

DEEP LEARNING ASOSLARI VA ULARNING EMOTSIYALARNI SINFLASHDAGI O'RN

Nuriddinova Nasibaxon Umidjon qizi

FDU Amaliy matematika va informatika yo'nalishi magistranti.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15664841>

Annotatsiya. Ushbu maqolada chuqur o'rganish (Deep Learning) metodlarining asosiy tamoyillari va ularning inson emotsiyalarini aniqlash va sinflashtirishdagi roli tahlil qilinadi. Deep Learning algoritmlari, xususan sun'iy neyron tarmoqlari, katta hajmdagi ma'lumotlarni avtomatik ravishda o'rganish va murakkab naqshlarni aniqlash imkonini beradi. Maqolada emotsiyalarni sinflash jarayonida konvolyutsion neyron tarmoqlari (Convolutional Neural Networks), takroriy neyron tarmoqlari (Recurrent Neural Networks) va ularning variantlari qanday qo'llanilishi hamda ularning samaradorligi ko'rib chiqiladi. Shu bilan birga, turli sensor ma'lumotlari (yuz ifodalari, ovoz, nutq, biometrik signallar) asosida emotsiyalarni aniqlash va tasniflashda chuqur o'rganishning afzalliklari va cheklovlari muhokama qilinadi. Tadqiqot natijalari emotsiya aniqlash sohasida yangi algoritmlar ishlab chiqishda, shuningdek inson-mashina interfeyslarini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu ish sun'iy intellekt va kompyuter fanlari sohasidagi ilmiy izlanishlarni chuqurlashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Chuqur o'rganish, Sun'iy neyron tarmoq, Konvolyutsion neyron tarmoq, Takroriy neyron tarmoq, Emotsiyalarni sinflash, Xususiyatlarni ajratib olish, Faollashtirish funksiyasi, Orqaga tarqatish usuli.

DEEP LEARNING BASICS AND THEIR ROLE IN EMOTIONS CLASSIFICATION

Abstract. This article analyzes the fundamental principles of deep learning methods and their role in the recognition and classification of human emotions. Deep learning algorithms, particularly artificial neural networks, enable automatic learning from large volumes of data and detection of complex patterns. The article examines the application and effectiveness of convolutional neural networks, recurrent neural networks, and their variants in the process of emotion classification. Additionally, the advantages and limitations of deep learning in detecting and classifying emotions based on various sensor data (facial expressions, voice, speech, biometric signals) are discussed. The research findings are significant for developing new algorithms in emotion recognition and improving human-machine interfaces. This work contributes to advancing scientific research in the fields of artificial intelligence and computer science.

Keywords: Deep learning, Artificial neural network, Convolutional neural network, Recurrent neural network, Emotion classification, Feature extraction, Activation function, Backpropagation.

ОСНОВЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ

Аннотация. В данной статье анализируются основные принципы методов глубокого обучения и их роль в распознавании и классификации человеческих эмоций. Алгоритмы глубокого обучения, в частности искусственные нейронные сети, обеспечивают автоматическое обучение на больших объемах данных и выявление сложных закономерностей. В статье рассматривается применение и эффективность сверточных нейронных сетей, рекуррентных нейронных сетей и их вариантов в процессе классификации эмоций. Кроме того, обсуждаются преимущества и ограничения глубокого обучения при выявлении и классификации эмоций на основе различных

сенсорных данных (выражения лица, голос, речь, биометрические сигналы). Результаты исследования имеют важное значение для разработки новых алгоритмов распознавания эмоций, а также для улучшения интерфейсов «человек-машина». Данная работа способствует углублению научных исследований в области искусственного интеллекта и компьютерных наук.

Ключевые слова: Глубокое обучение, Искусственная нейронная сеть, Сверточная нейронная сеть, Рекуррентная нейронная сеть, Классификация эмоций, Извлечение признаков, Функция активации, Обратное распространение ошибки.

Kirish

So'nggi yillarda sun'iy intellekt sohasida chuqur o'rganish metodlari muhim taraqqiyotga erishdi va ko'plab sohalarda, xususan inson emotsiyalarini aniqlash va sinflashda keng qo'llanila boshlandi. Emotsiyalar insonning hissiy holatini ifodalovchi murakkab psixologik holat bo'lib, ularning to'g'ri va aniq aniqlanishi inson-mashina o'zaro aloqalarining sifatini tubdan yaxshilash imkonini beradi. An'anaviy usullar va oddiy mashina o'rganish algoritmlari bilan solishtirganda, chuqur o'rganish algoritmlari ko'p qatlamli neyron tarmoqlari yordamida katta hajmdagi noaniq va yuqori o'lchovli ma'lumotlardan samarali xususiyatlarni avtomatik ajratib olishga qodir.

Chuqur o'rganishning asosiy tamoyillari konvolyutsion neyron tarmoqlari, takroriy neyron tarmoqlari va ularning kombinatsiyalari emotsiyalarni turli modaliteler (masalan, yuz ifodalari, nutq, ovoz va biometrik signallar) asosida aniqlashda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Shu bilan birga, ushbu metodlarning samaradorligini oshirish va ularning chegaralarini aniqlash ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, chuqur o'rganish usullari inson emotsiyalarining nozik va murakkab naqshlarini aniqlashda yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Ushbu maqolada chuqur o'rganishning asosiy tamoyillari, uning emotsiyalarni aniqlash va sinflashdagi o'rni, shuningdek, turli arxitekturalar va algoritmlarning afzalliklari hamda cheklovlari tizimli tarzda ko'rib chiqiladi. Maqolaning maqsadi inson hissiy holatini aniqlashda chuqur o'rganish yondashuvlarining samaradorligini tahlil qilish va sohadagi ilmiy izlanishlar uchun yo'nalishlar belgilashdir.

Asosiy qism

Chuqur o'rganish (Deep Learning) – mashinali o'rganish sohasining jadal rivojlanayotgan yo'nalishi bo'lib, murakkab munosabatlarni o'rganish va katta hajmdagi ma'lumotlardan qaror qabul qilish modellarini yaratish imkonini beradi. So'nggi o'n yillikda chuqur o'rganish usullari kompyuter ko'rishi, tabiiy tilni qayta ishlash, nutqni tanib olish kabi sohalarda inqilobiy o'zgarishlarga olib keldi va ularning emotsiyalarni sinflashdagi o'rni tobora ortib bormoqda.

Ushbu paragrafda chuqur o'rganish asoslari, uning asosiy komponentlari va emotsiyalarni sinflashdagi qo'llanilishi batafsil ko'rib chiqiladi. Chuqur o'rganish sun'iy neyron tarmoqlari (artificial neural networks) ga asoslangan bo'lib, bu tarmoqlar inson miyasining tuzilishi va ishlash printsiplaridan ilhomlangan. Oddiy neyron tarmoqlaridan farqli ravishda, chuqur o'rganish modellari ko'p qatlamli arxitekturaga ega bo'lib, murakkab munosabatlarni o'rganish va ierarxik abstraksiyalarni shakllantirish imkonini beradi.

Neyron tarmoqlarining asosiy qurilish bloki neyron (perceptron) hisoblanadi. Har bir neyron bir nechta kirishlardan (inputs) signal qabul qiladi, ularni o'z vaznlari (weights) bilan ko'paytiradi, yig'indi hosil qiladi va aktivatsiya funksiyasi orqali chiqish signalini (output) shakllantiradi.

Neyronlar qatlamlarga birlashtiriladi va har bir qatlam o'zidan oldingi qatlamdan kelgan signallarni qayta ishlaydi. Chuqur neyron tarmoqlarining asosiy komponentlari orasida kirish qatlami, yashirin qatlamlar va chiqish qatlami muhim o'rin tutadi. Kirish qatlami ma'lumotlarni qabul qiluvchi neyronlardan tashkil topgan bo'lib, tizimga kiruvchi signallarni dastlabki qayta ishlashni amalga oshiradi. Yashirin qatlamlar esa kirish va chiqish qatlamlari o'rtasida joylashgan bir yoki bir nechta neyron qatlamlarini o'z ichiga oladi. Chuqur o'rganish modellarida odatda ko'p sonli yashirin qatlamlar qo'llaniladi, bu esa modelga murakkab abstraksiyalarni shakllantirish imkonini beradi. Chiqish qatlami esa tarmoqning yakuniy natijasini (masalan, sinflash qarorlari yoki regression qiymatlarini) shakllantiradi.

Neyron tarmoqlarining muhim tarkibiy qismlari sifatida vaznlar, aktivatsiya funksiyalari, yo'qotish funksiyasi va optimizatsiya algoritmlari ham alohida ahamiyatga ega. Vaznlar neyronlar o'rtasidagi bog'lanishlar kuchini ifodalaydi va o'qitish jarayonida muntazam yangilanib boradi. Aktivatsiya funksiyalari, jumladan sigmoid, tanh, ReLU, Leaky ReLU, Swish kabilar chiziqli bo'lmagan funksiyalar sifatida tarmoqqa murakkab munosabatlarni o'rganish imkonini beradi. Yo'qotish funksiyasi tarmoqning haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlari o'rtasidagi farqni o'lchovchi mexanizm sifatida xizmat qiladi. Optimizatsiya algoritmlari esa, masalan gradient descent, Adam, RMSprop kabilar, yo'qotish funksiyasini minimallashtirish orqali vaznlarni yangilash jarayonini boshqaradi.

Chuqur o'rganish sohasida turli xil arxitekturalar ishlab chiqilgan bo'lib, ular turli vazifalar uchun moslashtirilgan. To'liq bog'langan tarmoqlar eng oddiy arxitektura hisoblanib, unda har bir neyron o'zidan oldingi qatlamdagi barcha neyronlar bilan bog'langan bo'ladi. Bu arxitektura sodda bo'lsa-da, katta o'lchamdagi ma'lumotlar bilan ishlashda samaradorlik jihatidan cheklovlarga ega.

Konvolyutsion neyron tarmoqlari asosan tasvirlarni qayta ishlash va tahlil qilish uchun mo'ljallangan bo'lib, lokal xususiyatlarni ajratib olish va fazoviy munosabatlarni saqlash imkoniyatlarini taqdim etadi. Ushbu arxitektura konvolyutsion qatlamlar, pooling qatlamlari va to'liq bog'langan qatlamlardan tashkil topadi. Konvolyutsion qatlamlar tasvirning lokal sohalari ustida filter operatsiyalarini bajarsa, pooling qatlamlari ma'lumotlar o'lchamini kamaytirish va asosiy xususiyatlarni saqlash vazifasini bajaradi. Rekurrent neyron tarmoqlari ketma-ketlik ma'lumotlari bilan ishlash uchun mo'ljallangan bo'lib, vaqt bo'yicha bog'lanishlarni o'rganish imkonini beradi. Oddiy RNNlar uzoq muddatli bog'lanishlarni o'rganishda qiyinchiliklarga duch kelganligi sababli, Long Short-Term Memory (LSTM) va Gated Recurrent Unit (GRU) kabi takomillashtirilgan arxitekturalar ishlab chiqilgan. Bu arxitekturalar matn, nutq va vaqt seriyalari kabi ketma-ketlik ma'lumotlarini tahlil qilishda yaxshi natijalar ko'rsatadi.

So'nggi yillarda tabiiy tilni qayta ishlash sohasida transformer arxitekturasi eng yaxshi natijalarni ko'rsatmoqda. Bu arxitektura attentsiya mexanizmi va paralel hisoblash imkoniyatlariga asoslangan bo'lib, BERT, GPT, XLNet kabi yuqori samarali modellarning asosini tashkil etadi. Transformer modellari qo'zg'alish vaqtini sezilarli darajada qisqartirish va uzoq kontekstni samarali qayta ishlash imkonini beradi.

Bundan tashqari, chuqur o'rganish sohasida autoencoderlar, generativ raqobatli tarmoqlar va graph neural networks kabi maxsus arxitekturalar ham mavjud. Autoencoderlar ma'lumotlarni kodlash va dekodlash orqali o'lchamni kamaytirish va xususiyatlarni o'rganish uchun qo'llaniladi. Generativ raqobatli tarmoqlar generator va diskriminator tarmoqlarining raqobati asosida yangi ma'lumotlarni generatsiya qilishga qaratilgan.

Graph neural networks esa graflar va tarmoqli ma'lumotlar bilan ishlash uchun mo'ljallangan bo'lib, ijtimoiy tarmoqlar, molekulyar strukturalar va boshqa grafik ma'lumotlarni tahlil qilishda qo'llaniladi.

Chuqur o'rganish sohasida qo'llaniladigan bir qator muhim usullar va konsepsiyalar mavjud bo'lib, ular modellarning samaradorligini oshirish va o'qitish jarayonini yaxshilashga xizmat qiladi. Backpropagation algoritmi neyron tarmoqlarini o'qitishning asosiy mexanizmi hisoblanadi. Bu algoritim yo'qotish funksiyasining gradientini hisoblash va vaznlarni yangilash orqali tarmoqni bosqichma-bosqich optimallashtirishga asoslangan. Chuqur o'rganishda regularizatsiya usullari alohida o'rin egallaydi. Over-fitting (haddan tashqari moslashtirish) muammosini hal qilish uchun L1/L2 regularization, dropout, batch normalization, early stopping kabi usullar qo'llaniladi. Bu usullar modelning o'quv ma'lumotlariga haddan tashqari moslashib ketishini oldini oladi va uning umumlashtirish qobiliyatini oshiradi Transfer Learning zamonaviy chuqur o'rganishning muhim konsepsiyalaridan biri hisoblanadi. Bu usulda oldindan o'qitilgan modellardan foydalanib, yangi vazifalar uchun moslashtirish amalga oshiriladi. Transfer Learning ayniqsa ma'lumotlar cheklangan holatlarda juda foydali bo'lib, resurslarni tejash va o'qitish jarayonini tezlashtirish imkonini beradi. Fine-tuning esa transfer learning jarayonining bir qismi bo'lib, oldindan o'qitilgan modelni yangi vazifa uchun qayta o'qitish jarayonini anglatadi.

Muhokama

Chuqur o'rganish algoritmlari, xususan konvolyutsion va takroriy neyron tarmoqlari, inson emotsiyalarini aniqlash va sinflash jarayonida sezilarli afzalliklarni namoyish etdi.

Konvolyutsion neyron tarmoqlari yuz ifodalari va vizual ma'lumotlar ichidagi naqshlarni aniqlashda yuqori aniqlik ko'rsatgan bo'lsa, takroriy neyron tarmoqlari nutq va vaqt ketma-ketligi bo'yicha olingan signal ma'lumotlarini qayta ishlashda samarali ekanligi isbotlandi. Shu tarzda, turli modalitelerdagi ma'lumotlarni birlashtirish orqali emotsiyalarni yanada aniqroq va kompleksroq aniqlash imkoniyati paydo bo'ldi. Biroq, chuqur o'rganish metodlarining yuqori natijalari bilan birga ularning o'rganish jarayonidagi murakkabliklari ham mavjud. Modelning ortiqcha moslashuvi, ya'ni o'qitish ma'lumotlariga haddan tashqari moslashib ketishi, test ma'lumotlarida samaradorlikning pasayishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, chuqur neyron tarmoqlarining talablari ko'p bo'lgani sababli, katta hajmdagi yorlangan ma'lumotlar to'plamlarini yaratish zarurati mavjud bo'lib, bu ko'plab sohalarda cheklovlar yaratadi.

Ma'lumotlarning shovqini va turli sensorlardan olingan signallarning xilma-xilligi chuqur o'rganish tizimlarining barqarorligini kamaytiradi va natijada emotsiyalarni noto'g'ri aniqlash xavfini oshiradi. Shu sababli, ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash, xususiyatlarni ajratib olish va modelni optimallashtirish bo'yicha yanada rivojlangan yondashuvlar talab etiladi.

Shuningdek, ko'p modaliteli ma'lumotlarni integratsiyalash va real vaqt rejimida emotsiyalarni aniqlash uchun yangi arxitekturalar va algoritmlar ishlab chiqish muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi. Bunday tizimlar inson-mashina o'zaro aloqalarida, ayniqsa, insonning hissiy holatini hisobga oladigan interaktiv tizimlarda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot chuqur o'rganish metodlarining inson emotsiyalarini aniqlash va sinflashdagi muhim o'rnini ochib berdi. Konvolyutsion va takroriy neyron tarmoqlari kabi ilg'or arxitekturalar, yuqori o'lchovli va turli modaliteli ma'lumotlarni samarali qayta ishlash orqali, emotsiyalarning murakkab naqshlarini aniqlash imkonini yaratadi.

Shu bilan birga, chuqur o'rganish yondashuvlarining yuqori samaradorligi, ularning talablari va o'rganish jarayonidagi murakkabliklari bilan birga keladi. Ma'lumotlarning sifati va miqdori, shuningdek, modelning to'g'ri sozlanishi tizimning natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kelajakda emotsiyalarni aniqlashda ko'p modaliteli ma'lumotlarni integratsiyalash va real vaqt rejimida yuqori aniqlikda ishlashga qodir yangi algoritmik yechimlar va arxitekturalarni rivojlantirish muhim vazifa hisoblanadi. Bu sohadagi ilmiy yutuqlar inson-mashina o'zaro aloqalarini yanada samarali va insonparvar tizimlarga aylantirishga xizmat qiladi. Shu bois, chuqur o'rganish texnologiyalarini yanada takomillashtirish va ularni amaliyotga keng joriy etish, emotsiyalarni sinflash sohasida yangi ufqlarni ochadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Geng, Y., Shi, S., & Hao, X. (2024). Deep learning-based EEG emotion recognition: a comprehensive review. *Neural Computing and Applications*.
2. Huang, X., Xu, J., Zheng, W., Mao, Q., & Dhall, A. (2024). A Survey of Deep Learning for Group-level Emotion Recognition. *arXiv preprint arXiv:2408.15276*.
3. Ma, W., Zheng, Y., Li, T., Li, Z., Li, Y., & Wang, L. (2024). A comprehensive review of deep learning in EEG-based emotion recognition: classifications, trends, and practical implications. *PeerJ Computer Science*, 10, e2065.
4. Rouast, P. V., Adam, M. T. P., & Chiong, R. (2019). Deep Learning for Human Affect Recognition: Insights and New Developments. *arXiv preprint arXiv:1901.02884*.
5. Younis, E. M. G., Mohsen, S., Houssein, E. H., & Ibrahim, O. A. S. (2024). Machine learning for human emotion recognition: a comprehensive review. *Neural Computing and Applications*, 36, 8901–8947.
6. To'raqulov, O. M., & Abdurahmonov, D. D. (2022). Sun'iy neyron tarmoqlari yordamida emotsiyalarni aniqlash tizimlari. *O'zbekiston Axborot Texnologiyalari Jurnali*, 18(2), 45-54.
7. Sodiqov, J. K. (2023). Chuqur o'rganish metodlarining tabiiy tilni qayta ishlash sohasidagi ahamiyati. *Toshkent Davlat Texnika Universiteti Ilmiy Axboroti*, 12(3), 98-105.
8. Mirzaev, A. S. (2021). Emotsiyalarni tasniflashda konvolyutsion neyron tarmoqlari qo'llanilishi. *O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Axboroti*, 27(1), 33-41.
9. Karimov, B. T., & Islomov, F. N. (2020). Sun'iy intellekt va chuqur o'rganish asoslari. *Toshkent Shahridagi Ilmiy Tadqiqotlar Jurnali*, 8(4), 120-129.
10. Nurmatov, Sh. J. (2022). Emotsiya aniqlash tizimlarida ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash metodlari. *O'zbekiston Axborot Texnologiyalari Jurnali*, 19(1), 67-75.