

## XOPFILD TARMOG'I ASSOTSIATIV XOTIRA SIFATIDA

**Tojimamatov Isroil Nurmatovich**

Farg'ona davlat universiteti o'qituvchi

[isik80@mail.ru](mailto:isik80@mail.ru)**Mo'ydinjonov Samandar O'tkirjon o'g'li**

Farg'ona davlat universiteti 2-kurs talabasi

[samandar6420@gmail.com](mailto:samandar6420@gmail.com)

**Anotatsiya:** Ushbu maqolada Xopfild tarmog'ining assotsiativ xotira sifatidagi roli batafsil tahlil qilinadi. Maqola assotsiativ xotira tushunchasini, uning inson miyasidagi rolini va biologik asoslarini o'rganadi. Shuningdek, Xopfild tarmog'ining tuzilishi, ishlash prinsipi, va energiya funksiyasi orqali qanday qilib ma'lumotlarni eslab qolish va qayta tiklash jarayonlari amalga oshirilishi yoritiladi. Maqolada o'rganish algoritmlari, ayniqsa Hebb qoidasi, va sinaptik vaznlarni yangilash qoidalari ko'rib chiqiladi. Assotsiativ xotiraning amaliy misollari, til o'rganish, o'qish va qaror qabul qilish jarayonlaridagi roli, shuningdek, sun'iy intellekt sohasidagi qo'llanilishi haqida ma'lumot beriladi.

**Kalit so'zlar:** Suniy intellekt, Assotsiativ xotira, Xopfild tarmog'i, til o'rganish, sinaptik, hippokampus.

**Аннотация:** В данной статье подробно анализируется роль сети Хопфилда как ассоциативной памяти. В статье исследуется понятие ассоциативной памяти, ее роль в мозге человека и ее биологическая основа. Он также описывает структуру сети Хопфилда, принцип работы и то, как процессы памяти и извлечения выполняются с помощью энергетической функции. В статье рассматриваются алгоритмы обучения, в частности правило Хебба и правила обновления синаптических весов. Обсуждаются практические примеры ассоциативной памяти, ее роль в изучении языка, чтении и процессах принятия решений, а также ее применение в области искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** Искусственный интеллект, ассоциативная память, сеть Хопфилда, изучение языка, синаптическая система, гиппокамп.

**Annotation:** This article analyzes in detail the role of the Hopfield network as an associative memory. The article explores the concept of associative memory, its role in the human brain, and its biological basis. It also covers the Hopfield network structure, principle of operation, and how the memory and retrieval processes are carried out through the energy function. The article examines learning algorithms, especially Hebb's rule, and rules for updating synaptic weights. Practical examples of associative memory, its role in language learning, reading, and decision-making processes, as well as its application in the field of artificial intelligence, are discussed.

**Keywords:** Artificial intelligence, Associative memory, Hopfield network, language learning, synaptic, hippocampus.

Xopfild tarmoqlari biologik assotsiativ xotiraning soddakastirilgan nazariy modellari sifatida nevrologiyada keng qo'llaniladi. Asl Xopfild tarmoqlari xotiralarni ikkilik assotsiatsiyalar naqshlarini kodlash orqali saqlaydi, buning natijasida Hebbian o'rganish qoidasi deb nomlanuvchi sinaptik o'rganish mexanizmi paydo bo'ladi.

**Xopfild tarmog'i** – bu neyron tarmoqlari modellashtirish uchun ishlatiladigan aylanuvchi shisha tizimi bo'lib Ernst Isingning Vilgelm Lenz bilan Ising modelidagi magnit materiyalar ishiga asoslangan. Xopfild tarmoqlari birinchi marta 1972 – yilda Shun'ichi

Amari tomonidan takrorlanuvchi neyron tarmoqlarga nisbatan va biologik neyron tarmoqlarga nisbatan 1974 yilda Uilyam Littl tomonidan tasvirlangan va Jon Xopfild tomonidan 1982 mashhur bo'lgan. Xopfild tarmoqlari ikkilik chegara tugunlari yoki uzluksiz o'zgaruvchilar bilan kontent-manzilli ("assotsiativ") xotira tizimlari sifatida xizmat qiladi. Xopfild tarmoqlari ham inson xotirasini tushunish uchun modelni taqdim etadi.

**Xopfild tarmog'i nima?** Jon Xopfild 1982 yilda takrorlanuvchi sun'iy neyron tarmog'ining (SNT) shakli bo'lgan Xopfild tarmog'ini yaratdi. Bu oddiy assotsiativ xotira bo'lib, naqshlarni saqlab qolish va eslab qolish qobiliyatiga ega. Hopfield Networks uchun odatiy ilovalar orasida naqshni aniqlash, kontent manzilli xotira va optimallashtirish masalalari mavjud.

Yozilgan naqshlarni ularning buzilgan yoki shovqinli versiyasini taqdim etish orqali olish mumkin bo'lgan kontent-manzilli xotirada asosan Hopfield Networks qo'llaniladi. Ular assotsiativ xotira, tasvirni aniqlash, xatolarni tuzatish va optimallashtirish masalalarida qo'llaniladi. Biroq, ular chuqur o'rganish modellari kabi zamonaviy neyron tarmoqlar bilan solishtirganda biroz oddiy va ularni qo'llash maydoni ularning me'moriy cheklovlari bilan biroz cheklangan.

**Assotsiativ xotira** deganda ma'lumotni boshqa tegishli ma'lumotlar bilan bog'lash orqali eslab qolishga qodir bo'lgan xotira turi tushuniladi. Assotsiativ xotiraning klassik namunalaridan biri bu kimningdir ismini uning yuzi yoki boshqa kontekstual ma'lumotlari bilan bog'lash orqali eslab qolish usulidir. Kompyuter fanida assotsiativ xotira ko'pincha neyron tarmoqlar kontekstida o'rganiladi, bu algoritmlar miyaning tuzilishi va funktsiyasidan ilhomlangan. Assotsiativ xotira uchun keng qo'llaniladigan neyron tarmoq turlaridan biri 1982 yilda Jon Xopfild tomonidan taqdim etilgan Xopfild tarmog'idir. Xopfild tarmog'i xotiradan naqshlarni saqlash va olish imkoniyatiga ega bo'lgan takrorlanuvchi neyron tarmoq turidir. U naqshni aniqlash va qayta qurish, shuningdek shovqinni kamaytirish va xatolarni tuzatishga qodir. Xopfild tarmog'ining asosiy g'oyasi nosimmetrik og'irliklar orqali bir-biriga bog'langan neyronlar to'plamidan foydalanishdan iborat bo'lib, tarmoq naqshlar to'plamini barqaror holat sifatida saqlashga qodir. Yangi naqsh taqdim etilganda, tarmoq kirish namunasiga eng o'xshash saqlangan naqshga yaqinlashadi va uni xotiradan samarali ravishda eslab qoladi. Xopfild tarmog'i turli xil ilovalarda, masalan, tasvir va nutqni aniqlashda, shuningdek, optimallashtirish va cheklovlarni qondirish muammolarida ishlatilgan.

Zamonaviy Xopfild tarmog'i va original o'rtasidagi asosiy farq shundaki, zamonaviy Xopfild tarmog'i ikkilik bo'lmagan faollashtirishdan foydalanadi, asl nusxada esa ikkilik faollashtirishdan foydalaniladi. Bu shuni anglatadiki, zamonaviy Xopfild tarmoqlari doimiy qiymatli ma'lumotlarni qayta ishlashga qodir, asli esa ikkilik ma'lumotlar bilan cheklangan. Yana bir farq shundaki, zamonaviy Xopfild tarmog'i ko'pincha tarmoq og'irliklarini o'rgatish uchun stokastik gradientdan foydalanadi, asl Xopfild tarmog'i esa Hebbian o'rganish qoidasidan foydalangan. Arxitektura va o'rganish algoritmlaridagi o'zgarishlarga qo'shimcha ravishda, zamonaviy Xopfild tarmog'i mustahkamlovchi o'rganish va nazoratsiz xususiyatlarni o'rganish kabi yangi sohalarida ham qo'llanildi. Misol uchun, Xopfild tarmog'i Markov qaror jarayonining qiymat funktsiyasini modellashtirish uchun mustahkamlovchi o'rganishda va yuqori o'lchamli ma'lumotlardan mazmunli xususiyatlarni ajratib olishni nazoratsiz xususiyatlarni o'rganishda ishlatilgan. Zamonaviy Xopfild tarmog'i ko'plab domenlarda kengroq qo'llanilishi va yaxshilangan ishlashi bilan original Hopfield tarmog'ining yanada moslashuvchan va kuchli versiyasini ifodalaydi.

