

BIT SLICING TEXNIKASI SUN'IY INTELLEKT (AI) MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Sh.R.Farmonov

*Farg'ona davlat universiteti amaliy matematika va
informatika kafedrası katta o'qituvchisi*

farmonovsh@gmail.com

Z.N.Muhammadova

Farg'ona davlat universiteti 2-kurs talabasi

muhammadovazinnura@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada bit slicing texnikasining sun'iy intellekt (AI) modellarini optimallashtirishdagi qo'llanilishi yoritilgan. Bit darajasida hisoblash texnikasi hisoblash jarayonlarini samarali tashkil etib, tezkor ishlash va xotira sarfini kamaytirishni ta'minlaydi. Ayniqsa, binar neyron tarmoqlar (BNN) va kvantlangan AI modellar misolida XOR va AND kabi bit amallarining afzalliklari ko'rsatib berilgan. Ushbu texnologiyalar cheklangan resurslarga ega bo'lgan mobil qurilmalar, IoT tizimlari va edge computing muhiti uchun juda samaralidir.

Kalit so'zlar: Bit slicing, Sun'iy intellekt, AI optimallashtirish, Binar neyron tarmoqlar, Kvantlash, Edge AI, XOR amali, Kam quvvatli hisoblash.

Аннотация. В статье рассматривается применение техники битового разделения (Bit Slicing) для оптимизации моделей искусственного интеллекта (AI). Битовая обработка позволяет эффективно выполнять вычисления на уровне битов, обеспечивая быструю скорость выполнения и экономию памяти. Особое внимание уделяется бинарным нейронным сетям (BNN) и квантованным моделям AI, демонстрируя преимущества битовых операций, таких как XOR и AND. Эти методы особенно полезны для мобильных устройств, IoT-систем и пограничных вычислений с ограниченными ресурсами.

Ключевые слова: Битовое разделение, Искусственный интеллект, Оптимизация AI, Бинарные нейронные сети, Квантование, Пограничные вычисления, Операция XOR, Энергоэффективные вычисления.

Abstract. This article explores the application of bit slicing techniques in optimizing Artificial Intelligence (AI) models. Bit slicing allows efficient computations by operating at the bit level, enabling faster execution and reduced memory usage. Specific applications, such as Binary Neural Networks (BNN) and quantized AI models, are discussed, highlighting the advantages of bitwise operations like XOR and AND. These techniques are especially useful for mobile devices, IoT systems, and edge computing environments, where resources are limited.

Keywords: Bit slicing, Artificial Intelligence, AI optimization, Binary Neural Networks, Quantization, Edge AI, XOR operation, Low-power computing.

Bitli algoritmlar - bu raqamli hisoblashda asosan ikkilik sonlar ustida ishlovchi algoritmlar bo'lib, ular kompyuter tizimlarining asosini tashkil etadi. Bunday algoritmlar yuqori tezlik, samaradorlik va cheklangan resurslarda ishlash imkonini beruvchi xususiyatlari tufayli zamonaviy texnologiyalarda keng qo'llaniladi. Ushbu maqolada bitli algoritmlarning qo'llanilish sohalari, ularning muhim jihatlari va texnologiyalardagi roli tahlil qilinadi. Internet orqali kredit kartasi ma'lumotlarini shifrlashda. Ma'lumotlarni samarali qidirish uchun bitli algoritmlar juda muhim.

Bit slicing texnikasi sun'iy intellekt (AI) modellarini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi, ayniqsa hisoblash tezligini oshirish va resurslarni samarali boshqarish uchun ishlatiladi. Ushbu texnika bit darajasidagi manipulyatsiyalar orqali hisoblash jarayonlarini samarali bajarishni ta'minlaydi.

Bit Slicing Nima? Bit slicing – bu protsessorning bit darajasida ishlashini ta'minlovchi texnika bo'lib, odatda katta miqdordagi hisoblashlarni parallel ravishda bajarishga imkon beradi. Ushbu texnikada ma'lumotlar kichik bitlar bo'lib ajratiladi va ular ustida bir vaqtning o'zida amallar bajariladi.

Sun'iy intellekt modellarini optimallashtirishda bit slicing texnikasidan foydalanish quyidagi yo'nalishlarda qo'llaniladi:

1. Kvantlash (Quantization)

- AI modellarida float (suzuvchi nuqtali) ma'lumotlar o'rniga integer yoki hatto bit darajasidagi (1-bit, 2-bit) ma'lumotlar ishlatiladi.
- Bu ma'lumotlarni saqlash uchun xotirani kamaytiradi va hisoblash tezligini oshiradi.

Masalan, 32-bit o'rniga 8-bit integer qiymatlardan foydalanish, 1-bit binar neyron tarmoqda (BNN) har bir og'irlik va aktivatsiya qiymati faqat 0 yoki 1 bo'ladi.

2. Parallel hisoblash

- Bit slicing texnikasi orqali ma'lumotlarning har bir biti ustida amallarni parallel ravishda bajarish mumkin.
- Bu ayniqsa neyronsimon tarmoqlar (NN) uchun kerakli bo'lgan ko'p sonli hisoblashlarda ishlatiladi.

Foydali jihatlari bir protsessor siklida bir nechta bitli ma'lumotlar qayta ishlanadi hamda AI modellarini tezlashtirish va kam quvvat sarflash imkonini beradi.

3. Energiya tejankor hisoblash

- Bit slicing ishlatilgan AI modellarida kam energiya sarflanadi, chunki float hisoblashlarga nisbatan kam resurs talab qilinadi.
- Mobil qurilmalar va chegaraviy hisoblash (Edge Computing) uchun juda samarali.

4. Binar neyron tarmoqlar (BNN)

- Bit slicing binar neyron tarmoqlarda (Binary Neural Networks) keng qo'llaniladi.
- BNN-larda og'irliklar va aktivatsiyalar faqat 0 yoki 1 bo'lib, ularni bit darajasida saqlash va hisoblash mumkin.

Natijada xotira sarfi kamayadi hamda hisoblash jarayonlari ancha tezlashadi.

5. Model hajmini kichraytirish

- Bit slicing texnikasi yordamida AI modellarining parametrlari va xotira izlari (memory footprint) kichikroq hajmda saqlanishi mumkin.

- Bu ayniqsa mobil va IoT qurilmalarida AI modellari ishlatilayotganida foydalidir.

Bit slicing texnikasi sun'iy intellekt modellarini optimallashtirish uchun juda samarali hisoblanadi. Ayniqsa mobil AI va chegaraviy qurilmalar kabi resurslari cheklangan muhitlarda katta yutuqlar taqdim etadi. Bunday texnologiyalar Binar Neyron Tarmoqlar (BNN) kabi modellar yordamida sun'iy intellektni ancha tezkor va yengil qiladi.

Bit slicing texnikasining aniq misollaridan biri – Binar Neyron Tarmoqlar (BNN - Binary Neural Networks) dir. BNN'lar sun'iy intellekt sohasida bit darajasidagi hisoblashlarni samarali amalga oshirish uchun ishlab chiqilgan modellar hisoblanadi.

Binar Neyron Tarmoqlar (BNN)

BNN'larda modelning og'irliklari (**weights**) va aktivatsiya qiymatlari **binarlashtirilgan**, ya'ni ular faqat **0 yoki 1** (yoki +1 va -1) qiymatlarni qabul qiladi. Bu texnologiya bit slicing texnikasi yordamida:

- **Xotira sarfini kamaytiradi**
- **Hisoblash tezligini oshiradi**
- **Kam quvvatli qurilmalarda samarali ishlaydi**

Bit Slicing Qo'llanilishi

1. Og'irliklar va Aktivatsiyalarni Binarlashtirish

- Oddiy neyron tarmoqlarda og'irliklar 32-bit suzuvchi nuqtali (float32) sonlar sifatida saqlanadi.

- BNN'da og'irliklar va aktivatsiyalar faqat **1-bit** bo'ladi.

Masalan: Float og'irlik o'rniga:

$W = \{1, -1\}$ yoki $\{0, 1\}$

2. Bit Darajasidagi Operatsiyalar

- Suzuvchi nuqtali arifmetik o'rniga bitlar ustida **XOR**, **AND** kabi operatsiyalar ishlatiladi.

- Bu operatsiyalar protsessor uchun juda tez va samarali hisoblanadi.

Masalan:

Aktivatsiya va og'irliklar XOR operatori orqali ko'paytiriladi:

$A \text{ XOR } W = \text{natija}$

Bu hisoblash oddiy float ko'paytmalariga qaraganda ancha tez va samarali.

Amaliy Model Misoli: XNOR-Net

XNOR-Net – **BNN** ning bir ko'rinishi bo'lib, **bit slicing** texnikasini samarali ishlatadi. Ushbu model:

- Og'irliklarni va aktivatsiyalarni **binarlashtiradi**
- Matritsa ko'paytmasini tezlashtirish uchun **bitwise XOR** amallaridan foydalanadi

XNOR-Net'ning Asosiy Xususiyatlari

1. Xotira samaradorligi

- Og'irliklar va aktivatsiyalar faqat 1-bit bo'lganligi sababli, model ancha kichik hajmga ega bo'ladi.

2. Tezkor hisoblash

- Suzuvchi nuqtali ko'paytmalar o'rniga **bitwise XOR** ishlatiladi.
- Bit slicing yordamida parallel ravishda ko'p bitli hisoblashlar amalga oshiriladi.

3. Mobil va Edge AI uchun moslashuvchanlik

- XNOR-Net **mobil qurilmalar** va **IoT** muhitlarida samarali ishlaydi, chunki hisoblash va xotira talablari minimal darajada bo'ladi.

XNOR-Net Amaliy Qo'llanilishi

- **Ob'ektni aniqlash (Object Detection):**

Masalan, kam resursli qurilmalarda real vaqtda kameradan ob'ektlarni aniqlash.

- **Tasvirni tasniflash (Image Classification):**

Masalan, smartfon va IoT qurilmalarida AI bilan tezkor tasvirni tahlil qilish.

• **Edge**

AI

qurilmalari:

Masalan, **Raspberry Pi**, **ESP32** kabi qurilmalarda samarali ishlovchi neyron tarmoqlar.

XNOR-Net kabi binar neyron tarmoqlar bit slicing texnikasidan samarali foydalanadi va real dunyoda sun'iy intellekt modellarini kichraytirish, tezlashtirish va kam resurslarda ishga tushirish imkonini beradi. Bu texnologiya **mobil AI**, **IoT** va **chegaraviy hisoblash** uchun juda mos keladi.

Bu kabi modellar resurslar cheklangan muhitlarda sun'iy intellektni samarali qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

1. Marcin Jamro. C# Data Structures and Algorithms. Second Edition. Published by Packt Publishing Ltd., in Birmingham, UK. 2024. – 349 p.
2. Дж.Эриксон. АЛГОРИТМЫ.: – М.: " ДМК Пресс ", 2023. – 528 с.
3. Hemant Jain. Data Structures & Algorithms using Kotlin. Second Edition. in India. 2022. – 572 p.
4. Н. А. Тюкачев, В. Г. Хлебостроев. С#. Алгоритмы и структуры данных: учебное пособие для СПО. – СПб.: Лань, 2021. – 232 с.
5. Mykel J. Kochenderfer. Tim A. Wheeler. Algorithms for Optimization. Published by The MIT Press., in London, England. 2019. – 500 p.
6. Raxmonjonovich, F. S., & Saidahmad o'g'li, I. S. (2024). BFS ALGORITMI VA UNING XAVFSIZLIK SOHASIDAGI ROLI. SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM, 3(31), 117-123.
7. Raxmonjonovich, F. S. (2024). SUN'IY INTELEKT VA MASHINANI O'QITISHDA MATEMATIK ALGORITMDAN FOYDALANISH. Modern education and development, 15(5), 107-116.
8. Raxmonjonovich, F. S. (2024). GRAF NAZARIYASIDA MINIMAL BOG'LANISH DARAXTINI TOPISHDA PRIM ALGORITMINING QO'LLANILISHI. Modern education and development, 15(5), 329-337.

9. Raxmonjonovich, F. S. (2024). MA'LUMOTLARNI SIQISHDA BITLI ALGORITMLARDAN FOYDALANISH. *Modern education and development*, 15(5), 320-328.
10. Raxmonjonovich, F. S. (2024). AXBOROTLARNI SHIFRLASHDA MATEMATIK ALGORITMLARDAN FOYDALANISH. *Modern education and development*, 15(5), 338-344.
11. Raxmonjonovich, F. S. (2024). BIR SHAHARDAN BOSHQASIGA YUK YETKAZIB BERISHDA ENG OPTIMAL VA KAM XARAJAT SARFLANADIGAN YO'LNII TOPISHDA BELLMAN-FORD ALGORITMIDAN FOYDALANISH. *Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi*, 34(2), 72-78.
12. Raxmonjonovich, F. S. (2024). KOMPYUTER TARMOQLARI SOHASIDA BITLI ALGORITMLAR. *Modern education and development*, 15(4), 50-59.
13. Raxmonjonovich, F. S., & Xurshidbek o'g'li, A. O. (2024). FORD-BELMAN ALGORITMI. *Modern education and development*, 15(4), 60-65.
14. Raxmonjonovich, F. S. (2024). IJTIMOIIY TARMOQLAR TAHLILIDA BFS ALGORITMLARI. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 58(7), 20-26.
15. Raxmonjonovich, F. S. (2024). DINAMIK DASTURLASH VA TARMOQ OQIMIDA FORD-BELMAN ALGORITMIDAN FOYDALANISH. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 58(7), 13-19.
16. Raxmonjonovich, F. S. (2024). GRAFLARDA FLOYD-WARSHALL ALGORITMINING AHAMIYATI. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 58(7), 6-12.
18. Raxmonjonovich, F. S., & Hamdamjon o'g'li, A. S. (2024). HISOBLASH MATEMATIKASI VA SONLI ANALIZ SOXASIDA DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI YECHISHDA MATEMATIK ALGORITMLARNING AHAMIYATI. *TADQIQOTLAR. UZ*, 51(2), 37-44.

19. Raxmonjonovich, F. S. (2024). ARIFMETIK VA GEOMETRIK PROGRESSIYAGA OID MASALALARNING MATEMATIK ALGORITMLARI YORDAMIDA YECHISH. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 34(1), 142-152.
20. Raxmonjonovich, F. S. (2024). XOFMAN KODLASH TIZIMI: AVIATSIYA VA PARVOZ MA'LUMOTLARINI SIQISHNING INNOVATSION YONDASHUVI. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 34(1), 153-160.
21. Raxmonjonovich, F. S., & Botirali o'g'li, T. M. (2024). KAN ALGORITMINI GRAFLARDA QO'LLANILISHI. *TADQIQOTLAR. UZ*, 51(2), 27-36.
22. Raxmonjonovich, F. S. (2024). ROBOTOTEXNIKA SOHASIDA GEOMETRIK ALGORITMLARNING O'RNI. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 34(1), 134-141.
23. Raxmonjonovich, F. S. (2024). MINIMAL BOG'LANISH DARAXTINI TOPISHDA PRIM ALGORITMIDAN FOYDALANISH. *YANGI O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(3), 436-443.
24. Raxmonjonovich, F. S., & Kudratullo o'g, K. U. B. (2024). C# VA NET FRAMEWORK ORQALI ZAMONAVIY VA XAVFSIZ TARMOQ DASTURLARINI ISHLAB CHIQUISH. *International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING*, 5(2), 351-356.
25. Raxmonjonovich, F. S., & Azizjon o'g'li, N. A. (2024). WORKING WITH DATE AND TIME IN MODERN PROGRAMMING LANGUAGES. *International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING*, 5(2), 296-300.
26. Farmonov, S., & Rustamova, N. (2024, May). SINFLASHNING METRIK ALGORITMLARI, YAQIN QO'SHNI USULI VA UNI UMUMLASHTIRISH HAMDA ULARNI NEYRON TARMOQ TEXNOLOGIYALARIDA QO'LLANILISHI. In *Международная конференция академических наук (Vol. 3, No. 5, pp. 71-75)*.

27. Farmonov, S., & Ergashaliyeva, B. (2024). QATIYMAS NEYRON TO'RLAR: MAMDANI QATIYMAS MANTIQIY XULOSASI, SUGENO QATIYMAS MANTIQIY XULOSASI. *Development and innovations in science*, 3(5), 62-70.
28. Raxmonjonovich, F. S. (2024). KOMPYUTER GRAFIKASI VA O'YIN DASTURLASHDA JOHNSON ALGORITMINING AHAMIYATI. *Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi*, 34(2), 145-151.
29. Farmonov, S. R., & qizi Oktamjonova, M. I. (2024, November). FLOYD-UORSHELL ALGORITMI. In *International Conference on World Science and Resarch* (Vol. 1, No. 3, pp. 32-42).
30. Raxmonjonovich, F. S. (2024). KAN ALGORITMI VA UNING AMALIY QO'LLANILISHLARI. *Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi*, 34(2), 139-144.
31. Farmonov, S. R. (2024). BFS ALGORITMI ORQALI TOPOLOGIK TARTIBNI ANIQLASH. *ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI БЕКЕ*, (56-5).
32. Raxmonjonovich, F. S. (2024). JONSON ALGORITMI BILAN BOG 'LIQ MUAMMOLAR VA ULARNI YECHISH USULLARI. *Modern education and development*, 15(4), 32-42.
33. Raxmonjonovich, F. S. (2024). KAN ALGORITMI ASOSIDA GRAFLARDA SIKLSIZ TARTIBNI ANIQLASH. *Modern education and development*, 15(4), 43-49.
34. Rahmonaliyevich, F. S. (2024). FORD-BELLMAN ALGORITMI, ENG QISQA YO 'LLARNI TOPISH. *TADQIQOTLAR. UZ*, 51(2), 45-51.