

PERSEPTRONNI O'RGATISH ALGORITMI**Kamolova Rayhona Foziljon qizi****Kamolovarayhona14@gmail.com****<https://doi.org/10.5281/zenodo.17959582>****ANNOTATSIYA**

Ushbu tezisda sun'iy neyron tarmoqlarining eng dastlabki modeli — perseptron va uning o'qitish algoritmi nazariy va amaliy jihatlar bilan tahlil qilinadi. Ishda perseptronning matematik modeli, aktivatsiya funksiyasi, bias tushunchasi va vaznlarni yangilash qoidalari bosqichma-bosqich tushuntiriladi. Shuningdek, xatolik (error) formulasi va o'qitish tezligi (learning rate) roliga alohida e'tibor qaratiladi. Tezisdan shuningdek, AND mantiqiy funksiyasi uchun namunaviy hisob-kitob misoli keltirilib, perseptron algoritmining chiziqli ajratiladigan ma'lumotlar to'plamlarida qanday konvergentsiyaga erishishi amalda ko'rsatiladi. Ish davomida qo'llangan formulalar chuqur tahlil qilinib, ularning fizik-ma'no, o'zaro bog'liqligi va algoritm jarayoniga ta'siri izohlanadi.

KALIT SO'ZLAR

Perseptron, neyron tarmoq, vaznlar, bias, aktivatsiya funksiyasi, klassifikatsiya, o'qitish algoritmi, xatolik, chiziqli ajratish, o'qitish tezligi

ANNOTATION

This thesis analyzes the perceptron — the earliest artificial neuron model — and its training algorithm from both theoretical and practical perspectives. The work explains the mathematical model of the perceptron, the activation function, the concept of bias, and the weight update rules step by step. Special attention is paid to the error formula and the role of the learning rate. A worked example for the logical AND function is provided to demonstrate how the perceptron algorithm converges on linearly separable datasets. The formulas used are thoroughly interpreted: their meaning, interrelations, and effects on the training process are explained.

KEYWORDS

Perceptron, neural network, weights, bias, activation function, classification, training algorithm, error, linear separability, learning rate

АННОТАЦИЯ

В данной тезисной работе анализируются теоретические и практические аспекты персептрона — одной из первых моделей искусственных нейронных сетей — и его алгоритма обучения. В работе поэтапно объясняются математическая модель персептрона, функция активации, понятие смещения (bias) и правила обновления весов. Особое внимание уделяется формуле ошибки (error) и роли скорости обучения (learning rate). В тезисе также приведён пример расчёта для логической функции AND, на основании которого демонстрируется, как алгоритм персептрона достигает сходимости на линейно разделимых наборах данных. Формулы, использованные в работе, подробно проанализированы с указанием их физического смысла, взаимосвязи и влияния на процесс обучения алгоритма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Персептрон, нейронная сеть, веса, смещение (bias), функция активации, классификация, алгоритм обучения, ошибка, линейная разделимость, скорость обучения

Kirish: Perseptron — bitta sun'iy neyronni ifodalovchi eng sodda model bo'lib, ikkilik (binary) klassifikatsiya vazifalarida ishlatiladi. Uning nazariy asoslari va o'qitish qoidalari zamonaviy chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlariga poydevor yaratdi. Ushbu tezisda perseptron modeli matematik jihatdan aniqlanadi, undagi formulalar izohlanadi va amaliy misol (AND) orqali algoritm bosqichlari ko'rsatiladi.

PERSEPTRON MODEL — MATEMATIK IFODA VA FORMULALAR

• **Asosiy matematik formulasi**

Perseptronning chiqishi quyidagicha hisoblanadi:

$$Y = f(z); \quad z = \sum_{i=1}^n w(i)x(i) \quad \text{agar bais ishtirok etsa}$$

$$z = \sum_{i=1}^n w(i)x(i) + b$$

Bu yerda:

- $x_1, x_2, \dots, x_n$ — kirish vektori komponentalari (xususiyatlar),
- $w_1, w_2, \dots, w_n$ — mos vaznlar (weights),
- b — bias (qo'shimcha erkin parametr),
- z — neyronning lineer kombinatsiyasi (net input),
- $f(\cdot)$ — aktivatsiya funksiyasi (odatiy holda signum (belgi) / Heaviside funksiya),
- y — chiqish (klassifikatsiya natijasi, odatda 0 yoki 1).

