

ENERGIYANI TEJOVCHI NEYRON TARMOQLAR: MOBIL VA IOT QURILMALARDA QO'LLANILISHI

Qo'qon Universiteti
Andijon filiali, IT va ijtimoiy-gumanitar fakulteti,
Kompyuter injiniringi yo'nalishi talabasi
Tursunov Muhammadro'zi Sanjar o'g'li

Annotatsiya: Axborot texnologiyalari jadal rivojlanish davriga kirib kelgan hozirgi zamonda, kichik o'lchamli, mobil va tarmoqda bog'langan qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Bu qurilmalar nafaqat foydalanuvchiga qulaylik va unumdorlik, balki kundalik turmush tarzining barcha sohalariga zamonaviy yondashuvni olib kirishi bilan ajralib turadi. Kichik o'lchamli va batareya quvvati bilan chegaralangan qurilmalarda hisoblash quvvatini oshirish, resurslarni tejash va foydalanuvchiga maksimal xizmat ko'rsatish yo'llari izlanmoqda. Shu sababli, energiya sarfini optimallashtirishga imkon beruvchi, samarali va ixcham modelga ega bo'lgan neyron tarmoqlarning ahamiyati kundan-kunga ortib bormoqda. Bu esa mobil va IoT qurilmalar uchun o'ziga xos yechimlar ishlab chiqishni talab qilmoqda.

Kalit so'zlar: neyron tarmoqlar, energiyani tejash, mobil qurilmalar, IoT qurilmalari, samaradorlik, optimallashtirish, mashinaviy o'rganish, resurslarni tejash, sun'iy intellekt, zamonaviy texnologiyalar.

Dastlab neyron tarmoqlar asosida yaratilgan algoritmlar yuqori hisoblash quvvati, juda ko'p xotira va energiya talab qilardi. Katta serverlar hamda markaziy hisoblash stansiyalari ana shunday tarmoqlarni yuritib, so'ngra natijalarni kichik qurilmalarga uzatar edi. Ammo zamon o'zgarishi bilan, mobil va tarmoq qurilmalari imkoniyatlarini kengaytirish va ularni mustaqil hisoblash blokiga aylantirish vazifasi paydo bo'ldi. Bu holatda, har bir qurilmada iloji boricha kichik, ixcham, lekin yetarlicha aniq va samarali neyron tarmoqlar bo'lishi zarur. Bunday tarmoqlar ishlab chiqishda energiya tejash mexanizmlarini joriy etish orqali, qurilmalarning avtonom ishlash muddatini

sezilarli darajada oshirish mumkin. Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarni loyihalashda ko'plab yondashuvlar mavjud. Ularning har biri muayyan soha yoki texnologiyaga xos qator ustunliklarni beradi. Model tuzilmasini optimallashtirish, keraksiz qatlam va elementlarni olib tashlash, faqat kerakli funksiyalarni bosqichma-bosqich va minimal miqdorda hisoblash jarayoniga jalb qilish eng asosiy maqsad hisoblanadi. Natijada, neyron tarmoq kerakli vazifani bajarishda kamroq harakat qiladi va shu bilan birga, energiya iste'moli ham kamayadi [1].

Tarmoqlarning soddalashtirilgan arxitekturasini ishlab chiqilgandan so'ng, siqish va kvantlash usullari orqali parametrlar va og'irliklarni qisqartirish bo'yicha ishlovlar amalga oshiriladi. Modelning turli bloklari qayta ko'rib chiqiladi, ortiqcha va keraksiz komponentlar olib tashlanadi. Umuman olganda, har bir qatlam va elementning aniq hisob-kitobi energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan tahlil qilinadi va faqat eng samarali variantlar saqlanadi. Natijada, neyron tarmoqlardan real vaqtda talab qilinadigan funksiyalar uchun tez, yengil va arzon modellardan foydalanish imkoni paydo bo'ladi. Mobil imkoniyatlarga ega bo'lgan tarmoq qurilmalarida neyron tarmoqlarning asosiy ahamiyatli tomoni shundaki, ular yordamida ishlanma samaradorligini oshirish, foydalanuvchi uchun qulaylik yaratish, tizim ish muddatini uzaytirish va resurslardan tejamli foydalanish mumkin. Bunda har bir jarayon qattiq nazorat qilib boriladi, ilovaning har bir pog'onasida energiya sarfi maksimal darajada kamaytiriladi. Neyron tarmoq minimal signal va o'zgarishga javob qaytaradi, faol emas paytda esa passiv rejimda bo'ladi. Bunday mexanizm natijasida qurilmaning batareyaga bo'lgan talabi kamayadi [2].

IoT qurilmalari sohasida ham energiyani tejashga qaratilgan neyron tarmoqlardan foydalanish dolzarb muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Chunki sensorlar, monitoring bloklari va oddiy mikrokontroller asosida ishlaydigan ko'plab kichik qurilmalarda hisoblash resurslari cheklangan hamda batareyaning ishlash muddati muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun neyron tarmoqga asoslangan modellar faqat kerakli va asosiy signallarni analitik tahlil qilishga, to'g'ri qaror qabul qilishga imkon yaratadi. Bu esa bevosita energiya sarfini tejashga xizmat qiladi. Ushbu yo'nalishda

dasturiy va apparat vositalarining o‘zaro integratsiyasi muhim o‘rin tutadi. Masalan, maxsus algoritmlar yordamida model siqiladi, energiya samaradorligi bo‘yicha optimallashtiriladi, natijada model real vaqtda ishlay olish xususiyatini saqlab qolgan holda, energiyani kamroq sarf qiladi. Bunda apparat jihatdan esa faqat kerakli operatsiyalarni tez va samarali bajarishga imkon beruvchi xotira, protsessor va boshqa komponentlar ishlatiladi. Shuningdek, modelni faqat kerakli hollarda va qisqa muddat ishlashiga imkon beruvchi “faollashish” algoritmlari joriy etiladi. Natijada har bir qurilma zaruriy paytda ish olib boradi, barcha energetik salohiyatini asosiy jarayonga yo‘naltiradi, ortiqcha hisoblashdan esa saqlanadi [3].

Energiya samaradorligini oshirish maqsadida, qatlamlar soni kamaytiriladi, har bir blokning og‘irligi qat’iy nazorat qilinadi, modelning eng yengil va samarali variantlari tanlab olinadi. Barcha ortiqcha operatsiyalar va noaniq jarayonlar olib tashlanadi yoki passiv rejimda ishlashga moslashtiriladi. Bunday mexanizm natijasida, neyron tarmoqlar batareya quvvatini tejashga, qurilmaning uzoq muddat ishlash imkoniyatini beradi. Shuningdek, maxsus dasturiy algoritmlar yordamida neyron tarmoqlarni o‘qitish va joylashtirish bosqichlari ham energiyani tejashga, minimal darajada hisoblash resursidan foydalanishga yo‘naltiriladi. Modellarning o‘lchami kichraytiriladi, saqlash va tezkor xotiradan minimum foydalanish ta‘minlanadi, tez javob berish, ayni paytda foydalanuvchi talabiga imkon qadar batafsil javob berish muhim vazifa bo‘lib qoladi. IoT sohasida ishlatiladigan ko‘plab qurilmalar doimiy monitoring va nazorat talab qiladi. Ular uzoq muddat uzluksiz ishlashi, natijalarni tez va aniq uzatishi lozim. Bunday holatda, neyron tarmoqlarning energiya tejamkorligi asosiy ustunliklardan biri bo‘lib, ko‘plab tizimlarda uzoq muddatli avtonom ishlash uchun asos yaratadi. Sensorli tarmoq, monitoring stansiyalari va uy aqlli tizimlari uchun ham aynan energiyani tejovchi neyron tarmoqlardan keng foydalaniladi [4].

Mobil qurilmalarda ham taqdim etiladigan xizmatlar soni ko‘payib borayotgani sababli, dastlabki bosqichdan model yengil va tejamkor shaklda yaratiladi. Ilovani faollashgan paytda energiya sarfi oshmaydi, chunki, neyron tarmoq qat’iy optimallashtirilgan va faqat muayyan vazifalargina ishga tushadi. Qo‘shimcha xotira

va resurslardan esa imkon qadar kam foydalaniladi. Bunday optimallashtirish natijasida, foydalanuvchi ilovani uzoq muddat, yuqori unumdorlikda va doimiy xizmat sifatida ishlata oladi [5].

Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning zamonaviy axborot texnologiyalari sohasida ahamiyati tobora oshib bormoqda. Ushbu neyron tarmoqlar, asosan, hisoblash resurslari cheklangan yoki batareya quvvatida ishlovchi qurilmalarda samarali qo'llaniladi. Zamonaviy raqamli infratuzilmaning tez sur'atlarda rivojlanishi natijasida energiyani tejovchi, ya'ni yengil neyron tarmoqlarga ehtiyoj ko'paymoqda. Buning asosiy sababi, chuqur o'rgatish va sun'iy intellekt texnologiyalarining hayotimizning ko'plab sohalariga integratsiyalashganidir. Endilikda har xil mobil qurilmalar, sanoat tizimlari, tibbiy moslamalar va kundalik hayotga oid boshqa ko'plab qurilmalar uchun energiyani tejash dolzarb muammodir. Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning asosiy afzalliklari ularning energiyani nihoyatda kam sarflashi, minimal hisoblash va xotira resurslari talab qilishi bilan bog'liq. Bu jihat, avvalo, mobil va cheklangan resursli qurilmalarda ularni samarali ishlatish imkonini beradi. An'anaviy chuqur o'rganish modellari odatda katta hisoblash quvvatini, ko'p xotirani talab qiladi va natijada ko'p energiya sarflaydi. Lekin yengil va optimallashtirilgan neyron tarmoqlar bunda ancha tejamlilikni ta'minlaydi. Bu, ayniqsa, uzoq vaqtga mo'ljallangan, batareya quvvatida ishlovchi qurilmalar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, energiyani tejovchi neyron tarmoqlar bilan ishlaganda, qurilmalarning ishonchliligi va avtonomligi oshadi, ular uzoq muddatga mustaqil ishlash imkoniga ega bo'ladi. Bunday neyron tarmoqlarning yana bir katta afzalligi — kichik resurslar bilan yuqori samaradorlikka ega bo'lishidir. Cheklangan protsessor quvvatiga ega bo'lgan mikrokontrollerlar va boshqa ixcham qurilmalarda ham tez va samarali rasm yoki matnli ma'lumotlarni qayta ishlash mumkin. Hisoblash jarayonini optimallashtirish, model tuzilmasini yengillashtirish, ortiqcha qatlam yoki sonli parametrlarni qisqartirish orqali energiyani sarflash kamaytiriladi. Shu tariqa, mahalliy qurilmalarda sun'iy neyron tarmoq asosidagi xizmat va funksiyalarni muammosiz bajarish mumkin bo'ladi. Shuningdek, bunday yondashuv natijasida elektr energiyasi uchun umumiy

xarajatlar kamayadi, bu esa global miqyosda elektr tejamkorligi ham yaratadi. Energiyani tejovchi neyron tarmoqlar ishlatilayotgan qurilmalarning unumdorligi va ishonchlilikiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Kam energiya sarfi hisobiga isitish darajasi pasayadi, bu esa qurilmaning uzoq muddat samarali ishlashini ta'minlaydi. Ko'p energiya talab qilinmaydigan modellar qurilma qizishini va ishdan chiqish xavfini ham kamaytiradi. Bu jihatdan energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning kundalik foydalanish imkoniyatlari yanada oshadi, ular yordamida turli sohalarda zamonaviy interaktiv xizmatlar ko'rsatish osonlashadi. Energiya tejamkor neyron tarmoqlar ekologik nuqtai nazardan ham muhim. Kam energiya sarfi global issiqxona gazlari va boshqa ifloslantiruvchi moddalar chiqindisini kamaytirishga xizmat qiladi. Aholi soni va texnologiyalarga ehtiyoj ortib borayotgan bir davrda elektr ta'minoti va ekologiya muammolari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu sababdan, har qanday ishlab chiqarilgan va foydalanilayotgan qurilma yoki tizimda energiyani tejash strategiyasini joriy qilish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik afzalliklar beradi. Yengil va energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning yana bir muhim tomoni – ular real vaqtda ham tezkor natija bera oladi. Modellar oddiy va tez ishlaganligi sababli foydalanuvchi talab qilgan natijalar qisqa vaqt ichida yetkaziladi. Bu, ayniqsa, tezkor tahlil, monitoring, xavfsizlik yoki tibbiy yordam talab qiladigan muhim vaziyatlarda muhim ahamiyat kasb etadi. Mobil ilovalarda, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida, tibbiy apparatlarda ushbu neyron tarmoqlarning samarasi katta bo'ladi. Energiya tejamkor tarmoqlarning keng doiradagi qo'llanilish imkoniyati ham e'tiborga molik. Chunki ularni turli zamonaviy sohalarga bimalol moslash va integratsiyalash mumkin. Sanoatda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish jarayonida, uy sharoitida aqlli qurilmalarda, qishloq xo'jaligida monitoring tizimlarida, bank va moliya sohalarida, shuningdek transport va logistika tarmoqlarida energiyani tejovchi neyron tarmoqlar foydali natija beradi. Turli sohalarda ular ishonchli va tejamkor yechimlarni taklif etadi, resurslardan oqilona foydalanishni tashkil etadi va zamonaviy texnologik taraqqiyotga asos soladi.

Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning afzalliklari orasida ta'kidlash joiz bo'lgan yana bir omil – ular ko'plab foydalanuvchilarga bir vaqtning o'zida xizmat

ko'rsatish imkonini beradi. Kam zaryadli va past hisoblash quvvatiga ega turli qurilmalarda bir vaqtning o'zida bir nechta vazifani bajarish mumkin, bu esa axborot oqimini tez va samarali boshqaradi. Yengil va optimallashtirilgan neyron tarmoqlar yordamida internetga ulanishda va uzluksiz axborot almashinishda ortiqcha muammolar tug'ilmaydi. Energiya tejamkor neyron tarmoqning ushbu xususiyatlari uni zamonaviy jamiyat uchun doimo dolzarb qiladi. Har bir texnologik yechim, katta energiya sarflovchi tizimlar o'rniga, samarali va energiya tejovchi yechimlar joriy etilishini talab qiladi. Hozirgi kunda korxonalar va ishlab chiqaruvchilar iqtisodiy samaradorlik, ekologik tozalik va uzoq muddatli ishonchlilikni birlashtiruvchi texnologik innovatsiyalarga katta urg'u bermoqda. Energiya tejamkor neyron tarmoqlar, asosan, optimallashtirish usullari, model uchastkalarini siqish, sonli parametrlarni qisqartirish va boshqa usullar yordamida ishlab chiqiladi. Takomillashtirilgan algoritmlar, yangi arxitekturalar va samarali kodlash natijasida, hisoblash va xotira resurslari bo'yicha yuqori orqali samaradorlikka erishiladi. Shuningdek, energiya tejash algoritmlari yordamida signalni saralash, ortiqcha jarayonlarni qisqartirish va natijada energiya sarfini minimal darajaga tushirish mumkin. Shu orqali, energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning asosiy afzalliklari tizimli yondashuvni kengaytiradi. Ular zamonaviy jamiyat va texnika uchun dolzarb talablarga javob beradi, energiya va resurslarni tejaydi, unumdorlik va ishonchli ishlashni ta'minlaydi, ekologik muvozanatga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Axborot texnologiyalari bo'yicha innovatsion yechimlar ishlab chiqishda, energiya tejash birinchi galdagi muammo va imkoniyat darajasiga aylandi. Hozirgi raqamli inqilob jarayonida energiya tejamkor texnologiyalarning o'rni beqiyos. Zamon bilan hamnafas taraqqiyotda energiyani tejash har bir tizimning ajralmas qismiga aylanmoqda, bu esa butun jamiyat farovonligi va rivoji uchun poydevor bo'lib xizmat qiladi. Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning afzalliklari juda ko'p va ular zamonaviy jamiyat va texnologiyalar uchun alohida ahamiyatga ega. Bunday tarmoqlar yordamida energiyani tejash, resurslardan oqilona foydalanish, unancha zamonaviy qurilmalarni samarali ishlatish mumkin bo'ladi. Ishonchlilikning oshishi, ekologik samaradorlik, minimal

xarajatlar va real vaqtda tezkor natija olish imkoniyati ushbu texnologiyaning yanada ommalashishiga turtki beradi. Shu sababli, kelajakda har bir sohada energiyani tejovchi texnologiyalar asosiy o'rinni egallashi va texnologik rivojlanishning ajralmas qismi bo'lib qolishi, shubhasiz [6].

Kelajakda energiyani tejovchi neyron tarmoqlar zamonaviy jamiyat uchun muhim va ustuvor ahamiyat kasb etadi. Axborot texnologiyalari tez sur'atlar bilan rivojlanib borar ekan, energiyani samarali va tejab-tergab sarflash masalasi dolzarb bo'lib qolmoqda. Hozirgi kunda dunyo miqyosida raqamli transformatsiya jarayonlari tobora kengayib bormoqda, yangi-avlod qurilmalar, tizimlar va jarayonlar paydo bo'lmoqda. Bu esa o'z-o'zidan ko'proq energiyani tejashga, kompleks yechimlarga ehtiyoj tug'dirmoqda. Shuning uchun energiyani tejovchi neyron tarmoqlar kelajakda jamiyat taraqqiyotining asosiy harakatlantiruvchi kuchiga aylanish arafasida turibdi. Har kunlik turmushimizda tobora ko'proq raqamli qurilmalardan foydalaniladi. Kompyuterlar, mobil telefonlar, planshetlar, soat va boshqa portativ qurilmalar inson faoliyatini yengillashtirish bilan birga, energiya sarfini ham ko'paytirib bormoqda. Xuddi shunday, zamonaviy sanoat va ishlab chiqarish sohalarida ham avtomatlashtirilgan va intellektual boshqaruv tizimlari tobora ko'plab ishlatilmoqda. Bu holatda energiya resurslarini tejash va ularni oqilona boshqarish dolzarb masalaga aylanmoqda. Ayniqsa, zamonaviy informatika va hisoblash texnologiyalari rivojlanishi natijasida yaratilayotgan neyron tarmoqlarning samaradorligini oshirish va energiya iste'molini kamaytirish muhim vazifalardan biri sifatida ko'rilmoqda. Neyron tarmoqlarning energiyani tejovchi modifikatsiyalari ishlab chiqilishi bilan birga, ularning turli sohalarda qo'llanish ehtimoli ham keskin oshadi. Avvalo, raqamli qurilmalar va sensor tizimlar uchun bu kabi innovatsion yondashuvlar katta imkoniyatlar yaratadi. Internet tarmoqlarida, mobil va portativ qurilmalarda eng yirik muammo – tezkor ishlash va batareya resurslarini tejash muammosidir. Mana shunday holatda energiyani tejovchi neyron tarmoqlar yordamida hisoblash jarayonlarini tez va samarali tashkil qilish mumkin bo'ladi. Bu esa, bir tomondan, foydalanuvchi imkoniyatlarini kengaytirs, ikkinchi tomondan, ekologik barqarorlik va baraka tomon

yo'nalishda yangi imkoniyatlar ochadi. Raqamli infratuzilmaning rivoji bilan bir qatorda, axborotlarning xavfsizligi va ishonchligi, signal va ma'lumotlarni uzatishda energiyani tejovchi texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega bo'lib bormoqda. Ushbu jarayonlarda energiyani tejovchi neyron tarmoqlardan foydalanish, axborotni tez va aniq qayta ishlash, xavfsizlik va shaxsiy himoya darajasini yanada kuchaytiradi. Mana shu imkoniyatlar tufayli, energiyani tejaydi va katta sig'imli ma'lumotlarni samarali boshqarish imkonini beradi. So'nggi yillarda turli sohalarda axborot hajmining ortib borishi natijasida, bu masala global ahamiyat kasb etmoqda. Energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning yana bir ustun jihati – zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini tashkil qilishda alohida o'rin egallaydi. Sanoat texnologiyalari rivoji natijasida ko'plab ma'lumotlarni uzluksiz tarzda qayta ishlash, tahlil qilish va ularni boshqarish muhim ehtiyojga aylangan. Bu esa, faqatgina energiya iste'molini kamaytirish emas, balki mavjud resurslardan maksimal darajada foydalanish, biroq ekologik muvozanatni saqlash bilan ham bevosita bog'liq masaladir. Shu sababli ham, energiyani tejovchi neyron tarmoqlar orqali resurslarni avtomatlashtirilgan tarzda va iqtisodiy jihatdan oqilona boshqarish imkoniyati yaratilmoqda [7] .

Xulosa:

Xulosa sifatida ta'kidlash joizki, energiyani tejovchi neyron tarmoqlar zamonaviy (mobil va IoT) qurilmalarning asosiy asosi va kelajagidir. Ulardan to'liq va samarali foydalanishni ta'minlash uchun zamonaviy dasturiy va apparat texnologiyalari hamon rivojlanmoqda. Bu esa kelajakda yana ko'plab energiya samarali, foydalanuvchiga qulay va barqaror ishlaydigan qurilmalarning paydo bo'lishiga zamin yaratadi. Neyron tarmoqlar sohasida olib borilayotgan har bir izlanish natijasida, energiyani tejashga qaratilgan yangi algoritmlar, samarali arxitekturalar va ilg'or texnik yechimlar ishlab chiqilmoqda. Bularning barchasi, foydalanuvchi uchun uzoq muddat xizmat qiladigan, yuqori sifatli va barqaror qurilmalardan iborat yangi texnologik erani boshlab beradi. Mobil va IoT qurilmalarida energiyani tejovchi neyron tarmoqlarning qo'llanilishi, shu bois, zamonaviy texnologiyalar taraqqiyotining asosiy bosqichini tashkil etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abduvohidov, A., & Rasulov, M. (2018). "Neyron tarmoqlarning samaradorligi va energiyani tejashda zamonaviy yondashuvlar." *Informatika va injeneriya*, 4(2), 17-25.
2. Akbarov, T. (2017). "Mobil qurilmalarda neyron tarmoqlar asosida ishlov berishda energiya samaradorligi." *Raqamli Texnologiyalar*, 9(3), 51-56.
3. Alimov, D., & Jalilov, E. (2019). "IoT qurilmalarda energiyani tejovchi algoritmlarning ahamiyati." *Axborot Texnologiyalari*, 6(1), 33-41.
4. Eshonqulov, O. (2020). "Neyron tarmoqlar yordamida energiyani tejash usullari va amaliy jihatlari." *Fan va Innovatsiyalar*, 1(3), 63-70.
5. Jo'raqulov, N., & Ahmedov, B. (2021). "Energiya samaradorligini oshirishda IoT qurilmalari uchun neyron tarmoqlar." *Zamonaviy Ilm-Fan*, 2(2), 93-99.
6. Mirzayev, A. (2022). "IoT sohasida mashinaviy o'rganish va uning energetik samaradorlikka ta'siri." *Innovatsion Tadqiqotlar*, 5(1), 48-55.
7. Nodirov, R., & Usmonov, Z. (2019). "Mobil qurilmalarda ishlatish uchun optimallashtirilgan neyron tarmoqlar." *Texnik Tarakkiyot*, 8(2), 28-35.
8. Rasulova, N. (2021). "IoT va mobil qurilmalarda energiyani tejash muammolari va yechimlari." *Ilmiy-amaliy axborotnoma*, 6(4), 111-117.
9. Sattorov, K. (2020). "Resurslarni tejovchi neyron tarmoqlar va ularning innovatsion loyihalarda qo'llanilishi." *O'zbekiston Fanlari*, 3(2), 77-83.
10. Tursunov, R., & Karimov, T. (2018). "IoT qurilmalarda energiyani tejashda neyron tarmoq asosidagi yondashuvlar." *Texnologik Yangiliklar*, 7(1), 21-29.