

## SUN'IY INTELLEKTDА OPTIMAL QIDIRUV ALGORITMLARI

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ В ИСКУССТВЕННОМ  
ИНТЕЛЛЕКТЕ

## OPTIMAL SEARCH ALGORITHMS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abdukadirov Baxtiyor Abduvaxitovich

Farg'ona davlat universiteti

Axborot texnologiyalari kafedrası dotsenti, PhD

bakhtiyor.uz@gmail.com

Ismoilova Mehrinoz Otabek qizi

Farg'ona davlat universiteti

Axborot tizimlari va texnologiyalari yo'nalishi

2-kurs talabasi mehrinozmarupov3@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20037084>

**Annotatsiya.** Ushbu maqola sun'iy intellekt (SI) tizimlarida ma'lumotlarni qayta ishlash va murakkab masalalarni yechishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan optimal qidiruv algoritmlarini o'rganishga bag'ishlangan. Maqola doirasida qidiruv algoritmlarining “ko'r-ko'rona” (uninformed) va “evristik” (informed) turlari qiyosiy tahlil qilinadi. Xususan, A\* algoritmi va uning optimallik shartlari, shuningdek, hisoblash jarayonida vaqt va xotira resurslarini tejash masalalari atroflicha yoritib beriladi. Maqolaning maqsadi – muayyan amaliy masalalarni yechishda eng maqbul qidiruv strategiyasini tanlash mezonlarini belgilash hamda ushbu algoritmlarning hisoblash samaradorligini baholashdan iborat. Maqolada keltirilgan xulosalar robototexnika, navigatsiya tizimlari va avtomatlashtirilgan qaror qabul qilish jarayonlarida qidiruv samaradorligini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** Sun'iy intellekt, optimal qidiruv, evristik algoritmlar, A\* algoritmi, algoritmik

**Аннотация:** Данная статья посвящена изучению оптимальных поисковых алгоритмов, играющих ключевую роль в обработке данных и решении сложных задач в системах искусственного интеллекта (ИИ). В рамках статьи проводится сравнительный анализ “слепых” (uninformed) и “эвристических” (informed) методов поиска. В частности, подробно рассматриваются алгоритм A\* и условия его оптимальности, а также вопросы экономии времени и ресурсов памяти в процессе вычислений. Целью статьи является определение критериев выбора наиболее эффективной поисковой стратегии для решения конкретных прикладных задач, а также оценка вычислительной эффективности данных алгоритмов. Выводы, представленные в статье, служат формированию практических рекомендаций по повышению эффективности поиска в робототехнике, навигационных системах и процессах автоматизированного принятия решений.

**Ключевые слова:** Искусственный интеллект, оптимальный поиск, эвристические алгоритмы, алгоритм A\*, алгоритмическая эффективность, анализ сложности, пространство состояний.

**Abstract:** This article is dedicated to the study of optimal search algorithms that play a crucial role in data processing and solving complex problems in artificial intelligence (AI) systems. Within the scope of the article, a comparative analysis of "uninformed" and "informed" (heuristic) search algorithms is conducted. Specifically, the A\* algorithm and its optimality conditions are examined in detail, as well as the issues of saving time and memory resources during computation. The purpose of the article is to establish criteria for selecting the most optimal search strategy for solving specific practical problems and to evaluate the computational efficiency of these algorithms. The conclusions presented in the article serve to form practical recommendations for improving search efficiency in robotics, navigation systems, and automated decision-making processes.

**Keywords:** Artificial intelligence, optimal search, heuristic algorithms, A\* algorithm, algorithmic efficiency, complexity analysis, state space.

### Kirish

Bugungi kunda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi turli sohalarda yuqori samarali avtomatlashtirilgan yechimlar yaratishni talab qilmoqda. SI tizimlarining muvaffaqiyati ko'p jihatdan murakkab masalalarni tezkor va to'g'ri hal qilish qobiliyatiga bog'liq. Har qanday murakkab masalani yechish jarayoni, mohiyatan, holatlar fazosida (state space) eng maqbul yechimni qidirishdan iboratdir. Navigatsiya tizimlaridan tortib, robototexnika va o'yin nazariyasigacha bo'lgan barcha sohalarda qidiruv algoritmlari markaziy o'rinni egallaydi. Biroq, qidiruv maydoni o'sib borgan sari, barcha mumkin bo'lgan variantlarni to'liq ko'rib chiqish hisoblash resurslarini haddan tashqari ko'p sarflashga olib keladi. Shu bois, muhandislik va dasturlash nuqtai nazaridan eng asosiy muammo — bu nafaqat to'g'ri yechim topish, balki uni minimal vaqt va xotira resurslari sarfi bilan amalga oshirish, ya'ni "optimallik" shartiga rioya qilishdir. Mazkur maqola sun'iy intellekt tizimlarida qo'llaniladigan "ko'r-ko'rona" (uninformed) va "evristik" (informed) qidiruv usullarini qiyosiy o'rganishga bag'ishlanadi. Maqolada A\* kabi klassik qidiruv algoritmlarining ishlash mexanizmlari, ularning optimallik darajalari va amaliyotda qo'llanilish xususiyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi — muayyan amaliy masalalarni hal etishda qaysi qidiruv strategiyasini tanlash bo'yicha mezonlarni belgilash va ushbu algoritmlarning hisoblash samaradorligini baholashdan iborat.

