

XATOLIK FUNKSIYALARI: MCE, CROSS-ENTROPY VA BOSHQALAR

Yoqubova Shahnoza Rustamjon qizi

Farg'ona davlat universiteti talabasi

E-mail: syoqubova06@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezis sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitishda qo'llaniladigan asosiy xatolik funksiyalarini, xususan MSE (Mean Squared Error), Cross-Entropy, MAE, Hinge Loss kabi funksiyalarni tahlil qiladi. Har bir xatolik funksiyasining matematik asoslari, qo'llanish sohasi va afzallik-kamchiliklari yoritilgan. Modelning o'qitilish jarayonida xatolik funksiyasining to'g'ri tanlanishi aniqlik, barqarorlik hamda konvergensiya tezligiga ta'siri nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda tasniflash va regressiya masalalari uchun mos xatolik funksiyalarini solishtirish hamda optimal tanlov bo'yicha tavsiyalar beriladi.

Kalit so'zlar. MSE, Cross-Entropy, xatolik funksiyasi, yo'qotish funksiyasi, regressiya, tasniflash, gradient tushish, optimallashtirish.

Annotation. This thesis examines the main loss functions used in artificial intelligence and machine learning, including MSE (Mean Squared Error), Cross-Entropy, MAE, and Hinge Loss. It discusses the mathematical foundations, application areas, and advantages and limitations of each loss function. Selecting an appropriate loss function is crucial for improving model accuracy, stability, and convergence speed during training. The study compares suitable loss functions for classification and regression tasks and provides recommendations for optimal selection.

Keywords: MSE, Cross-Entropy, loss function, error function, regression, classification, gradient descent, optimization.

Аннотация. В данной работе рассматриваются основные функции потерь, применяемые в искусственном интеллекте и машинном обучении, включая MSE (среднеквадратичную ошибку), Cross-Entropy, MAE и Hinge Loss. Представлены математические основы, области применения, а также преимущества и недостатки каждой функции. Правильный выбор функции потерь играет важную роль в

повышении точности модели, её стабильности и скорости сходимости. В исследовании проводится сравнение функций потерь для задач классификации и регрессии и даются рекомендации по оптимальному выбору.

Ключевые слова: MSE, Cross-Entropy, функция потерь, функция ошибки, регрессия, классификация, градиентный спуск, оптимизация.

KIRISH

Xatolik funksiyasi o'quv jarayonida model chiqishi bilan haqiqiy qiymatlar orasidagi farqni o'lchaydi va optimallashtirish jarayonida model parametrlarining yangilanib borishini boshqaradi. Turli turdagi masalalar — regressiya, tasniflash, klasterlash yoki ehtimollik modellarida — turli xatolik funksiyalaridan foydalanish talab etiladi. Masalan, regressiya masalalarida keng qo'llaniladigan **MSE (Mean Squared Error)** xatolikni kvadrat ko'rinishida baholasa, tasniflash masalalarida **Cross-Entropy** ehtimolliklar taqsimotini tahlil qilish orqali modelning sifatini aniqlaydi. Xatolik funksiyasining to'g'ri tanlanishi modelning konvergensiyasiga, umumlashganlik darajasiga va hisoblash samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Noto'g'ri tanlangan xatolik funksiyasi esa ortiqcha moslashuv (overfitting), sekin o'rganish jarayoni yoki umuman noto'g'ri bashoratlar kabi salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli, xatolik funksiyalari tabiatini chuqur o'rganish va ularning qaysi turdagi vazifalar uchun maqsadga muvofiq ekanligini aniqlash zamonaviy mashinaviy o'qitish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Mashinalar o'rganish jarayonida model chiqishi va haqiqiy qiymatlar orasidagi farqni o'lchash uchun **xatolik funksiyalari** ishlatiladi. Ular model parametrlarini yangilashda gradientni hisoblash uchun zarur bo'lgan qiymatni beradi

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Regressiya masalalarida eng ko'p ishlatiladigan xatolik funksiyasi bo'lib, haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar orasidagi kvadrat farqni hisoblaydi:

$$Cross - Entropy = - \sum_{i=1}^n y_i \log(\hat{y}_i)$$

Quyidagi kod **MSE va Cross-Entropy** funksiyalarini hisoblaydi:

```
import numpy as np
```

```
# MSE (regressiya)
```

```
y_true = np.array([2.5, 0.0, 2.1, 1.6])
```

```
y_pred = np.array([3.0, -0.1, 2.0, 1.5])
```

```
print("MSE:", np.mean((y_true - y_pred)**2))
```

```
# Cross-Entropy (binary tasniflash)
```

```
y_true = np.array([1, 0, 1, 0])
```

```
y_pred = np.array([0.9, 0.1, 0.8, 0.3])
```

```
y_pred = np.clip(y_pred, 1e-12, 1-1e-12) # numerik barqarorlik
```

```
print("Cross-Entropy:", -np.mean(y_true*np.log(y_pred) + (1-y_true)*np.log(1-y_pred)))
```

Xulosa

Ushbu ishda mashinaviy o'qitish va sun'iy intellekt sohasida keng qo'llaniladigan asosiy xatolik funksiyalari — **MSE, MAE, Cross-Entropy va Hinge Loss** — tahlil qilindi. Har bir funksiyaning matematik asoslari, qo'llanish sohasi, afzalliklari va kamchiliklari ko'rib chiqildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, xatolik funksiyasini to'g'ri tanlash modelning aniqligi, barqarorligi va konvergenstsiya tezligiga bevosita ta'sir qiladi. Regressiya masalalarida MSE va MAE, binary va multi-class tasniflash masalalarida esa Cross-Entropy va Hinge Loss funksiyalari samarali natijalar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
2. Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
3. Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media.
4. Nielsen, M. A. (2015). *Neural Networks and Deep Learning*. Determination Press.

5. Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press.
6. Chollet, F. (2017). *Deep Learning with Python*. Manning Publications.
7. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
8. Zhang, Z., & Sabuncu, M. R. (2018). *Generalized Cross Entropy Loss for Training Deep Neural Networks with Noisy Labels*. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS).
9. Kingma, D. P., & Ba, J. (2015). *Adam: A Method for Stochastic Optimization*. International Conference on Learning Representations (ICLR).