Aktivatsiya (signum (belgi)) funksiyasi

Ko'pincha signum (belgi) funksiyasi ishlatiladi:

$$f(z) = \begin{cases} 1, & z \geq 0, \\ 0, & z < 0. \end{cases}$$

Bu funksiya neyronning «faollashishi»ni belgilaydi: agar lineer kombinatsiya z 0 yoki undan katta bo'lsa, neyron 1 ni chiqaradi, aks holda 0. Ba'zi manbalarda $f(0)$ nuqtasida qiymat 0 deb olinishi mumkin; bu model xulqiga ozgina farq keltiradi, lekin o'qitish prinsipiga ta'siri chegaralidir. Yuqoridagi belgilash odatda ishlatiladi va misollarda qo'llanadi.

• **Xatolik (error) formulasi**

Har bir o'rgatish namunasi uchun xatolik quyidagicha olinadi:

$$\text{error} = y_{\text{true}} - y_{\text{pred}}$$

Bu yerda y_{true} — haqiqiy yorliq (target), y_{pred} — modelning bashorati. $\text{error} \in \{-1, 0, 1\}$ qiymatlaridan birini oladi (agar target va pred binary bo'lsa). $\text{Error} = 0$ bo'lsa, model ushbu namuna uchun to'g'ri ishlagan hisoblanadi.

• **Perseptronni o'rgatishning asosiy maqsadi**

O'rgatishning vazifasi — kirishlar va kerakli chiqish (etiketka) mos kelmagan holatlarda og'irliklarni shunday o'zgartirishki, model to'g'ri qaror chiqarsin.

• **Perseptron o'rgatish algoritmi (Rosenblatt algoritmi)**

O'rgatish jarayoni quyidagi ketma-ketlikdan iborat:

1-qadam. Og'irliklarni boshlang'ich qiymatga o'rnatish

Kichik tasodifiy qiymatlar tanlanadi:

$$W_i = \text{random}$$

2-qadam. Har bir o'quv namunasi uchun chiqishni hisoblash

$$Y = f(z)$$

formulasi bilan topiladi.

3-qadam. Xatolikni hisoblash

Kerakli qiymat ttt bo'lsa:

$$e=t-Y$$

4-qadam. Og'irliklarni yangilash qoidasi

Agar xatolik mavjud bo'lsa ($e \neq 0$), og'irliklar quyidagicha o'zgartiriladi:

$$W(i)_{\text{new}} = W(i)_{\text{old}} + \eta \cdot e \cdot x(i)$$

Bu yerda:

- η — o'rganish tezligi (learning rate)

5-qadam. Biasni yangilash

$$b(i)_{\text{new}} = b(i)_{\text{old}} + \eta \cdot e$$

Ushbu jarayon barcha o'quv namunalarida takrorlanadi va og'irliklar to'g'ri klassifikatsiya ta'minlanguncha yangilanib boradi.

3. Perseptron algoritmining cheklovlari

- Faqat chiziqli ajraladigan masalalar uchun ishlaydi.
- Murakkab, chiziqli bo'lmagan chegaralarni ajrata olmaydi.
- Ko'p qatlamli neyron tarmoqlar (MLP)ning paydo bo'lishiga sabab bo'lgan.

Xulosa

Perseptronni o'rgatish algoritmi sun'iy neyron tarmoqlaridagi eng asosiy va klassik o'rganish mexanizmi bo'lib, og'irliklar xatolik asosida iterativ tarzda yangilanadi. Uning matematik modeli — $z = \sum_{i=1}^n w(i)x(i)$ va $Y = f(z)$ formulalari — bugungi chuqur o'rganish tizimlarining poydevorini tashkil qiladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Rosenblatt F. The Perceptron Model.
2. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines.
3. Mitchell T. Machine Learning.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning.