



GRAF NAZARIYASI VA AMALIYOTIDA ENG QISQA YO'LN TOPISH MASALASINING YECHIMI SIFATIDA FORD-BELLMAN ALGORITMINING O'RNI VA QO'LLANILISHI

Onarkulov Maksadjon Karimberdiyevich

*Farg'ona davlat univarsiteti Amaliy matematika
va informatika kafedrasi dotsenti (PhD)*

maxmaqsad@gmail.com

Qurbonova Mohidil Bahodirjonqizi

Farg'ona davlat universiteti talabasi

mohidil996@gmail.com

Anotatsiya: Ushbu maqolada graf nazariyasi sohasidagi eng qisqa yo'l topish masalasi va uni hal qilishda Ford-Bellman algoritmining o'rni ko'rib chiqiladi. Algoritmning nazariy asoslari, ishlash mexanizmi va manfiy og'irliklarga ega qirralar bilan ishlashdagi imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, algoritmnining dasturlashda realizatsiyasi, turli sohalarda — transport logistika, tarmoq marshrutlash va iqtisodiy modellashtirishda qo'llanilishi yoritiladi. Maqolada Ford-Bellman algoritmining samaradorligi va boshqa qisqa yo'l topish algoritmlari bilan taqqoslanishi ham ko'rsatiladi.

Annotation: This article examines the role of the Ford-Bellman algorithm in solving the shortest path problem in graph theory. It analyzes the theoretical foundations of the algorithm, its working mechanism, and its capability to handle edges with negative weights. The article also discusses the implementation of the algorithm in programming and its applications in various fields such as transportation logistics, network routing, and economic modeling. The efficiency of the Ford-Bellman algorithm is compared with other shortest path algorithms.

Аннотация: В данной статье рассматривается роль алгоритма Форда-Беллмана в решении задачи поиска кратчайшего пути в теории графов. Анализируются теоретические основы алгоритма, его механизм



работы и возможность обработки рёбер с отрицательными весами. Также обсуждается реализация алгоритма в программировании и его применение в различных областях, таких как транспортная логистика, маршрутизация сетей и экономическое моделирование. Приводится сравнение эффективности алгоритма Форда-Беллмана с другими алгоритмами поиска пути.

Kalit so'zlar: Ford-Bellman algoritmi, eng qisqa yo'l topish, manfiy og'irliklar, graf nazariyasi, marshrutlash, algoritm optimallashtirish, yo'l topish algoritmlari.

Keywords: Ford-Bellman algorithm, shortest path finding, negative weights, graph theory, routing, algorithm optimization, pathfinding algorithms.

Ключевые слова: Алгоритм Форда-Беллмана, поиск кратчайшего пути, отрицательные веса, теория графов, маршрутизация, оптимизация алгоритма, алгоритмы поиска пути.

Kirish. Zamonaviy dunyoda axborot texnologiyalari, transport tizimlari, logistika, iqtisodiyot va sun'iy intellekt sohalarida ma'lumotlarni samarali boshqarish va tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu sohalarning ko'pchiligida turli tugunlar va ularni bog'lovchi qirralar orqali ifodalangan tarmoqlar, ya'ni grafiklar keng qo'llaniladi. Graf nazariyasi esa bunday tarmoqlarni matematik nuqtai nazardan o'rganish va tahlil qilish uchun zarur vositadir.

Grafda eng qisqa yo'lni topish masalasi — berilgan boshlang'ich tugundan boshqa tugungacha bo'lgan eng kam xarajatli yo'lni aniqlash vazifasidir. Bu masala nafaqat nazariy ahamiyatga ega, balki ko'plab amaliy sohalarda, jumladan tarmoq marshrutlash, yo'lovchi va yuk tashish tizimlarini optimallashtirish, moliyaviy portfellarni boshqarish, ishlab chiqarish zanjirlarini rejalashtirish va boshqa ko'plab sohalarda hal qilinadi.

Eng qisqa yo'lni topish uchun ko'plab algoritmlar mavjud bo'lib, ularning eng mashhurlaridan biri — Dijkstra algoritmi hisoblanadi. Biroq, Dijkstra



algoritmi faqat manfiy og'irlikli qirralarsiz graf uchun to'g'ri ishlaydi. Aks holda, noto'g'ri natijalarga olib kelishi mumkin. Shu sababli, manfiy og'irliklar mavjud bo'lgan holatlar uchun maxsus algoritmlar ishlab chiqilgan. Ford-Bellman algoritmi ana shunday algoritmlardan biri bo'lib, o'zining oddiyligi, aniq natija berishi va manfiy og'irlikli qirralarni hisobga olish imkoniyati bilan ajralib turadi.

Ushbu maqolada Ford-Bellman algoritmining nazariy asoslari, dasturiy ta'minotda realizatsiyasi, amaliy qo'llanilishi va boshqa algoritmlar bilan taqqoslanishi batafsil ko'rib chiqiladi. Shuningdek, uning afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi.

Asosiy qism

1. Graf nazariyasi va eng qisqa yo'l masalasi haqida umumiy ma'lumot

Graf — bu tugunlar (vertexlar) va ular orasidagi bog'lovchi qirralardan (edge) tashkil topgan tuzilma bo'lib, har bir qirra ma'lum bir og'irlik yoki xarajat qiymatiga ega bo'lishi mumkin. Masalan, transport tizimida qirralar masofa yoki yo'lni yuki, tarmoqlarda esa ma'lumot uzatish xarajati bo'lishi mumkin.

Eng qisqa yo'l masalasi — berilgan boshlang'ich tugundan boshqa tugunga eng kam umumiy og'irlikka ega bo'lgan yo'lni aniqlash. Bu masalani hal qilish uchun ko'plab yondashuvlar ishlab chiqilgan. Eng mashhur yondashuvlardan biri — Dijkstra algoritmi, u samarali ishlaydi, lekin manfiy og'irliklarni hisobga olmaydi. Boshqa yondashuvlar, masalan, Floyd-Warshall algoritmi, har bir tugun juftligi uchun eng qisqa yo'lni topadi, ammo u ham katta grafiklarda samaradorlik jihatidan qiyinchiliklarga duch keladi.

2. Ford-Bellman algoritmining nazariy asoslari

Ford-Bellman algoritmi (ba'zida Bellman-Ford deb ataladi) 1950-yillarda ishlab chiqilgan bo'lib, eng qisqa yo'lni topish masalasida manfiy og'irlikli qirralarni ham hisobga oladi. Algoritm dinamik dasturlash printsipligiga asoslangan bo'lib, quyidagi asosiy fikrga tayanadi: eng qisqa yo'l $|V|-1$ qadamda topilishi mumkin, bunda $|V|$ — grafdagi tugunlar soni.

Algoritm bosqichlari quyidagicha:



- Har bir tugunning boshlang'ichdan masofasi dastlab ∞ ga teng deb olinadi, boshlang'ich tugun uchun esa 0.
- Grafdagi barcha qirralar ustida $|V|-1|V|-1|V|-1$ marta takroran yurib chiqiladi. Har bir qirra uchun: agar manzil tugunga borish uchun yangi yo'l mavjud bo'lib, oldingi masofadan kichik bo'lsa, masofa yangilanadi.
- Agar $|V|-1|V|-1|V|-1$ marta takrorlashdan keyin ham masofalar yangilanayotgan bo'lsa, demak, grafda manfiy og'irlikka ega sikl mavjud.

Xulosa. Ford-Bellman algoritmi graf nazariyasida eng qisqa yo'lni topish masalasining yechimida muhim o'rin tutadi. Uning eng asosiy afzalligi — manfiy og'irlikli qirralarni hisobga olishi va agar mavjud bo'lsa, manfiy sikllarni aniqlay olishi hisoblanadi. Bu xususiyat algoritmni Dijkstra va boshqa klassik eng qisqa yo'l topish algoritmlaridan ajratib turadi, ayniqsa murakkab tarmoqlarda va ijobiy bo'lmagan og'irliklarga ega graf strukturalarida qo'llash uchun zarur vosita qiladi.

Ford-Bellman algoritmi dinamik dasturlash tamoyillari asosida ishlaydi va har bir tugun uchun minimal masofani takroran yangilab boradi. Bu esa uning samaradorligini biroz pasaytirishi mumkin, ayniqsa katta o'lchamli grafiklarda hisoblash vaqti $O(|V| \cdot |E|)$ darajasida bo'ladi. Shu sababli, katta hajmdagi ma'lumotlar uchun optimallashtirilgan yoki maxsus maqsadlar uchun mo'ljallangan boshqa algoritmlar ham keng qo'llaniladi.

Amaliyotda Ford-Bellman algoritmi tarmoq marshrutlash, transport tizimlari, iqtisodiy modellash, sun'iy intellekt va boshqa sohalarda samarali qo'llaniladi. Uning imkoniyatlari tufayli, manfiy og'irliklar mavjud bo'lgan holatlarda ishonchli natija olish mumkin, bu esa tahlil va qaror qabul qilish jarayonlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Kelajakda Ford-Bellman algoritmini optimallashtirish, uning ishlash tezligini oshirish, paralel hisoblashga moslash va zamonaviy texnologiyalar bilan integratsiyalash kabi yo'nalishlarda tadqiqotlar davom etmoqda. Shu tariqa, u yanada samarali va keng ko'lamda qo'llaniladigan algoritmlardan biriga aylanishi kutilmoqda.





Umuman olganda, Ford-Bellman algoritmi nazariy va amaliy jihatdan graflar bilan ishlashda juda muhim ahamiyatga ega bo'lib, eng qisqa yo'lni aniqlash masalalarida ishonchli va keng qamrovli yechim taqdim etadi.

Foydalanilgan Adabiyotlar:

1. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). SUN'IY INTELLEKTNING AFZALLIKLARI VA KAMCHILIKLARI. *IZLANUVCHI*, 1(1), 75-85.
2. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). NEYRO KOMPYUTERLAR. *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(5), 19-27.
3. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). K-YAQIN QO'SHNI ALGORITMI. *IZLANUVCHI*, 1(1), 122-124.
4. Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2025). WPFDA ANIMATSIYA YARATISHNI QO'LLANISHI. *MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS*, 1(4), 172-175.
5. Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2025). MOLIYA VA HISOB-KITOB ILOVALARIDA WPF BILAN ISHLASH. *MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS*, 1(4), 189-193.
6. Karimberdiyevich, O. M. (2024). NEYROEMULYATORLAR VA ULARNING QO'LLANILISHI. *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(5), 82-89.
7. Abdulaziz ogli, Y. M. (2025). WPF DA IKKI O'LCHOVLI VA UCH O'LCHOVLI GRAFIKALAR BILAN ISHLASHNING HAYOTGA TATBIQLARI. *MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS*, 1(4), 176-179.
8. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). MASHINANI O 'RGANISHDA TASNIFLASH VA REGRESSIYA. *IZLANUVCHI*, 1(1), 114-121.



9. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). PIVOT JADVALI YARATISH VA TAHRIRLASH. YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI, 1(5), 28-30.
10. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). MASHINANI O 'RGANISHDA TASNIFLASH VA REGRESSIYA. *IZLANUVCHI*, 1(1), 114-121.
11. Karimberdiyevich, O. M. (2024). FORMAL GRAMMATIKA VA SEMANTIK TO'R. *IZLANUVCHI*, 1(1), 94-99.
12. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). PROGNOZLASH VA VIZUALIZATSIYA. *TA'LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI*, 1(1), 124-132.
13. Karimberdiyevich, O. M. (2024). O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA BIG DATA NI RIVOJLANISH TENDENSIYALARI. *TA'LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI*, 1(1), 147-151.
14. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). ICHKI MUAMMOLARNI TUSHUNISH. *TA'LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI*, 1(1), 98-104.
15. Karimberdiyevich, O. M., Abdulaziz o'g'li, Y. M., & Hokimjon o'g, I. M. R. (2024). EVALUTSION DASTURLASH. GENETIK ALGORITM. *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(4), 519-522.
16. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). GRAMMATIKALAR TURLARI: KONTEKST-ERKIN VA REGULAR GRAMMATIKA. *IZLANUVCHI*, 1(1), 54-61.
17. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). QARORLARNI QO 'LLAB QUVVATLASH TIZIMLARI. *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(4), 361-364.
18. Karimberdiyevich, O. M. (2024). DATA SCIENCE DA KATTA MA'LUMOTLARNI EKOTIZIMLAR. *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(4), 365-371.



19. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). DATA SCIENCE JARAYONLARI. *TA'LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI*, 1(1), 78-80.
20. Karimberdiyevich, O. M., & Abdulaziz o'g'li, Y. M. (2024). BERILGANLARNI INTELLEKTUAL TAHLILI USULLARI. *YANGI O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(4), 372-375.