Gippokamp **assotsiativ xotira** uchun juda muhimdir, chunki u turli xil stimullar orasidagi assotsiatsiyalarni ifodalash va saqlashga qodir bo'lgan neyronlar tarmog'ini o'z ichiga oladi. Ushbu neyronlar "joy hujayralari" va "to'r hujayralari" deb nomlanadi va ular fazoviy navigatsiya va xotirada rol o'ynaydi deb hisoblanadi. Biz yangi assotsiativ xotirani shakllantirganimizda, masalan, yuzni ismga bog'lash, gippokamp miyaning faol bo'lgan birinchi mintaqalaridan biridir. Ushbu faoliyat turli xil ma'lumotlarning izchil xotiraga "bog'lanishi" ni aks ettiradi deb hisoblanadi. Xotira shakllangandan so'ng, u birlashtirilgan va miyaning boshqa hududlarida, masalan, korteksda saqlanadi deb hisoblanadi.

## **Assotsiativ Xotiraning Biologik Asoslari**

Assotsiativ xotira inson miyasida murakkab neyron tarmoqlar va sinapslar orqali amalga oshiriladi. Neyronlar orasidagi sinaptik bog'lanishlar va ulardagi plastiklik assotsiativ xotiraning asosiy mexanizmlaridir.

**Neyronlar va Sinapslar:** Inson miyasida milliardlab neyronlar mavjud bo'lib, har bir neyron ko'plab boshqa neyronlar bilan sinapslar orqali bog'langan. Bu sinapslar orqali neyronlar orasida signallar uzatiladi va xotira shakllanadi.

**Sinaptik Plastiklik:** Sinaptik plastiklik - bu sinapslarning kuchi va samaradorligi o'zgarishi jarayonidir. Bu jarayon o'rganish va xotira shakllanishida muhim ahamiyatga ega. Hebb qoidasi asosida, birgalikda faollashgan neyronlar orasidagi bog'lanishlar kuchayadi.

**Hippokampus Roli:** Hippokampus - bu miya tuzilmasi bo'lib, assotsiativ xotiraning shakllanishida muhim rol o'ynaydi. Hippokampus yangi ma'lumotlarni qabul qilish va ularni uzoq muddatli xotiraga o'tkazishda ishtirok etadi.

## **Assotsiativ Xotiraning Ishlashi**

**Eslab Qolish:** Assotsiativ xotira ma'lumotlarni eslab qolish jarayonida turli signallar va stimullar orasidagi bog'lanishlarni o'rnatadi. Masalan, biror bir rasmni ko'rganingizda, unga bog'liq boshqa voqealar va ma'lumotlar ham esingizga kelishi mumkin.

**Eslash:** Assotsiativ xotira eslash jarayonida oldin eslab qolingan bog'lanishlarni faollashtiradi. Bu jarayon neyron tarmoqlar va sinaptik bog'lanishlar orqali amalga oshiriladi. Misol uchun, biror bir musiqa eshitganingizda, unga bog'liq voqealar va hissiyotlar yodingizga keladi.

## **Assotsiativ Xotiraning Amaliy Misollari**

**Til O'rganish:** Til o'rganish jarayonida assotsiativ xotira so'zlar va ularning ma'nolari orasidagi bog'lanishlarni eslab qolishga yordam beradi. Misol uchun, yangi so'zni o'rganganingizda, uni bog'liq kontekst va tasvirlar bilan birga eslaysiz.

**O'qish va O'rganish:** O'qish va o'rganish jarayonida assotsiativ xotira ma'lumotlar orasidagi bog'lanishlarni eslab qolish va ularni qayta tiklashda yordam beradi. Bu jarayon sinaptik plastiklik va neyron tarmoqlar orqali amalga oshiriladi.

**Qaror Qabul Qilish:** Qaror qabul qilish jarayonida assotsiativ xotira oldin olingan ma'lumotlar va tajribalarni eslab qolish va ulardan foydalanishga yordam beradi. Bu jarayon turli alternativalar orasidan eng yaxshi qarorni tanlashda yordam beradi.

## **Assotsiativ Xotira va Sun'iy Intellekt**

Sun'iy intellekt sohasida assotsiativ xotira tushunchasi muhim rol o'ynaydi. Sun'iy neyron tarmoqlar va assotsiativ xotira algoritmlari murakkab ma'lumotlarni eslab qolish va ularni qayta tiklash qobiliyatini ta'minlaydi. Masalan, Xopfild tarmog'i assotsiativ xotiraning sun'iy modelidir. Ushbu tarmoq neyronlar va sinaptik bog'lanishlar orqali ma'lumotlarni eslab qoladi va qayta tiklaydi.

### **Xopfild Tarmog'ining Asosiy Xususiyatlari**

Xopfild tarmog'i asosiy jihatdan to'rtli struktura (fully connected network) sifatida ishlaydi, ya'ni har bir neyron tarmoqdagi barcha boshqa neyronlar bilan bog'langan. Ushbu tarmoqda neyronlar ikkilik holatlarda bo'lishi mumkin (faollashgan yoki faollashmagan). Neyronlar orasidagi bog'lanishlar (sinapslar) o'rganish jarayonida sozlanadi va tarmoqning assotsiativ xotira qobiliyatini ta'minlaydi.

### **Xopfild Tarmog'ining Kamchiliklari va Cheklovlari**

Garchi Xopfild ko'plab afzalliklarga ega bo'lsa-da, uning ba'zi kamchiliklari ham mavjud. Misol uchun, tarmoq katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlashda va qayta ishlashda samaradorlikni yo'qotishi mumkin. Bundan tashqari, tarmoqda overfitting va lokal minima muammolari kelishilishi mumkin.

### **Kelajakdagi Tadqiqot Yo'nalishlari**

Xopfild tarmog'ining kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlari ushbu tarmoqning samaradorligini oshirish va uning qo'llanilish sohasini kengaytirishga qaratilgan. Tadqiqotchilar yangi algoritmlar va yondashuvlar yordamida Xopfild tarmog'ining xotira qobiliyatini oshirish va uni murakkab ma'lumotlar bilan ishlashda samarali qilish ustida ishlamoqda. Shuningdek, tarmoqning biologik modellashtirish va neyrobiologik tadqiqotlar bilan bog'liqligini o'rganish ham kelajakdagi muhim yo'nalishlardan biridir.

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.**

1. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). BIR QATLAMLI PERCEPTRONNI O'QITISH. In " CANADA" INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEVELOPMENTS IN EDUCATION, SCIENCES AND HUMANITIES (Vol. 17, No. 1).
2. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). SUN'IY NEYRONNING MATEMATIK MODELINI HAMDA FAOLLASHTIRISH FUNKTSIYALARI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 17, No. 1).
3. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). SUNIY NEYRON TORLARINI ADAPTIV KUCHAYTIRISH USULI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 17, No. 1).
4. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). SUNIY NEYRON TORLARINI ADAPTIV KUCHAYTIRISH USULI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 17, No. 1).
5. Tojimatov, I. N., Olimov, A. F., Khaydarova, O. T., & Tojiboyev, M. M. (2023). CREATING A DATA SCIENCE ROADMAP AND ANALYSIS. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 2(23), 242-250.
6. Тожи́матов, И. Н. (2023). ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. PEDAGOG, 6(4), 514-516.
7. Muqaddam, A., Shahzoda, A., Gulasal, T., & Isroil, T. (2023). NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANIB TASVIRLARNI ANIQLASH USULLARI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 1(8), 63-74.

8. Raximov, Q. O., Tojimamatov, I. N., & Xo, H. R. O. G. L. (2023). SUNIY NEYRON TARMOQLARNI UMUMIY TASNIFI. Scientific progress, 4(5), 99-107.
9. Ortiqovich, Q. R., & Nurmamatovich, T. I. (2023). NEYRON TARMOQNI O 'QITISH USULLARI VA ALGORITMLARI. Scientific Impulse, 1(10), 37-46.
10. Tojimamatov, I. N., Mamalatipov, O., Rahmatjonov, M., & Farhodjonov, S. (2023). NEYRON TARMOQLAR. Наука и инновация, 1(1), 4-12.
11. Tojimamatov, I. N., Mamalatipov, O. M., & Karimova, N. A. (2022). SUN'IY NEYRON TARMOQLARINI O 'QITISH USULLARI. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(12), 191-203.
12. Muqaddam, A., Shahzoda, A., Gulasal, T., & Isroil, T. (2023). NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANIB TASVIRLARNI ANIQLASH USULLARI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 1(8), 63-74.
13. Raximov, Q. O., Tojimamatov, I. N., & Xo, H. R. O. G. L. (2023). SUNIY NEYRON TARMOQLARNI UMUMIY TASNIFI. Scientific progress, 4(5), 99-107.
14. Rahmatjonova, M. N., & Tojimamatov, I. N. (2023). BIZNESDA SUNIY INTELEKT TEXNOLOGIYALARI VA ULARNI AHAMIYATI. Лучшие интеллектуальные исследования, 11(3), 46-52.
15. 13 Artificial Intelligence: A Modern Approach Stuart Russell va Peter Norvig
16. 14 . Neural Networks and Deep Learning: A Textbook Charu C. Aggarwal
17. 15 . Pattern Recognition and Machine Learning Christopher M. Bishop
18. 16. Deep Learning Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, va Aaron Courville