



NEYRON TO'RLARINING ALGORITMI VA TESKARI TARQATISH

Zaburov Doston

Termiz Davlat Universiteti

Axborot texnologiyalari fakulteti talabasi

Kalit so'zlar: *neyron to'r, sun'iy intellekt, persoptron, Bir qatlamli perseptron, Sun'iy neyron tarmoqlari.*

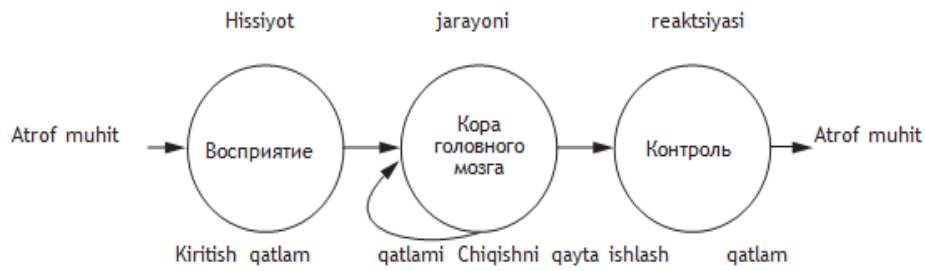
Annatatsiya: *Ushbu maqolada ko'p qatlamli neyron to'rlarining tuzilishi va teskari tarqalishini tushuntiramiz. Bu neyron tarmoqlardagi eng muhim o'rganish algoritmi bo'lib, tabiiy kelib chiqishini o'rganishning hisoblash usullarini ishlab chiqishga katta hissa qo'shgan. Neyron tarmoqlari va orqaga tarqalish algoritmini batafsil o'rganishdan so'ng hisobga olinadi.*

KIRISH

Neyron tarmoqlar va uni o'rganish algoritmlarining ko'plab variantlari mavjud, ammo bu bobda orqaga tarqalish algoritmidan foydalanadigan ko'p qatlamli tarmoqlarga e'tibor qaratilgan. Birinchidan, neyron tarmoqlarning tarkibiy qismlari tavsiflanadi, o'rganish algoritmi va uni qo'llashda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan bir qator muammolar muhokama qilinadi. Oddiy tarmoq misoli keltirilgan va orqaga tarqalish algoritmining ishlashi ketma-ket tahlil qilinadi. Nihoyat, neyron tarmoqlar kompyuter o'yinlarida "jonli" belgilar yaratish vositasi sifatida qaraladi.

Neyron tarmoqlar inson miyasining soddalashtirilgan modelidir. Miya individual bo'lgan neyronlardan iborat. Neyronlar do'st bilan do'st kabi bog'lanadi va ularni asosan ikki narsa bog'laydi: sinapslar signallarni qabul qiladi va aksonlar signallarni keyingi neyronga uzatadi. Odam miyasi taxminan 10¹¹ ta neyronlardan iborat. Har bir neyron 1000 ga yaqin boshqa neyronlar bilan bog'langan (bu miya yarim korteksiga taalluqli emas, bu erda neyron aloqalarining zichligi ancha yuqori). Miyaning tuzilishi juda siklikdir, lekin uni ko'p qatlamli deb ham hisoblash mumkin. (1-rasm). Juda soddalashtirilgan shaklda miyaning ishini shunday ifodalaniishi mumkin: tarmoqning tashqi qatlami tashqi muhitdan, muhitdagi sensorlardan impulslarni uzatadi, "chiqish" qatlamini qayta ishlaydi va neyron qatlami (yoki miya yarim korteksi) impulslari natijani (harakatni) tashqi muhitga qaytaradi.

Sun'iy neyron tarmoqlari miya ishini taqlid qiladi. Neyronlar orasida ma'lumot uzatiladi, tarmoq harakati tuzilishi Vaneyron vazn yakunlari aniqlash.



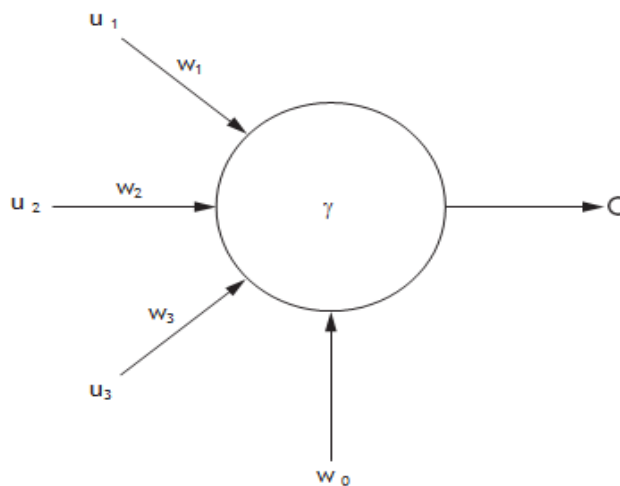
1-rasm. ko'p qatlamli miya arxitekturasi

Yagona qatlamli perseptronlar

Bir qatlamli perseptron (SLP) kontseptual model hisoblanadi, u bitta persoptrondan iborat bo'ladi. Kirishdan yadroga har bir ulanish og'irlik omilini ko'rsatadigan omilni o'z ichiga oladi va u_i hujayraning boshqa hujayraga ta'sirini aniqlaydigan og'irlik w_i bilan belgilanadi. Ijobiy og'irliklar o'sishni ko'rsatadi, salbiy og'irliklar esa kamayishni ko'rsatadi. Hujayraga kirishlar birgalikda ular tarmoqning harakatini aniqlaydi. Bir qavatli perseptronning sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Ijobiy og'irliklar yaxshilanishni, salbiy og'irliklar esa inhibisyonni ko'rsatadi. Hujayraga kirishlar bilan birgalikda ular tarmoqning harakatini aniqlaydi. Sxema Shakldagi hujayra. 5.2 uchta kirishni o'z ichiga oladi (u_1, u_2 va u_3). Bundan tashqari, keyinroq muhokama qilinadigan ofset kiritish (w_0) mavjud. Har bir kirish ulanishining og'irligi bor (w_1, w_2 va w_3). Bitta chiqish O bor. Neyron holati γ deb belgilanadi 1.2 .va 1.1 tenglama bilan berilgan.

$$\gamma = \omega_0 + \sum_{i=1}^3 u_i w_i \quad (1.1)$$



2-rasm. Bir qatlamli perseptron

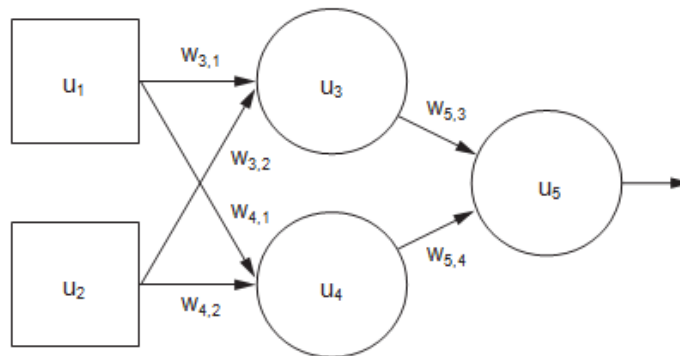
1.1 tenglamada ko'rsatilgan ifoda og'irlikni hisobga olgan holda barcha kirishlardagi signallarni jamlaydigan va keyin ofsetni qo'shadigan funktsiyadir. Keyin natija 2.2 tenglamada ko'rsatilganidek aniqlanishi mumkin bo'lgan faollashtirish funktsiyasiga o'tkaziladi (bu holda funktsiya chegara hisoblanadi).

$$\begin{aligned} g &= -1, \text{ agar } (g \leq 0) \\ g &= 1, \text{ agar } (g > 0) \end{aligned} \quad (1.2)$$

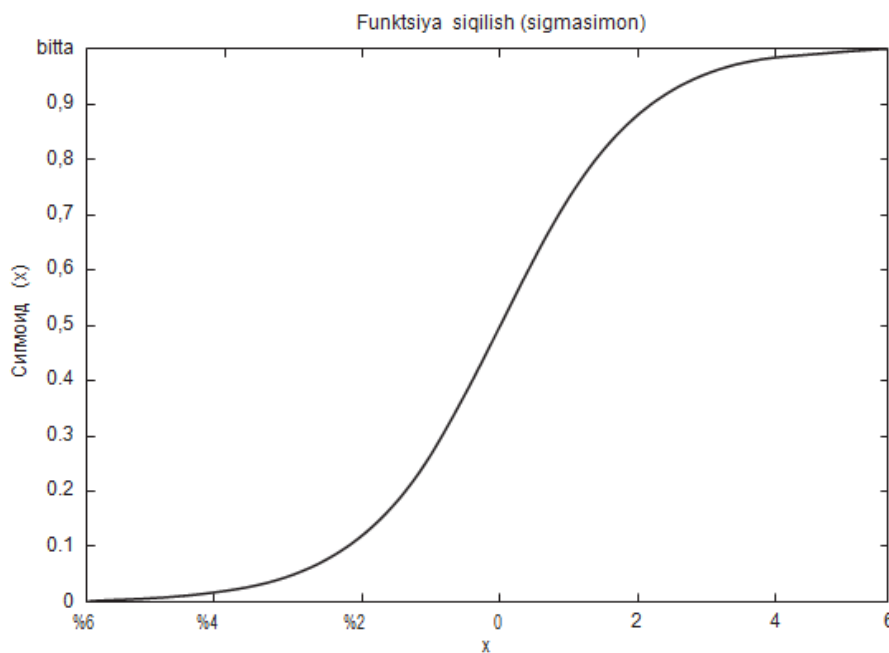


Ko'p qatlamli tarmoqlar

Ko'p qatlamli tarmoqlar kirish ma'lumotlari va chiqish natijalari o'rtasida yanada murakkab, chiziqli bo'lmagan munosabatlarni yaratishga imkon beradi. 3-rasmda ko'p qatlamli tarmoq kirish, oraliq (yoki yashirin) va chiqish qatlamlaridan iborat. Kirish qatlami tarmoqqa kirishlarni ifodalaydi va so'zning an'anaviy ma'nosida hujayralardan (neyronlardan) iborat emas. Bu misolda har bir katakka u_n identifikatori berilgan. Ikki kirish katakchalari (u_1, u_2), ikkita yashirin katakchalar (u_3, u_4) va chiqish kataklari (u_5) deb ataladi. Tarmoqdagi ulanishlar yozuvi $w_{1,3}$ ko'rinishda standartlashtirilgan va u_3 bilan u_1 o'rtasidagi vaznli ulanishni ifodalaydi.



3-rasm. Ko'p qatlamli perseptronlar



4-rasm. Sigma funksiyani faollashtirish uchun ishlatilgan

Algoritm teskari tarqatish

Algoritmning bajarilishi ko'p qatlamli tarmoq uchun tasodifiy hosil qilingan og'irliklarni yaratish bilan boshlanadi. Keyin quyida tavsiflangan jarayon o'rtacha kiritish xatosi yetarli darajada kichik bo'lgunga qadar takrorlanadi:



1. E kirish signalining qiymati C chiqishining mos keladigan to'g'ri qiymati bilan olinadi.

2. Tarmoq bo'ylab E ning oldinga tarqalishi hisoblab chiqiladi (har bir hujayra uchun S_i va aktivatorlar u_i og'irlik summaları aniqlanadi).

3. Chiqishlardan boshlab, teskari harakat chiqish va oraliq qatlamlarning kataklari orqali amalga oshiriladi, shu bilan birga dastur xato qiymatlarini hisoblaydi (1.1 va 1.2 tenglamalar):

$$\delta_0 = (C_i - u_5)u_5(1 - u_5) \quad (1.3)$$

chiqish katakchasi (1.3) uchun

$$\delta_i = (S_{mim>1} w_{m,j} d_0)u_i(1 - u_i) \quad (1.4)$$

barcha yashirin hujayralar uchun (1.4)

(E'tibor bering, m yashirin bilan bog'langan barcha hujayralarni anglatadigan tugun, w - berilgan og'irlik vektori va u - faollashtirish).

4. Nihoyat, tarmoq vaznlari quyidagicha yangilanadi (1.5 va 1.6 tenglamalar):

$$w_{ij}^* = w_{ij} + \rho \delta_0 u_i \quad (1.5)$$

yashirin qatlam va chiqish o'rtasidagi ulanish og'irliklari uchun (1.5)

$$w_{ij}^* = w_{ij} + \rho \delta_i u_i \quad (1.6)$$

Yashirin qatlam va kirish o'rtasidagi ulanish og'irliklari uchun (1.6)

Bu erda r o'rganish tezligini (yoki qadam hajmini) ifodalaydi. Ushbu kichik qiymat har bir qadamda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni cheklaydi.

To'g'ri tarqalishi

Birinchi dan, kirish signalining tarmoq orqali harakati hisoblab chiqiladi. Yashirin qatlam uchun qiymatlarni ko'rib chiqing :

$$u_3 = f(w_{3,1}u_1 + w_{2,2}u_2 + w_b \text{ ofset})$$

$$u_3 = f(1 \cdot 0 + 0,5 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = f(1,5)$$

$$u_3 = 0,81757;$$

$$u_4 = f(w_{4,1}u_1 + w_{4,2}u_2 + w_b \text{ ofset})$$

$$u_4 = f(-1 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = f(3)$$

$$u_4 = 0,952574.$$

Eslab qoling nima $f(x)$ hisoblanadi faollashtirish funktsiya, keyin mavjud funktsiyasi sig moida:

$$f(x) = 1/(1 + e^{-x}) \quad (1.7)$$

Hozir signal yetdi oldin yashirin qatlam. Cheklangan qadam hisoblanadi v hajmi, nima edi harakat signal dan yashirin qatlam v Dam olish kuni qatlam va hisoblash tarmoq chiqish qiymatlari:

$$u_5 = f(w_{5,1}u_3 + w_{5,2}u_4 + w_b \text{ ofset})$$

$$u_5 = f(1,5 \cdot 0,81757 + -1,0 \cdot 0,952574 + 1 \cdot 1) = f(1,2195)$$

$$u_5 = 0,78139.$$



To'g'ri reaksiya asabiy tarmoqlar ustida sinov kiritish signal 1,0; tarmoq tomonidan hisoblangan qiymat 0,78139 ni tashkil qiladi. Bu juda yomon emas, lekin siz tarmoqqa orqaga tarqalish algoritmini qo'llash orqali xatoni kamaytirishingiz mumkin .

Tarmoqdagi og'irlik koeffitsientlarini tuzatish uchun odatda o'rtacha kvadrat xatosi ishlatiladi. Bitta tugun uchun xatolik 1.8 tenglamada aniqlanadi:

$$\text{xato} = 0,5 \cdot (0 \text{ talab qilinadi} - 0 \text{ haqiqiy})^2 \quad (1,8)$$

Shunday qilib xato bu:

$$\text{xato} = 0,5 \cdot (1,0 - 0,78139)^2 = 0,023895.$$

Algoritm teskari tarqatish uchun xatolar

chiqish va yashirin tugunlardagi xatoni aniqlashdan boshlab, orqaga tarqalishni qo'llaymiz . 1.1 tenglamadan foydalanib, chiqish tugunidagi xatoni hisoblaymiz:

$$d_0 = (1,0 - 0,78139) \cdot 0,78139 \cdot (1,0 - 0,78139)$$

$$d_0 = 0,0373.$$

Hozir kerak hisoblash Xato uchun ikki yashirin tugunlar. Uchun bu ishlatilgan hosila funktsiyasi sigmasimon (tenglama 1.5), qaysi ko'rsatilgan v 5.9 tenglama:

$$\text{val} = x \cdot (1,0 - x) \quad (1,9)$$

Foydalanish tenglama 5.2, hisoblash xatolar uchun yashirin tugunlar:

$$d_{u4} = (d_0 \cdot w_{5.4}) \cdot u_4 \cdot (1,0 - u_4)$$

$$d_{u4} = (0,0373 \cdot -1,0) \cdot 0,952574 \cdot (1,0 - 0,952574)$$

$$d_{u4} = -0,0016851;$$

$$d_{u3} = (d_0 \cdot w_{5.3}) \cdot u_3 \cdot (1,0 - u_3)$$

$$d_{u3} = (0,0373 \cdot 1,5) \cdot 0,81757 \cdot (1,0 - 0,81757)$$

$$d_{u3} = 0,0083449.$$

Ulanish vaznining o'zgarishi

Endi chiqish va yashirin qatlamlar uchun xato qiymatlari hisoblab chiqilgandan so'ng, biz og'irliklarni o'zgartirish uchun 5.3 va 5.4 tenglamalaridan foydalanishimiz mumkin. Biz 0,5 ga teng o'rganish koeffitsientini (r) ishlatamiz. Birinchidan, chiqish va yashirin qatlamlar orasidagi ulanishlar uchun og'irliklarni yangilang:

$$w_{i,j}^* = w_{i,j} + r \cdot d_0 \cdot u_i$$

$$w_{5.4} = w_{5.4} + (r \cdot 0,0373 \cdot u_4)$$

$$w_{5.4} = -\text{bir} + (0,5 \cdot 0,0373 \cdot 0,952574)$$

$$w_{5.4} = -0,9882;$$

$$w_{5.3} = w_{5.3} + (r \cdot 0,0373 \cdot u_3)$$

$$w_{5.3} = 1,5 + (0,5 \cdot 0,0373 \cdot 0,81757)$$

$$w_{5.3} = 1,51525.$$

Endi biz chiqish katakchasi uchun ofsetni yangilashimiz kerak:

$$w_{5,b} = w_{5,b} + (r \cdot 0,0373 \cdot \text{ofset } 5)$$



$$w_{5,b} = 1 + (0,5 \cdot 0,0373^1)$$

$$w_{5,b} = 1.01865.$$

$W_{5,4}$ uchun og'irlik kamayadi, $W_{5,3}$ uchun esa ko'tariladi. Qo'zg'aluvchanlikni oshirish uchun ofset yangilandi. Endi siz yashirin qatlam uchun og'irlikdagi o'zgarishlarni ko'rsatishingiz kerak (yashirin hujayralarga kirish uchun):

$$w_{i,j}^* = w_{i,j} + rd \cdot u_i$$

$$w_{4,2} = w_{4,2} + (r \cdot -0,0016851 \cdot u_2) \quad w_{4,2} = 2 + (0,5 \cdot -0,0016851^1)$$

$$w_{4,2} = 1,99916;$$

$$w_{4,1} = w_{4,1} + (r \cdot -0,0016851 \cdot u_1) \quad w_{4,1} = -1 + (0,5 \cdot -0,0016851^1)$$

$$w_{4,1} = -1,0;$$

$$w_{3,2} = w_{3,2} + (r \cdot 0,0083449 \cdot u_2) \quad w_{3,2} = 0,5 + (0,5 \cdot 0,0083449^1)$$

$$w_{3,2} = 0,50417;$$

$$w_{3,1} = w_{3,1} + (r \cdot 0,0083449 \cdot u_1) \quad w_{3,1} = 1,0 + (0,5 \cdot 0,0083449^1)$$

$$w_{3,1} = 1,0.$$

kabi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. CALResCo. Концепция исследования искусственной жизни для самоорганизующихся систем (The Complexity & Artificial Life Research Concept for Self-Organizing Systems). Доступно по адресу <http://www.calresco.org>.
2. Digital Life Lab at Caltech. Программное обеспечение для Aveda (Aveda Software). Доступно по адресу <http://dllib.caltech.edu/aveda>.
3. Лангтон К. Что такое искусственная жизнь (Langton C. What Is Artificial Life). Доступно по адресу <http://www.biota.org/papers/cgalife.html>.
4. МакЛеннан Б. Домашняя страница Брюса МакЛеннана (MacLennan B. Bruce MacLennan's Home Page), <http://www.cs.utk.edu/~mclennan/>.
5. МакЛеннан Б. Искусственная жизнь и синтетическая теория поведения (MacLennan B. Artificial Life and Synthetic Ethology). Доступно по адресу <http://www.cs.utk.edu/~mclennan/alife.html>.
6. Международное общество изучения искусственной жизни. Вебсайт International Society for Artificial Life, <http://www.alife.org>.