, що належать до класу  $K_1$ ,  $S^{K_0}$  - кількість екземплярів навчальної вибірки, що належать до класу  $K_0$ ,

Далі на основі знайдених статистичних характеристик ознак для класів визначають  $\beta_i$  - коефіцієнти, що враховують найбільш ймовірне розміщення полюсів (центрів зосередження екземплярів) класів при одномірній класифікації за і-ою ознакою

$$\beta_i = \text{sign}(M_{xi}^{K_1} - M_{xi}^{K_0}),$$

які зберігають у пам'яті ЕОМ

Після чого знаходять і заносять до пам'яті ЕОМ  $\theta_i$  - значення порога, щодо якого буде здійснюватися одномірна класифікація екземплярів за і-ою ознакою. Для знаходження значення порога використовують одну з формул

$$\theta_i = \frac{|M_{xi}^{K_1} - M_{xi}^{K_0}|}{2} + \min(M_{xi}^{K_1}, M_{xi}^{K_0}), \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$$\theta_i = M_{xi} + \frac{D_{xi}(0.5 - M_y)}{r_{xy} D_y}, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$$\theta_i = \max(M_{xi}^{K_1}, M_{xi}^{K_0}) - \frac{|M_{xi}^{K_1} - M_{xi}^{K_0}|}{1 + \frac{D_{xi}^{K_0}}{D_{xi}^{K_1}}}, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

де  $D_{xi}$  - дисперсія і-ої ознаки

$$D_{xi} = \frac{1}{S} \sum_{q=1}^S (x_i^q - M_{xi})^2, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$D_{xi}^{K_1}, D_{xi}^{K_0}$  - дисперсії і-ої ознаки для екземплярів, що відносяться до класу  $K_1$  і  $K_0$ , відповідно

$$D_{xi}^{K_1} = \frac{1}{S^{K_1}} \sum_{q=1}^{S^{K_1}} (x_i^q - M_{xi}^{K_1})^2, \quad x_i^q \in K_1, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N},$$

$$D_{xi}^{K_0} = \frac{1}{S^{K_0}} \sum_{q=1}^{S^{K_0}} (x_i^q - M_{xi}^{K_0})^2, \quad x_i^q \in K_0, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N};$$

$D_y$  - дисперсія номера класу

$$D_y = \frac{1}{S} \sum_{q=1}^S (y^q - M_y)^2$$

Знайдені значення параметрів  $\alpha_i, \beta_i, \theta_i$ , збережені у пам'яті ЕОМ використовують для настроювання вагових коефіцієнтів персептрона, яке для  $w_j^{(\mu)}$  - коефіцієнта j-го входу і-го нейрона  $\mu$ -го шару здійснюють наступним чином

$$w_j^{(\mu)} = \begin{cases} 0, & i \neq j, j > 0, \mu = 1, \\ \beta_i, & i = j, j > 0, \mu = 1, \\ -\theta_i \beta_i, & j = 0, \mu = 1, \\ \alpha_i, & \mu = 2, \end{cases}$$

$i = \overline{1, 2, \dots, N}, j = \overline{0, 1, 2, \dots, N}, \mu = \overline{1, 2}.$

На кресленні (див. фіг.) представлена схема двошарового персептрона, який навчають запропонованим способом.

Після навчання персептрона запропонованим способом його можна використовувати для рішення задач розпізнавання і діагностики. Для цього формують розпізнавальну вибірку екземплярів з тим же набором ознак, що використовувалися для характеристики екземплярів навчальної вибірки. Вибірку вводять у пам'ять ЕОМ.

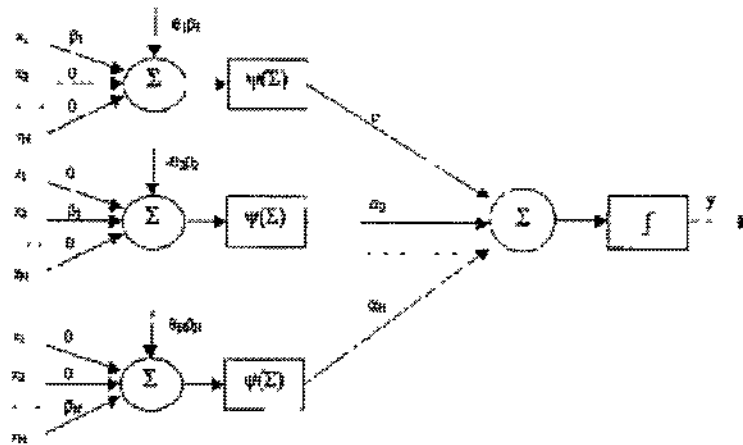
Ознаки для кожного розпізнаваного екземпляра з цієї вибірки подають на входи персептрона, які за допомогою стандартних обчислень [1] з ви-

користанням значень ваг, знайдених за допомогою запропонованого способу, персептрон перетворює у бінарний номер класу цього екземпляра.

Як показують результати експериментів по налаштуванню вагових коефіцієнтів двошарового персептрона для вирішення різноманітних практичних задач розпізнавання образів, швидкість навчання персептрона запропонованим способом в середньому на 50% є вищою у порівнянні з градієнтним алгоритмом [1].

Використані джерела

1 Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей - М. СП "Параграф", 1990 - С. 15 - 67.



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71