### Asosiy qism

Sun'iy intellekt tizimlarida qidiruv algoritmlari murakkab masalalarni yechishning fundamental mexanizmi hisoblanadi. Bu jarayon dastlabki holatdan maqsadli holatga erishish uchun eng samarali yo'lni aniqlashni nazarda tutadi. Qidiruv algoritmlari asosan ikki guruhga ajratiladi: "ko'r-ko'rona" (uninformed) va "evristik" (informed) qidiruv usullari. Ko'r-ko'rona qidiruvga mansub Breadth-First Search (BFS) yoki Depth-First Search (DFS) kabi usullar tizimli bo'lsa-da, qidiruv maydoni kengaygan sari hisoblash resurslarini haddan tashqari ko'p sarflaydi, chunki ular maqsadga yaqinlashish uchun hech qanday qo'shimcha ma'lumotga tayanmaydi.

Ushbu samaradorlik muammosini hal qilish uchun sun'iy intellekt tizimlarida evristik qidiruv, xususan, A\* (A-yulduz) algoritmi keng qo'llaniladi. A\* algoritmi nafaqat maqsadni topish, balki uni minimal vaqt va xotira sarfi bilan amalga oshirish bo'yicha optimal yechim hisoblanadi. Uning ishlash prinsipi quyidagi funksiyaga asoslanadi:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Bu yerda  $g(n)$  boshlang'ich tugundan hozirgi  $n$  tugungacha bosib o'tilgan haqiqiy yo'l qiymatini,  $h(n)$  esa maqsadga yetish uchun taxminiy evristik qiymatni ifodalaydi. A\* algoritmi har bir qadamda  $f(n)$  qiymati eng kichik bo'lgan tugunni tanlab, qidiruvni maqsad sari “aqlli” yo'naltiradi. Agar  $h(n)$  funksiyasi to'g'ri tanlansa, algoritm har doim eng qisqa yo'lni topishga kafolat beradi. Qidiruv usullarini qiyosiy tahlil qilganda, ko'r-ko'rona qidiruv metodlari (BFS, DFS) algoritmalar murakkabligi nuqtai nazaridan yuqori resurs talab qilsa, A\* algoritmi evristika yordamida qidiruv maydonini qisqartiradi va optimallikni ta'minlaydi. Masalan, navigatsiya tizimlarida BFS barcha mumkin bo'lgan ko'chalarni tekshirib chiqishi kerak bo'lsa, A\* algoritmi aynan maqsadga yo'naltirilgan yo'llarni tahlil qiladi. Shuning uchun, zamonaviy robototexnika va avtomatlashtirilgan tizimlarda aynan A\* kabi evristik usullardan foydalanish hisoblash samaradorligini oshirishning eng maqbul yo'li hisoblanadi.

### Xulosa

Maqolada ko'rib chiqilgan qidiruv algoritmlari SI tizimlarining asosi hisoblanadi. “Ko'r-ko'rona” qidiruv usullari nazariy jihatdan muhim bo'lsa-da, amaliyotda evristik algoritmalar, xususan A\*, yuqori samaradorlikni namoyon etadi. Optimallik va hisoblash tezligi o'rtasidagi muvozanatni topish uchun evristik funksiyani to'g'ri tanlash hal qiluvchi ahamiyatga ega. Kelgusida murakkabroq muhitlarda qidiruv algoritmlarini yanada optimallashtirish uchun mashinali o'qitish (machine learning) usullarini integratsiya qilish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Kelgusida mazkur sohadagi tadqiqotlar nafaqat klassik evristik funksiyalarni takomillashtirishga, balki mashinali o'qitish (machine learning) yordamida o'zgaruvchan muhitlarga avtomatik moslashuvchan qidiruv strategiyalarini ishlab chiqishga qaratilishi maqsadga muvofiqdir. Yakunda shuni ta'kidlash joizki, qidiruv algoritmlarini optimallashtirish — robototexnika, navigatsiya tizimlari va umuman sun'iy intellekt texnologiyalarining kelajagini belgilovchi eng muhim omillardan biridir.

### Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Russell, S. J., & Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. — 2020.
2. Nilsson, N. J. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. — 1998.
3. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. *Introduction to Algorithms*. — 2009.
4. <https://www.geeksforgeeks.org/a-search-algorithm>
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/A\\*\\_search\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm)