

SHAHAR JAMOAT TRANSPORTI YO'NALISHLARINI TAKOMILLASHTIRISHDA DIJKSTRA ALGORITMINING AHAMIYATI (FARG'ONA SHAHRI MISOLIDA)**Xametov Zamirbek Muxtorovich**

Farg'ona davlat texnika universiteti, "Transport vositalari muhandisligi" kafedrası mudiri.

Tel: (99)999-92-66. Gmail: zamir311384@mail.ru, Xametov.Z@fstu.uz.**Karimov Javohir Shuhratovich**

Farg'ona davlat texnika universiteti, "Transport vositalari muhandisligi" kafedrası 1-bosqich doktoranti.

Tel: (93)337-44-33 Gmail: javokhir1507@gmail.com<https://doi.org/10.5281/zenodo.17159187>

Annotatsiya. Shahar jamoat transporti tizimida yo'lovchilar oqimini samarali boshqarish va marshrutlarni optimallashtirish dolzarb masalalardan biridir. Ushbu tadqiqotda Dijkstra algoritmining nazariy asoslari va graflar nazariyasidagi o'rni tahlil qilinib, uning avtobus yo'nalishlarini rejalashtirishdagi qo'llanish imkoniyatlari ko'rib chiqildi. Farg'ona shahri transport ma'lumotlari asosida algoritmnining amaliy qo'llanilishi o'rganilib, foydalanuvchilar uchun eng qisqa marshrutni tanlashga yordam beruvchi konseptual model ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari algoritmnining transport tizimida samaradorlikni oshirishdagi ahamiyatini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: shahar jamoat transporti, transport logistikasi, Dijkstra algoritmi, eng qisqa yo'l, Farg'ona shahri.

Аннотация. Эффективное управление пассажиропотоком и оптимизация маршрутов городского общественного транспорта является актуальной задачей. В исследовании проанализированы теоретические основы алгоритма Дейкстры и его применение при планировании автобусных маршрутов. На основе данных транспортной системы города Ферганы рассмотрены практические возможности использования алгоритма и предложена концептуальная модель для определения кратчайшего маршрута. Результаты показали, что использование алгоритма способствует повышению эффективности транспортной системы.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, транспортная логистика, алгоритм Дейкстры, кратчайший путь, город Фергана.

Abstract. Efficient passenger flow management and route optimization in urban public transport remain pressing issues. This study analyzes the theoretical foundations of Dijkstra's algorithm and its application to bus route planning. Using data from Fergana city's transport system, practical opportunities of applying the algorithm were examined, and a conceptual model for identifying the shortest route was developed. The findings demonstrate the algorithm's significance in improving urban transport efficiency.

Keywords: urban public transport, transport logistics, Dijkstra's algorithm, shortest path, Fergana city.

Kirish

Eng qisqa yo'l muammosi (Shortest Path Problem, SPP) graflar nazariyasining klassik masalalaridan biri bo'lib, transport tizimlarini tashkil etishda, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda, logistika va boshqaruv sohalarida keng qo'llaniladi[2],[7]. Ushbu muammo shahar jamoat transporti tizimini samarali boshqarish va yo'lovchilarga qulay xizmat ko'rsatish uchun alohida ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda aholi sonining ortishi va shaharlar transport tizimining murakkablashuvi natijasida jamoat transportida optimal marshrutlarni aniqlash tobora dolzarb masalaga aylanmoqda. Yo'lovchilarning vaqtini tejash, bekatlar orasida ortiqcha yurishni kamaytirish hamda transport oqimini muvozanatlashtirish uchun matematik va algoritmik yondashuvlarga asoslangan yechimlardan foydalanish talab etiladi[8],[9]. Shu nuqtayi nazardan, 1959-yilda Edsger Dijkstra tomonidan ishlab chiqilgan Dijkstra algoritmi eng qisqa yo'l muammosini samarali yechishda keng qo'llaniladigan va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan algoritmardan biridir[1]. Ushbu algoritm yordamida shahar avtobus yo'nalishlari tarmog'ida boshlang'ich bekatdan maqsad bekatigacha eng qisqa va qulay yo'lni aniqlash mumkin.

Asosiy qism

Eng qisqa yo'l muammosi va algoritmlar. Eng qisqa yo'l muammosi kundalik hayotda ham, shahar transport tizimida ham katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, agar Farg'ona shahrida yo'lovchi A nuqtadan B nuqtaga borishni istasa, u nafaqat masofaviy jihatdan, balki vaqt sarfi va o'tish (transfer) soni jihatidan ham eng maqbul yo'lni topishga intiladi. Bu jarayon nafaqat yo'lovchilar uchun qulaylik yaratadi, balki butun shahar transport tizimining samaradorligini ham oshiradi[8]. Shuningdek, yirik infratuzilma loyihalarida, xususan, Farg'ona viloyatida yangi temiryo'l yoki avtobus yo'nalishlarini tashkil etishda ham ushbu muammo dolzarbdir. Qurilish xarajatlarini kamaytirish, aholi yashash hududlariga qulaylik yaratish va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlash eng qisqa yo'l muammosini hisobga olishni talab qiladi. Eng qisqa yo'l muammolarini yechish uchun ko'plab kompyuter olimlari turli algoritmlar ishlab chiqdilar. **Dijkstra algoritmi**, 1959-yilda Dijkstra tomonidan taklif qilingan bo'lib, eng qisqa yo'lni topish algoritmlaridan biridir. U kengaytirilgan qidiruv (Breadth-first search) va "ochko'z algoritmi" (greedy algorithm) printsiplariga asoslanadi [1],[2]. Boshqacha qilib aytganda, u barcha tugunlarni tekshiradi, har bir bosqichda optimal natijani tanlaydi va barcha tugunlar ko'rib chiqilgandan so'ng yakuniy natijani beradi. **Bellman-Ford algoritmi** ham Dijkstra algoritmiga o'xshash bo'lib, eng qisqa yo'l muammosini hal etishda qo'llanadi. U "relaksatsiya" printsiipiga asoslanadi va har bir qirra ushbu jarayonni $|V|-1$ (tugunlar sonidan 1 ta kam) marta bajaradi [3][4]. Bu algoritm ko'proq vaqt talab qilsa-da, qo'llanishda yanada moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Yana bir algoritm **-Floyd-Warshall algoritmi** bo'lib, u ham eng qisqa yo'l muammosini hal etishda qo'llanadi. Bu algoritm ixtiyoriy ikkita tugun orasidagi eng qisqa yo'lni topishga qaratilgan va dinamik dasturlash printsiipiga asoslanadi [5][6].

Dijkstra algoritmining ishlash prinsipi. Yuqorida keltirilgan turli algoritmlar ichida **Dijkstra algoritmi** eng klassik va keng qo'llaniladigan algoritm hisoblanadi[1],[7]. U vaqt murakkabligi jihatidan samarali bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$O(|E|+|V|\log|V|)$$

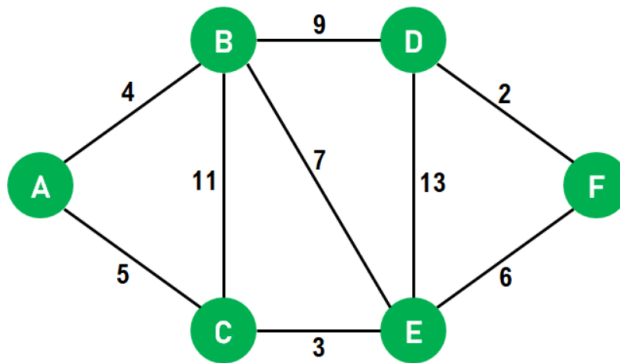
Bu yerda $|V|$ – tugunlar soni, $|E|$ – qirralar sonini anglatadi.

Dijkstra algoritmi nafaqat boshlang'ich tugundan yakuniy tugungacha bo'lgan eng qisqa yo'lni, balki boshlang'ich tugundan barcha tugunlargacha bo'lgan eng qisqa yo'llarni ham aniqlab beradi. Algoritmning ishlash tartibi quyidagicha:

1. Har bir tugunga ikki qiymat biriktiriladi:
 - o d_j – boshlang'ich tugundan j-tugungacha bo'lgan eng qisqa masofa,
 - o p_j – shu yo'ldagi oldingi tugun.
2. Boshlang'ich tugun masofasi 0 qilib belgilanadi, qolganlari esa ∞ deb olinadi.
3. Har safar eng kichik masofaga ega tugun tanlanadi va unga bog'langan qo'shni tugunlarning masofasi yangilanadi.

4. Barcha tugunlar belgilangach, algoritm yakunlanadi.

Misol. Quyida berilgan grafda quyidagi qirralar (yo'llar) va ularning og'irliklari (masofalari) keltirilgan:



Qirralar va ularning og'irliklari:

$A \rightarrow B: 4$, $A \rightarrow C: 5$, $B \rightarrow D: 9$, $B \rightarrow C: 11$, $C \rightarrow E: 3$, $D \rightarrow E: 13$, $D \rightarrow F: 2$, $E \rightarrow F: 6$

Vazifa: A tugundan barcha boshqa tugunlargacha eng qisqa yo'lni topish.

1-bosqich. Boshlang'ich qiymatlar:

Masofalar:

$A = 0$, $B = \infty$, $C = \infty$, $D = \infty$, $E = \infty$, $F = \infty$

Ko'rilmagan tugunlar majmuasi: $\{A, B, C, D, E, F\}$

Joriy tugun: A

2-bosqich. A tugunining qo'shnilarini tekshirish:

B uchun masofa yangilanadi: $\text{Distance}[B] = 0 + 4 = 4$

C uchun masofa yangilanadi: $\text{Distance}[C] = 0 + 5 = 5$

Masofalar:

$A=0$, $B=4$, $C=5$, $D=\infty$, $E=\infty$, $F=\infty$

3-bosqich. A tugunini ko'rilgan deb belgilash:

Ko'rilmagan tugunlar: $\{B, C, D, E, F\}$

4-bosqich. Keyingi joriy tugun sifatida B tanlanadi:

Joriy tugun: B

B qo'shnilari:

D uchun masofa: $\text{Distance}[D] = 4 + 9 = 13$

C uchun masofa: $\text{Distance}[C] = \min(5, 4 + 11) = 5$ (o'zgarishsiz qoladi)

Masofalar:

$A=0$, $B=4$, $C=5$, $D=13$, $E=\infty$, $F=\infty$

5-bosqich. B tuguni ko'rilgan deb belgilanadi:

Ko'rilmagan tugunlar: $\{C, D, E, F\}$

6-bosqich. Keyingi joriy tugun sifatida C tanlanadi:

Joriy tugun: C

C qo'shnilari:

E uchun masofa: $\text{Distance}[E] = 5 + 3 = 8$

Masofalar:

$A=0$, $B=4$, $C=5$, $D=13$, $E=8$, $F=\infty$

7-bosqich. C tuguni ko'rilgan deb belgilanadi:

Ko'rilmagan tugunlar: $\{D, E, F\}$

8-bosqich. Keyingi joriy tugun sifatida E tanlanadi:

Joriy tugun: E

E qo'shnilari:

F uchun masofa: $\text{Distance}[F] = 8 + 6 = 14$

Masofalar:

$A=0, B=4, C=5, D=13, E=8, F=14$

9-bosqich. E tuguni ko'rilgan deb belgilanadi:

Ko'rilmagan tugunlar: $\{D, F\}$

10-bosqich. Keyingi joriy tugun sifatida D tanlanadi:

Joriy tugun: D

D qo'shnilari:

F uchun masofa: $\text{Distance}[F] = \min(14, 13 + 2) = 14$ (o'zgarishsiz qoladi)

Masofalar:

$A=0, B=4, C=5, D=13, E=8, F=14$

11-bosqich. D tuguni ko'rilgan deb belgilanadi:

Ko'rilmagan tugunlar: $\{F\}$

12-bosqich. Keyingi joriy tugun sifatida F tanlanadi:

Joriy tugun: F

F ham ko'rilgan deb belgilanadi.

Ko'rilmagan tugunlar: $\{\}$

Shu bilan barcha tugunlar tekshirildi. Eng qisqa masofalar quyidagicha:

$A \rightarrow B: 4, A \rightarrow C: 5, A \rightarrow D: 13, A \rightarrow E: 8, A \rightarrow F: 14$

Dijkstra algoritmini Farg'ona shahri jamoat transporti tizimida qo'llash zarurati.

Shahar jamoat transporti tizimini samarali tashkil etishda marshrutlarni tanlash, eng maqbul yo'nalishlarni belgilash va yo'lovchilar oqimini optimallashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, yo'lovchilar bir manzildan ikkinchi manzilga minimal vaqt va masofa bilan yetib olishlari transport logistikasining asosiy vazifalaridan biridir. Ushbu jarayonni matematik modellashirish uchun graf nazariyasi vositalaridan foydalaniladi. Graf nazariyasida shahar bekatlari tugunlar (vertex), ularni bog'lovchi transport yo'llari esa qirralar (edge) sifatida qaraladi.

Dijkstra algoritmi esa bunday grafda ma'lum boshlang'ich tugundan boshqa barcha tugunlarga eng qisqa yo'lni topishga mo'ljallangan algoritmdir. Algoritm har bir bosqichda minimal masofa tanlash tamoyiliga asoslanadi va shu jihati bilan jamoat transportida yo'lovchilar uchun optimal marshrutlarni aniqlashda samarali qo'llaniladi[2],[7].

Farg'ona shahri o'zining zich aholi joylashuvi, iqtisodiy faolligi va transport oqimining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Shaharda avtobus va marshrutka asosiy tashish tizimini tashkil qiladi. Shu sababli, mavjud marshrutlar ichida eng qisqa yo'lni aniqlash ham yo'lovchilar, ham transport operatorlari uchun muhim hisoblanadi. Masalan, yo'lovchi "Markaziy bekat"dan "Temir yo'l vokzali"ga yetib borishi uchun bir nechta marshrutlardan foydalanishi mumkin.

Lekin ularning har biri vaqt va masofa bo'yicha turlicha. Shunday sharoitda Dijkstra algoritmi orqali eng maqbul yo'l aniqlanadi.

Endi Markaziy bekatdan (A) Temir yo'l vokzaligacha (E) eng qisqa yo'lni Dijkstra algoritmi asosida topamiz.

A = Markaziy bekat (Markaziy avtovokzal), B = Univermag, C = Avtoshohbekat, D = Qo'qon yo'li bekat, E = Temir yo'l vokzali.

Qirralar va og'irliklar (masofalar, km):

$A - B : 2.5, A - C : 3.0, B - D : 1.8, B - E : 2.0, C - D : 2.2, D - E : 2.0$

1-bosqich. Boshlang'ich qiymatlar:

$A = 0, B = \infty, C = \infty, D = \infty, E = \infty$

2-bosqich. A tugunining qo'shnilari:

$B: 0 + 2.5 = 2.5$

$C: 0 + 3.0 = 3.0$

Masofalar: $A=0, B=2.5, C=3.0, D=\infty, E=\infty$

3-bosqich. Eng kichik masofa – B (2.5). B tugunidan qo'shnilar:

$D: 2.5 + 1.8 = 4.3$

$E: 2.5 + 2.0 = 4.5$

Masofalar: $A=0, B=2.5, C=3.0, D=4.3, E=4.5$

4-bosqich. Keyingi tugun – C (3.0). C qo'shnilari:

$D: \min(4.3, 3.0+2.2=5.2) \rightarrow 4.3$ (o'zgarishsiz)

5-bosqich. Keyingi tugun – D (4.3). D qo'shnilari:

$E: \min(4.5, 4.3+2.0=6.3) \rightarrow 4.5$ (o'zgarishsiz)

6-bosqich. Yakuniy natija:

$A \rightarrow B \rightarrow E = 4.5 \text{ km}$ – eng qisqa yo'l.

Shu tariqa, yo'lovchi uchun eng qulay marshrut **“Markaziy bekat → Univermag → Temir yo'l vokzali”** yo'nalishi bo'ldi.

Xulosa

Tadqiqot davomida shahar jamoat transporti tizimida eng qisqa yo'l muammosini yechishga oid nazariy va amaliy yondashuvlar o'rganildi hamda Dijkstra algoritmining samaradorligi asoslab berildi. Graflar nazariyasi vositalaridan foydalanish orqali shahar bekatlari va ularni bog'lovchi transport yo'llari modellashirildi, Farg'ona shahri jamoat transporti tizimi misolida algoritmnining amaliy ahamiyati tahlil qilindi. Olib borilgan hisob-kitoblarga ko'ra, “Markaziy bekat – Univermag – Temir yo'l vokzali” yo'nalishi eng qisqa marshrut sifatida aniqlanib, umumiy masofa 4,5 kmni tashkil etdi. Ushbu natija Dijkstra algoritmining real transport sharoitlarida samarali qo'llanishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Xulosa qilib aytganda, Dijkstra algoritmini jamoat transporti yo'nalishlarini takomillashtirishda qo'llash yo'lovchilar vaqtini tejash, transport oqimini muvozanatlashtirish va xizmat ko'rsatish sifatini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, ushbu yondashuv transport logistikasining ilmiy asoslangan yechimlarini ishlab chiqishda hamda “aqlli shahar” konsepsiyasi doirasida raqamli tizimlarni joriy etishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar ro'yhati

1. Dijkstra, E. W. (1959). *A note on two problems in connexion with graphs*. Numerische Mathematik, 1, 269–271.
2. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press.
3. Bellman, R. (1958). *On a routing problem*. Quarterly of Applied Mathematics, 16(1), 87–90.
4. Ford, L. R., & Fulkerson, D. R. (1962). *Flows in Networks*. Princeton University Press.
5. Floyd, R. W. (1962). *Algorithm 97: Shortest path*. Communications of the ACM, 5(6), 345.
6. Warshall, S. (1962). *A theorem on Boolean matrices*. Journal of the ACM, 9(1), 11–12.

7. Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall.
8. G'aniev, S. (2020). Transport logistikasida zamonaviy yondashuvlar. *O'zbekiston transport va kommunikatsiya jurnali*, 4(2), 45–52.