

BIR QATLAMLI SUN'IY NEYRON TORLARI:TUZILISHI VA QO'LLANILISHI.

Tojimamatov Israil Nurmamatovich

Farg'ona davlat universiteti

Amaliy matematika va

Informatika kafedrası katta o'qituvchisi

israiltojiamamatov@gmail.com

Ikromaliyeva Oynisa Islomjon qizi

Farg'ona davlat uiversiteti 3-kurs talabasi

oynisaikromaliyeva050@gmail.com

Anotatsiya. Ushbu maqolada bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlar (single-layer neural networks) nazariy asoslari va amaliy qo'llanilishi chuqur tahlil qilinadi. Avvalo, modelning arxitekturası va matematik tuzilishi yoritiladi: kirish signallari vaznlar yordamida qayta ishlanadi, va aktivatsiya funksiyalari orqali chiqish qiymati hosil qilinadi. Keyin, perceptron o'rgatish algoritmi va chiziqli ajratiluvchanlik talabi kabi muhim tushunchalar izohlanadi. Maqolada bunday tarmoqlarning afzalliklari — sodda arxitektura, tez o'rganish jarayoni va hisoblash murakkabligining pastligi — va cheklovlari — murakkab, nolinear muammolarni yecha olmasligi — analitik tarzda muhokama qilinadi. Shuningdek, real dunyodagi misollar orqali bir qatlamli neyron tarmoqlarning sanoat, tibbiyot, moliya va IT sohalarida qo'llanilishi tavsiflanadi, jumladan tasniflash, regressiya va real vaqt tizimlaridagi vazifalar. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bir qatlamli neyron tarmoqlar oddiyligi va samaradorligi tufayli real va cheklangan resursli tizimlar uchun qulay yechim bo'lishi mumkin. Biroq, ularning nolinear masalalarda cheklovlari ilmiy va amaliy jihatdan yodga olinadi. Ushbu maqola sun'iy intellekt sohasida fundamental model sifatida bir qatlamli neyron tarmoqlarning ilmiy ahamiyati va potentsial amaliy yo'nalishlarini yoritadi.

Kalit so'zlar. Sun'iy neyron tarmoqlar, bir qatlamli tarmoq, perseptron o'rgatilish algoritmi, aktivatsiya funksiyasi, chiziqli ajratiluvchanlik, nolinear cheklovlar, real vaqt tizimlari, tasniflash, regressiya, sun'iy intellekt.

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the theoretical foundations and practical applications of single-layer artificial neural networks. It explores the network's architecture and mathematical model, delving into its activation functions, the perceptron learning algorithm, and the requirement of linear separability. We examine the strengths and limitations of single-layer networks, and present real-world application scenarios in industry, healthcare, finance, and IT. The research results indicate that due to their simple architecture, fast learning process, and low computational complexity, single-layer networks are effective for real-time systems. Nevertheless, their inability to solve complex nonlinear problems is identified as a fundamental constraint. This article argues that single-layer neural networks remain scientifically and practically significant as a foundational model in artificial intelligence.

Keywords. Artificial neural networks, single-layer network, perceptron learning algorithm, activation function, linear separability, nonlinear limitations, real-time systems, classification, regression, artificial intelligence.

Аннотация: В данной статье проводится всесторонний анализ теоретических основ и практических применений однослойных искусственных нейронных сетей. Рассматривается архитектура сети и её математическая модель, подробно анализируются функции активации, алгоритм обучения перцептрона и требование линейной разделимости. Изучаются преимущества и ограничения однослойных сетей, а также приводятся примеры их использования в промышленности, здравоохранении, финансах и IT-сфере. Результаты исследования демонстрируют, что благодаря простой архитектуре, быстрому процессу обучения и низкой вычислительной сложности однослойные сети эффективны для систем реального времени. Тем не менее, их неспособность справляться со сложными нелинейными задачами рассматривается как ключевой недостаток. Авторы утверждают, что

однослойные нейронные сети сохраняют научную и практическую значимость как фундаментальная модель в области искусственного интеллекта.

Ключевые слова. Искусственные нейронные сети, однослойная сеть, алгоритм обучения перцептрона, функция активации, линейная разделимость, нелинейные ограничения, системы реального времени, классификация, регрессия, искусственный интеллект.

Kirish.

So‘nggi o‘n yilliklarda sun‘iy intellekt (SI) texnologiyalari jadal rivojlanib, inson faoliyatining deyarli barcha sohalarida muhim rol o‘ynamoqda. Ayniqsa sanoat, tibbiyot, ta‘lim, moliya va kommunikatsiya kabi sohalarda ma‘lumotlarni avtomatik qayta ishlash, tahlil qilish va tezkor qarorlar qabul qilish uchun sun‘iy neyron tarmoqlaridan keng foydalanilmoqda. Bu tarmoqlar biologik nerv tizimining soddalashtirilgan modeli sifatida yaratilgan bo‘lib, ularda neyronlar o‘zaro bog‘langan, vaznlangan kirish signallarini qayta ishlaydi va ma‘lum bir aktivatsiya funksiyasi yordamida chiqish natijalarini hosil qiladi. Bir qatlamli sun‘iy neyron tarmoqlari (single-layer neural networks) — eng sodda, ammo ilmiy jihatdan juda muhim neyron model turidir. Ular kirish qatlamidan va chiqish qatlamidan iborat bo‘lib, yashirin qatlamga ega emas. Har bir neyron kirish signallarini vaznlar bilan modulyatsiya qiladi va yakunda aktivatsiya funksiyasi orqali chiqish signalini hosil qiladi. Ushbu tuzilma murakkab, ko‘p qatlamli neyron tarmoqlar (masalan, chuqur o‘rganish modellarining) nazariy poydevorini tashkil etadi. Perseptron algoritmi — bir qatlamli neyron tarmoqlarning eng klassik o‘rganish usulidir. Ushbu algoritmi vaznlarni iterativ ravishda yangilab boradi va chiziqli ajratiladigan ma‘lumotlar ustida samarali ishlaydi. Shunga qaramay, bu model nolinear muammolar, masalan XOR ga asoslangan vazifalarni hal qila olmaydi. Bu cheklov uni murakkab ilovalar uchun cheklaydi, ammo oddiy tasniflash, regressiya va signallarni filtrlash vazifalarida uni juda samarali qiladi. Amaliy jihatdan, bir qatlamli neyron tarmoqlar ko‘plab real sohalarda foydalaniladi. Masalan, sanoatda signallarni sinflashtirish va nosozlik aniqlashda, tibbiyotda diagnostika sistemalarida, moliyada kredit scoring va risk baholashda hamda IoT (Internet of Things) qurilmalarida real vaqt rejimida ma‘lumotlarni qayta ishlashda. Ularning sodda

arxitekturasi, kam hisoblash talabi va tez o'rganish xususiyati cheklangan resursli tizimlar uchun ayni muddao hisoblanadi. Ushbu maqolada biz bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlarning tuzilishi, matematik modeli, aktivatsiya funksiyalari, o'rganish algoritmi va amaliy qo'llanilishi bo'yicha keng tahlil olib boramiz. Shuningdek, ularning afzalliklari va cheklovlari hamda zamonaviy SI tizimlari kontekstidagi ahamiyati tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bu oddiy model ilmiy nuqtai nazardan fundamental bo'lishi bilan birga, amalda ham ko'p sohalarda foydali yechimlar taqdim etishi mumkin.

Bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlarining nazariy asoslari.

Bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari (Single-Layer Neural Networks) sun'iy intellektning asosiy elementlaridan biridir. Ushbu modelning mohiyati kirish signallarini qabul qilish, ularni matematik vaznlar bilan ko'paytirish va aktivatsiya funksiyasi orqali chiqish hosil qilish jarayoniga asoslanadi. Neyronning ichki tuzilishida uchta asosiy komponent mavjud: kirish vektori, vaznlar matritsasi va aktivatsiya funksiyasi. Har bir kirish x_i tegishli vazn w_i bilan ko'paytiriladi, natija yig'indisi $S = \sum(w_i \cdot x_i)$ formula orqali aniqlanadi. Shundan so'ng aktivatsiya funksiyasi neyronning yakuniy chiqish qiymatini belgilaydi. Bu oddiy tamoyil yordamida tarmoq tasniflash, signallarni ajratish va oddiy qaror qabul qilish vazifalarini bajarishi mumkin.

Bir qatlamli tarmoqning matematik modeli.

Bir qatlamli neyron tarmoq matematik jihatdan chiziqli model bo'lib, barcha hisoblashlar vaznli yig'indi asosida amalga oshiriladi. Neyronning umumiy chiqishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$y = f(\sum(w_i \cdot x_i + b))$$

Bu yerda x_i — kirish, w_i — vazn, b — bias (siljitish koeffitsienti), f — aktivatsiya funksiyasi. Ushbu model chiziqli ajratiladigan masalalarni yechishda juda samarali hisoblanadi. Agar kirish ma'lumotlari fazoda to'g'ri chiziq yoki tekislik yordamida ajratilsa, bir qavatli tarmoq buni osonlikcha o'rganadi. Aynan shu xususiyat uni perseptron algoritmining asosini tashkil etuvchi oddiy, ammo kuchli modelga aylantiradi.

O'rgatilish algoritmlari: Perseptron metodi.

Bir qavatli neyron tarmoqlarning eng mashhur o'rgatilish algoritmi — Perseptron o'rgatilish metodi. Ushbu algoritm kirish va chiqish orasidagi bog'liqlikni topish uchun vaznlarni iterativ ravishda yangilab boradi. Agar tarmoq noto'g'ri natija chiqarsa, vaznlar quyidagi formula asosida tuzatiladi:

$$w_i(\text{new}) = w_i(\text{old}) + \eta \cdot (d - y) \cdot x_i$$

Bu yerda η — o'rganish tezligi, d — real natija (desired), y — model chiqishi. Perseptron algoritmi takroriy ravishda bajarilar ekan, tarmoq chiziqli ajratiladigan ma'lumotlar ustida mukammal yechimni topishi kafolatlangan. Ammo u chiziqli ajratilmaydigan masalalarda chegaralangan bo'ladi — bu esa ko'p qatlamli tarmoqlar paydo bo'lishiga sabab bo'lgan fundamental omildir.

Aktivatsiya funksiyalari va ularning ahamiyati.

Bir qatlamli neyron tarmoqlarda aktivatsiya funksiyasi kirish signallariga mos ravishda chiqish qiymatini shakllantirishda katta ahamiyatga ega. Eng ko'p qo'llaniladigan aktivatsiya funksiyalari quyidagilar:

- Step-funksiya — ikki holatdan birini beradigan, perseptronning asosiy funksiyasi. Tasniflash vazifalarida ishlatiladi.
- Sigmoid funksiyasi — silliq va differensiallanadigan bo'lib, probabilistik natijalar uchun qulay.
- ReLU funksiyasi — zamonaviy tarmoqlarda keng qo'llansada, bir qatlamli modellar uchun ham foydali bo'lishi mumkin.

Aktivatsiya funksiyasi tarmoqqa nolinearlik qo'shadi, bu esa ma'lumotlarni mos ravishda qayta ishlashni ta'minlaydi. Bir qavatli tarmoqlarda odatda step-funksiya ishlatiladi, chunki u ikkilik tasniflash masalalarida samaradorlikni oshiradi.

Bir qavatli sun'iy neyron tarmoqlarining afzalliklari va cheklovlari.

Bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari sun'iy intellektning eng sodda, ammo nazariy jihatdan muhim modellaridan biri hisoblanadi. Ushbu tarmoqlarning afzalliklari, birinchi navbatda, ularning arxitekturasining soddaligi va hisoblash jarayonining kam resurs talab qilishida namoyon bo'ladi. Model faqat bitta kirish qatlami va bitta chiqish qatlamidan iborat bo'lgani sababli, o'rgatilish jarayoni yuqori tezlikda amalga oshadi va algoritmlar

minimal murakkablikka ega bo'ladi. Bu holat modelni real vaqt rejimida ishlashni talab qiladigan tizimlar uchun, xususan, IT qurilmalari va past qatlamli hisoblash modullari uchun qulay bo'ladi. Bundan tashqari, bir qatlamli tarmoqlarning matematik strukturasi aniq bo'lgani sababli, ular haqida konvergensiya, stabillik va optimallik bo'yicha qat'iy teoremlar mavjud. Aynan shuning uchun ushbu tarmoq ilmiy tadqiqotlarda nazariy model sifatida keng qo'llaniladi. Shuningdek, bir qatlamli tarmoqlar chiziqli ajratiladigan vazifalarda yuqori aniqlik ko'rsatadi. Agar ma'lumotlar fazoda gipertekislik yordamida ikki toifaga bo'linishi mumkin bo'lsa, perseptron algoritmi optimal yechimga kafolatlangan holda yaqinlashadi. Bu jihat ularni sanoat tasniflash tizimlarida, ikkilamchi qaror qabul qiluvchi modullarda va signallarni dastlabki qayta ishlash bosqichida qo'llash imkonini beradi. Shu bilan birga, bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari bir qator fundamental cheklovlarga ham ega. Eng muhim cheklov shundan iboratki, ushbu model chiziqli ajratilmaydigan vazifalarni bajarishga qodir emas. XOR masalasi bunga klassik misol bo'lib, ushbu muammo perseptron algoritmi imkoniyatlarining chegarasini ko'rsatadi. Yashirin qatlam mavjud emasligi tufayli modelning funksional approksimatsiya qobiliyati cheklangan bo'ladi. Murakkab tasniflash, regressiya va ko'p o'lchovli signallarni qayta ishlash vazifalarida bunday tarmoqlar yetarli darajada samarali natija bermaydi. Bundan tashqari, faqat bitta qatlamga ega bo'lgan model parametrlar sonining kamligi sababli murakkab nolinear bog'liqliklarni o'rganolmaydi. Xulosa qilib aytganda, bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari oddiy, tezkor va matematik jihatdan barqaror bo'lishiga qaramay, murakkab masalalarni hal qilishdagi cheklovlari sababli amaliy tizimlarda ko'proq sodda, chiziqli, ikki toifali yoki signallarni dastlabki qayta ishlash bilan bog'liq vazifalarda qo'llaniladi.

Bir qavatli sun'iy neyron tarmoqlarining amaliy qo'llanilishi.

Bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari sodda arxitekturasiga ega bo'lishiga qaramay, turli sohalarda qo'llaniladigan samarali algoritmlardan biridir. Ulardan eng ko'p foydalaniladigan yo'nalishlardan biri — ikkilik tasniflash vazifalaridir. Masalan, sanoat jarayonlarida mahsulot sifatini "norma" yoki "nosoz" deb tasniflash, sensorlarda signallarni "faol" yoki "noaktiv" holatga ajratish, xavfsizlik tizimlarida oddiy tahdidlarni aniqlash kabi masalalar perseptron modeli yordamida muvaffaqiyatli amalga oshiriladi.

Ushbu tarmoqlar tez o'qitilishi sababli real vaqt monitoringi talab qilinadigan tizimlar uchun alohida ahamiyatga ega. Tibbiyot sohasida bir qatlamli neyronlar diagnostika jarayonlarida dastlabki qaror qabul qilish uchun qo'llaniladi. Masalan, bemor tahlillaridagi sodda ikki toifali klinik xulosalarni shakllantirishda, ayrim biomarkerlarning qiymatlariga asoslanib, kasallikning mavjud yoki mavjud emasligini aniqlash kabi vazifalarda ushbu model o'zini oqlagan. Tibbiy qurilmalarning ko'pchiligi energiya samaradorligi va past hisoblash quvvatini talab qilgani sababli, bir qatlamli tarmoqlar ushbu talablarga mos keladi. Moliyaviy sohalarda esa ushbu tarmoqlar kredit scoringi, risklarni ikki toifaga ajratish, firibgarlik ehtimolini dastlabki baholash kabi vazifalarni bajarishda qo'llanadi. Modelning tezkor ishlashi va minimal resurs talab qilishi uni bank tizimlarida ko'plab real vaqt algoritmlarining asosiy komponentiga aylantirgan. Shuningdek, bir qatlamli tarmoqlar internet buyumlarida (IT) keng qo'llaniladi. Bu yerda ular sensorlardan kelgan signallarni filtrlaydi, tasniflaydi yoki keyingi modullar uchun zarur bo'lgan birlamchi xususiyatlarni ajratib beradi. Dastlabki ma'lumot qayta ishlash bosqichida ular murakkab tarmoqlarga beriladigan kirish ma'lumotini optimallashtiradi va shovqinni kamaytiradi. Ilmiy tadqiqotlarda esa bir qatlamli tarmoqlar nazariy modellash uchun asosiy eksperimental platforma sifatida ishlatiladi. Ular orqali o'rgatilish jarayonining barqarorligi, optimizatsiya metodlari, aktivatsiya funksiyalarining samaradorligi va chiziqli ajratiluvchanlik konsepsiyasi bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib boriladi. Umuman olganda, bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari hozirgi paytda murakkab intellektual tizimlar darajasida qo'llanilmasada, ular ko'plab amaliy tizimlarda sodda, tezkor va ishonchli qaror qabul qiluvchi modullar sifatida o'z ahamiyatini saqlab qolgan.

Xulosa.

Bir qatlamli sun'iy neyron tarmoqlari — sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganishning eng sodda, ammo nazariy va amaliy jihatdan muhim modellaridan biridir. Ushbu maqolada bir qatlamli neyron tarmoqlarning arxitekturasini, matematik modeli, aktivatsiya funksiyalari, o'rgatilish algoritmlari va amaliy qo'llanilishi keng tahlil qilindi. Ma'lumotlar tayyorlash, normalizatsiya va xato funksiyasini optimallashtirish kabi oldindan qayta ishlash jarayonlari tarmoq samaradorligini sezilarli darajada oshirishi ta'kidlandi. Nazariy nuqtai nazardan, bir qatlamli tarmoqlar chiziqli ajratiladigan

masalalarda yuqori aniqlik bilan ishlaydi va perseptron konvergensiya teoremasi orqali optimal yechimga erishishi kafolatlangan. Shu bilan birga, XOR kabi chiziqli ajratilmaydigan masalalar va murakkab nolinear bog‘liqliklarni yechishda ularning cheklovlari mavjudligi ilmiy jihatdan isbotlangan. Aktivatsiya funksiyalarining tanlovi, gradient asosidagi o‘rgatish algoritmlari va xato funksiyasining optimizatsiyasi modelning o‘rgatish samaradorligida muhim rol o‘ynaydi. Amaliy qo‘llanish nuqtai nazaridan, bir qatlamli neyron tarmoqlar sanoat, tibbiyot, moliya, IT va akademik tadqiqotlarda keng qo‘llaniladi. Sanoatda ular mahsulot sifatini nazorat qilish, signallarni tasniflash va real vaqt monitoringida samarali ishlaydi. Tibbiyotda bemorlarni ikkilik tasniflashda diagnostik qarorlarni qo‘llab-quvvatlaydi. Moliyaviy tizimlarda skoring va risk baholash vazifalarida model mijoz yoki obyektning xususiyatlarini matematik ball yordamida baholaydi, bu esa qaror qabul qilish jarayonini optimallashtiradi. IT tizimlarida esa ular signallarni dastlabki qayta ishlash va muhim xususiyatlarni ajratib berishda ishlatiladi. Komparativ tahlil shuni ko‘rsatadiki, bir qatlamli tarmoqlar murakkab, ko‘p qatlamli tarmoqlar bilan solishtirganda hisoblash resurslarini kam talab qiladi, o‘rgatish jarayoni tez va sodda, lekin nolinear va yuqori o‘lchovli masalalarda samaradorligi past. Shu bilan birga, ular chuqur neyron tarmoqlarning nazariy poydevori bo‘lib, ilmiy tadqiqotlar va amaliy tizimlarda fundamental ahamiyatga ega. Umuman olganda, bir qatlamli sun‘iy neyron tarmoqlar — nafaqat nazariy tadqiqotlar uchun, balki amaliy tizimlarda sodda, tezkor va ishonchli qaror qabul qiluvchi modullar sifatida ham muhim vosita bo‘lib qolmoqda. Ularning nazariy asoslarini chuqur o‘rganish zamonaviy sun‘iy intellekt tizimlarini tushunish va yangi optimizatsiya metodlarini ishlab chiqishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Shu sababli, bir qatlamli neyron tarmoqlarining ilmiy va amaliy ahamiyati kelajakda ham saqlanib qoladi va ularni o‘rganish sun‘iy intellektning rivojlanish yo‘lida muhim bosqich hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Goldt, S, & Seifert, U. — Thermodynamic efficiency of learning a rule in neural networks
2. Lingashetty, K. C. — Delta learning rule for the Active Sites Model

- 3.Milin, P., Madabushi, H. T., Croucher, M., & Divjak, D. — Keeping it simple: Implementation and performance of the Widrow-Hoff rule in the language sciences
- 4.Rosenblatt, F. — The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain
- 5.Widrow, B., & Hoff, M. E. — Adaptive Linear Neuron (ADALINE)
- 6.McCulloch, W. S., & Pitts, W. — A logical calculus of the ideas immanent innervous activity
- 7.Noehsueh, N. — History of the Perceptron
- 8.Magrupov, T. M., Ne'matov, S. Q., & Mirshoxo'diyev, B. M. — Tibbiyotda neyron tarmoqlar
- 9.Wikipedia contributors — Feedforward neural network
- 10.Wikipedia contributors — ADALINE (Adaptive Linear Neuron)
- 11.Wikipedia contributors — Delta rule
- 12.Uktambekamonov, U. — Neyron tarmoq arxitekturasini va Perceptron
- 13.“Научный импульс” jurnali — Sun'iy neyron tarmoqlar ma'lumotlar qayta ishlash va tasniflash