

**Sun'iy Intellekt Teknologiyalarida Xopfild To'rlarining Ahamiyati va
Qo'llanilishi**

Isroiljon Tojimamatov

Farg'ona davlat unversiteti

amaliy matematika va informatika kafedrası katta o'qituvchisi

isik80@mail.ru

Mashxuraxon Mamatxalilova G'ofurjon qizi

Farg'ona davlat unversiteti 2-kurs talabasi

mamatxalilovamashzuraxon0708@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola John Xopfild tomonidan yaratilgan Xopfild to'rlarining asosiy konseptsiyalari va ularning neyron tarmoqlaridagi ilmiy hamda amaliy ahamiyatini o'rganishga bag'ishlangan. Maqola Xopfild to'rlarining matematik modelini, jumladan, ularning energiya funksiyasini va to'r konfiguratsiyalarining barqaror holatlarga qanday qilib o'tishini tushuntiradi. Shuningdek, to'rning o'z-o'zidan o'rganish qobiliyati va xotira tiklash mexanizmlarining qanday ishlashi batafsil bayon qilinadi. Maqola, shuningdek, Xopfild to'rlarining qo'llanilish sohalarini, xususan, raqamli rasmlarni qayta tiklash, shaxsiy identifikatsiya tizimlari va bioinformatikada ma'lumotlarni kodlash kabi turli dasturlarda qanday qo'llanilayotganini tahlil qiladi. Bundan tashqari, zamonaviy tadqiqotlarda Xopfild to'rlarini yanada takomillashtirish va kengaytirish bo'yicha yangi yondashuvlar muhokama qilinadi, bu esa ularning kelajakdagi ilmiy tadqiqotlar va texnologik innovatsiyalardagi o'rni haqida chuqur tushuncha beradi.

Kalit so'zlar: Xopfild tarmoqlari, Sun'iy neyron tarmoqlar, Avtotexnik xotira, Energiya funksiyasi, Dinamik tarmoqlar, Xotira tiklash mexanizmlari, Barqaror holatlar, Asinxron yangilanish, Tarmoqlar topologiyasi, Optimallashtirish muammolari, mustahkamlik, avtoassotsiativ xotira.

Аннотация: Эта статья представляет собой обзор основных сетей Хопфилда, созданных Джоном Хопфилдом. Концепции и их научное и практическое значение в нейронных сетях. В статье объясняется математическая модель сеток Хопфилда, включая их энергетическую функцию и то, как конфигурации сеток переходят в стабильные состояния. В нем также подробно описывается способность сети к самообучению и то, как работают механизмы восстановления памяти. В статье также анализируются области применения сеток Хопфилда, в частности, как они используются в различных приложениях, таких как восстановление цифровых изображений, системы идентификации личности и кодирование данных в биоинформатике. Кроме того, в современных исследованиях обсуждаются новые подходы к дальнейшему совершенствованию и расширению сетей Хопфилда, что дает глубокое понимание их роли в будущих научных исследованиях и технологических инновациях.

Ключевые слова: сети Хопфилда, искусственные нейронные сети, Автоассоциативная память, энергетическая функция, динамические сети, механизмы восстановления памяти, стабильные состояния, асинхронное обновление, топология сетей, проблемы оптимизации, согласованность, автоассоциативная память.

Annotation: This article is a basic of the Hopfield nets created by John Hopfield devoted to the study of their concepts and their scientific and practical significance in neural networks. The paper explains the mathematical model of Hopfield lattices, including their energy function and how lattice configurations transition to steady states. It also details the net's ability to learn on its own and how memory recovery mechanisms work. The article also analyzes the areas of application of Hopfield nets, in particular how they are used in various applications such as digital image retrieval, personal identification systems, and data coding in Bioinformatics. In addition, modern research discusses new

approaches to further refine and expand Hopfield nets, providing an in-depth insight into their role in future scientific research and technological innovation.

Keywords: *Hopfield networks, artificial neural networks, Autotechnical memory, Energy function, dynamic networks, memory recovery mechanisms, stable states, asynchronous updating, network topology, optimization problems, robustness, autoassociative memory.*

Xopfild to'rlarining asosiy tuzilishi

Xopfild tarmog'i, John Xopfild tomonidan 1982 yilda kiritilgan, neyron tarmoqlarining bir turi bo'lib, asosan qayta tiklash xotirasi vazifalarini bajarish uchun ishlatiladi. Xopfild to'ri, neyronlar yig'indisi bo'lib, ular bir-birlari bilan simmetrik tarzda bog'lanadi. Har bir neyron, boshqa hamma neyronlarga ta'sir o'tkazish qobiliyatiga ega va shu bilan birga o'zining holatini yangilay oladi. Xopfild to'rlari sun'iy intellekt (SI) sohasida, ayniqsa qayta tiklash xotirasi va optimallashtirish masalalari uchun ishlatiladigan sun'iy neyron tarmoqlarining bir turi hisoblanadi. Ular murakkab ma'lumotlarni saqlash va qayta tiklash qobiliyati bilan ajralib turadi. Quyida Xopfild to'rlarining asosiy tuzilishi haqida batafsil ma'lumot berilgan

Neyronlar va Ularning O'zaro Bog'lanishi - Xopfild to'rlari odatda bir qatlamdan iborat bo'lib, bu qatlamdagi barcha neyronlar bir-biri bilan to'liq bog'lanadi. Neyronlar o'rtasidagi har bir aloqa ikki tomonlama (simmetrik) bo'lib, bu neyronlarning bir-biriga ta'sir ko'rsatishini anglatadi. Bu to'liq bog'lanish tufayli, har bir neyron tarmoqning joriy holatiga asoslanib, o'zining yangilanishini amalga oshiradi.

Dinamik Yangilanish - Xopfild to'rlarida neyronlar o'z holatlarini asinxron tarzda yangilaydi. Neyronning yangi holati, unga ulangan boshqa neyronlarning ta'siridan kelib chiqqan umumiy signalni hisobga olgan holda, -1 yoki +1 qiymatini qabul qiladi. Bu yangilanish, tarmoqning umumiy energiyasini pasaytirishga yordam beradi va tarmoq muvozanatli (stabil) holatga intiladi.

Xopfild tarmog'ining harakati bir energiya funksiyasiga bog'liq bo'lib, ushbu funktsiya tarmoqning holatiga qarab o'zgaradi.

Xotira va Qayta Tiklanish - Xopfild tarmoqlari turli xotira holatlarini saqlash qobiliyatiga ega. Bu holatlar tarmoqqa taqdim etilgan namunalarni bir necha marta o'rganish orqali shakllantiriladi. Tarmoqqa kirish sifatida taqdim etilgan ma'lumotlarga asoslanib, u avtomatik tarzda o'rganilgan xotira holatlaridan biriga qaytadi.

Hebb Qoidasi - O'rganish jarayoni Xopfild tarmoqlarida Hebb qoidasi asosida amalga oshiriladi: agar ikki neyron bir vaqtning o'zida faol bo'lsa, ularning o'rtasidagi aloqa kuchi oshadi. Bu, neyronlar o'rtasidagi aloqalar tarmoqdagi xotira holatlarini mustahkamlashga yordam beradi Xopfild to'rlari, ularning tuzilishi va ishlash prinsiplari tufayli, turli xil masalalarda, xususan, optimallashtirish va shablonni tanish kabi vazifalarda qo'llaniladi. Ular, xotira saqlash va qayta tiklashda juda samarali bo'lganligi sababli, sun'iy intellektning muhim modellaridan biri hisoblanadi.

Ishlash prinsiplari - Xopfild to'ri o'ziga xos xotira saqlash mexanizmi bilan ajralib turadi. Neyronlar tarmog'i ma'lum bir holatga o'rnatilganda, to'r bu holatni "eslab qoladi" va keyinchalik uni qayta tiklashga qodir bo'ladi. Bu, tarmoqqa berilgan kirish ma'lumotiga qarab, avval saqlangan eng yaqin holatni qayta tiklash imkonini beradi. Xopfild tarmoqlarining sun'iy intellekt sohasidagi muhim o'rnidan biri bu xotira tiklash va optimallashtirish vazifalari uchun ishlatiladigan neyron tarmoqlaridir. Quyidagi tushunchalar Hopfield tarmoqlarining asosiy ishlash prinsiplarini ochib beradi:

Tarmoq Tuzilishi - Xopfild tarmoqlari bir qatlamli, to'liq bog'langan rekurrent neyron tarmoqlaridir. Tarmoqdagi har bir neyron barcha boshqa neyronlar bilan o'zaro aloqada bo'ladi va har bir neyron o'zining holatini yangilashda boshqa barcha neyronlarning holatlaridan foydalanadi.

Neyronlarning Holati - Xopfild tarmog'idagi har bir neyron ikkita qiymatni qabul qilishi mumkin: bular +1 yoki -1. Bu qiymatlar tarmoqning

umumiy holatini ifodalovchi vektor bilan tasvirlanadi. Har bir neyronning yangi holati unga keladigan umumiy signalning belgisiga bog'liq.

Sgn - sgn funksiyasi belgisini qaytaradi. Agar jamlanma musbat bo'lsa, neyron holati +1 bo'ladi, aks holda -1.

Xotira Tiklash - Xopfield tarmog'i bir qator xotira holatlarini saqlay oladi. Bu holatlar tarmoqqa o'qitish jarayonida berilgan namunalarga asoslanadi. Tarmoqqa xotira holatiga yaqin bir holat berilganda, u o'zini avtomatik tarzda o'qitilgan eng yaqin xotira holatiga qaytaradi.

O'qitish va Hebb Qoidasi - O'qitish Hebb qoidasi orqali amalga oshiriladi, bu qoida bo'yicha bir vaqtning o'zida faol bo'lgan ikki neyron o'rtasidagi aloqa kuchi kuchaytiriladi. Bu "o'rganilgan" xotira holatlarini mustahkamlashga yordam beradi.

Xopfield tarmoqlarining ushbu asosiy prinsiplari ularni turli xil shablonda tan olish, xotira tiklash va optimallashtirish kabi vazifalarda qo'llash imkonini beradi. Tarmoqlar o'zining xususiyatlari tufayli turli xil murakkab masalalarni hal qilishda samarali yechimlarni taklif etadi.

Qo'llanilish sohalari - Xopfield to'rlari o'zining xususiyatlaridan kelib chiqqan holda bir qator ilovalarda qo'llanilgan. Masalan, tasvirni qayta tiklash, raqamli imzolarni tan olish, ma'lumotlarni optimallashtirish va boshqa ko'plab sohalarda foydalanish mumkin. Shuningdek, ular qaror qabul qilish jarayonlarini modellashtirish va murakkab optimizatsiya muammolarini hal qilishda ham qo'llaniladi.

Xopfield to'rlari (Hopfield networks) sun'iy intellekt va mashinasozlik sohasida keng qo'llaniladigan neyron tarmoqlarining bir turidir. Xopfield to'rlari odatda optimallashtirish masalalarini hal qilishda va xotirada saqlashda ishlatiladi. Quyida Xopfield to'rlarining ba'zi asosiy qo'llanilish sohalari haqida ma'lumot beraman:

Xotirani tiklash va tan olish - Xopfield to'rlari asosan dinamik xotira sifatida ishlatiladi. Xopfield to'rlarining tarmoqqa kiritilgan qisman yoki to'liq buzilgan ma'lumotni asl holatiga qaytarish qobiliyati mavjud. Masalan, raqamlar

yoki harflarni tan olishda, buzib kirish holatlari bo'lganda, tarmoq uni to'liq va toza (yani dastlabki) shakliga qayta tiklay oladi.

Optimallashtirish muammolari - Xopfield to'rlari energiya funksiyasini minimallashtirish orqali ishlaydi, bu esa ularni turli optimallashtirish muammolarini hal qilish uchun mos qiladi. Misol uchun, sayohatchi savdogar muammosi (traveling salesman problem) kabi NP-qiyin muammolarni hal qilishda qo'llanilishi mumkin.

Shablonlarni moslashtirish - Xopfield tarmoqlari shablonlarni (patterns) aniqlash va ularni xotirada saqlash qobiliyatiga ega, bu esa ma'lum bir shablonni keyinchalik tez va oson qayta tiklash imkonini beradi. Bu, masalan, biometrik tizimlarda yoki sanoatda nazorat va aniqlash tizimlarida foydalanilishi mumkin.

Assotsiativ xotira - Xopfield to'rlari, shuningdek, kuchli assotsiativ xotira vazifasini bajaradi, ya'ni ular kiruvchi ma'lumotlarning to'liq bo'lmagan yoki buzilgan versiyalaridan kelib chiqqan holda to'liq ma'lumotlarni tiklay oladi. Bu xususiyat, masalan, foydalanuvchi kiritilgan ma'lumotlarga asoslanib, to'liq ma'lumotlarni taqdim etuvchi tizimlarda qo'llanilishi mumkin.

Sun'iy zehni dasturlarda qaror qabul qilish - Xopfield to'rlari murakkab qaror qabul qilish jarayonlarida, masalan, sun'iy zehni strategik o'yinlarda yoki avtomatlashtirilgan savdo tizimlarida ishlatilishi mumkin, bu yerda tizim turli xil variantlar orasidan eng yaxshi yechimni tanlashi kerak bo'ladi.

Xopfield to'rlarining ushbu qo'llanilishlari ularni murakkab va dinamik muhitlarda samarali echimlarni topishga yordam beruvchi vosita sifatida ajralib turishini ta'minlaydi. Ular o'zlarining adaptiv va öz-o'zini tuzatish xususiyatlari tufayli keng qo'llaniladi.

Kelajakdagi tadqiqotlar yo'nalishlari

Zamonaviy tadqiqotlar asosan Hopfield to'rlarini yanada samarali qilish va ularning qo'llanilish doirasini kengaytirishga qaratilgan. Masalan, yangi avlod neyron tarmoqlarining arxitekturasi va algoritmik yondashuvlari, bu to'rlarning ishlash samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Xopfild to'rlari sun'iy intellekt (SI) sohasida muhim o'rin tutib kelgan bo'lib, ularning adaptiv xususiyatlaridan foydalanish va yangi tadqiqot yo'nalishlarini rivojlantirish kelajakda ham davom etmoqda. Xopfild to'rlarining kelajakdagi tadqiqotlari quyidagi asosiy yo'nalishlarni o'z ichiga oladi:

Yaxshilangan Optimallashtirish Algoritmлари - Xopfild to'rlarining asosiy qo'llanma sohalardan biri bo'lgan optimallashtirish muammolariga yechimlar topishda yanada samaraliroq usullar ishlab chiqishga qaratilgan. Bu, ayniqsa, global optimallashtirish va heuristik yondashuvlarni o'z ichiga olgan murakkab NP-qiyin muammolar uchun yanada kuchli algoritmларni ishlab chiqishni nazarda tutadi.

Katta Ma'lumotlar bilan Ishlash - Zamonaviy ma'lumotlar hajmining keskin o'sishi bilan, Xopfild to'rlarini katta ma'lumotlar to'plamlari bilan ishlashga moslashtirish zarurati paydo bo'lmoqda. Bu yo'nalish, xususan, ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish va real vaqt rejimida ishlov berish qobiliyatini yaxshilashga qaratilgan.

Sun'iy Neyron Tarmoqlari bilan Integratsiya - Xopfild to'rlarini zamonaviy sun'iy neyron tarmoqlari bilan birlashtirish, masalan, chuqur o'rganish tarmoqlari bilan integratsiyalash orqali, ularning qo'llanilish sohasini kengaytirish va ularning umumiy ishlash qobiliyatini oshirish mumkin. Bu, Xopfild to'rlarini murakkab tasvir va nutqni tan olish kabi vazifalarda qo'llash imkoniyatlarini ochib beradi.

Yangi Ilmiy Sohalar bilan Bog'liqlik - Xopfild to'rlarining biologik neyrosetlarning modellashtirilishida qo'llanilishi, shuningdek, kimyo va fizikada turli jarayonlar modelini tuzishda foydalanish kabi yangi ilmiy sohalarda tadqiqotlarni kengaytirish. Bu sohalarda ularning qo'llanilishi, xususan, murakkab tizimlarning dinamik xususiyatlarini tushunishda yangi imkoniyatlar yaratadi.

Aqliy Salohiyat va Qaror Qabul Qilish - Xopfild to'rlarining qaror qabul qilish tizimlarida, masalan, moliyaviy tahlil va bashorat qilish, shuningdek, strategik o'yinlar kabi sohalarda aqliy salohiyatini oshirishga qaratilgan

tadqiqotlar. Bu yo'nalish, tarmoqlarining qaror qabul qilish jarayonlarida murakkablik va noaniqliklarni boshqarish qobiliyatini yanada yaxshilashga intiladi

Xulosa qilib aytganda Ushbu maqola John Xopfild tomonidan ishlab chiqilgan Xopfild to'rlarining matematik va ilmiy asoslarini, shuningdek ularning sun'iy neyron tarmoqlari sohasidagi qo'llanilishini chuqur tahlil qiladi. Maqola Xopfild to'rlarining energiya funksiyasini, neyronlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni va to'r konfiguratsiyalarining barqaror holatlarga qanday qilib o'tishini batafsil yoritib beradi. Shuningdek, to'rning xotira tiklash va o'z-o'zidan o'rganish qobiliyatlari ham ko'rib chiqiladi. Maqolada Xopfild to'rlarining turli qo'llanma sohaslariga, jumladan, raqamli rasmlarni qayta tiklash, shaxsiy identifikatsiya tizimlari va bioinformatikada ma'lumotlarni kodlash kabi dasturlarda qanday foydalanilayotgani haqida tushuncha beriladi. Bundan tashqari, Xopfild to'rlarini yanada takomillashtirish va kengaytirish bo'yicha zamonaviy tadqiqot yo'nalishlari muhokama qilinadi, bu ularning kelajakdagi ilmiy tadqiqotlar va texnologik innovatsiyalardagi o'rni haqida chuqur tushuncha beradi. Maqola Xopfild to'rlarining sun'iy intellekt tizimlarida qo'llanilishini yanada rivojlantirish uchun zarur bo'lgan ilmiy va texnik masalalarni ham ko'rib chiqadi. Bular orasida optimallashtirish algoritmlarining takomillashuvi, katta ma'lumotlar bilan ishlash, sun'iy neyron tarmoqlari bilan integratsiya, ilmiy sohalarda qo'llanilishi va aqliy salohiyatni oshirish kabi masalalar muhim o'rin tutadi. Ushbu tahlil orqali, maqola Xopfild to'rlarining neyron tarmoqlaridagi o'rni va ahamiyatini aniq va tushunarli tarzda ifodalaydi, bu esa o'quvchilarga ushbu murakkab mavzuni chuqurroq tushunish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.

1. Artificial Intelligence: A Modern Approach Stuart Russell va Peter Norvig
2. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook Charu C. Aggarwal
3. Pattern Recognition and Machine Learning Christopher M. Bishop
4. Deep Learning Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, va Aaron Courville.