

MUAMMONI TO'G'RI QO'YISH VA SHARTLAR BO'YICHA OPTIMAL YECHIMLARNI IZLASH

Rizoyev Ruhshodbek Rustamovich

Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, talaba

Ibragimov Ulugbek Muradilloevich

Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent, PhD

Annotatsiya: Ushbu maqolada bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga borish jarayonida masalani shartlarini to'g'ri qo'yilishi hamda tezkor va optimal qidiruv yechimini topish usullari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Bunda qidiruv bog'lamlaridagi holatlarni inobatga olish, navbatlar va harakatlarni amalga oshirishni qo'llash yutuqari bo'yicha ma'lumotlar mavjud.

Kalit so'zlar: intellektual tizim, masala, qidirish usullari, State, Parent-Node, Action, Path-Cost, Depth, Make-Queue, First, Insert.

Muammoni hal qiluvchi intellektual tizimlar kerakli holatlarga olib keladigan harakatlar ketma-ketligini topish orqali nima qilish kerakligini aniqlaydi. Keling, ushbu maqolani "muammo" va uning "yechimi" ni tashkil etuvchi elementlarning aniq ta'rifi bilan boshlaylik va ushbu ta'riflarni tasvirlash uchun bir nechta misollar keltiramiz. Keyin maqolada shunga o'xshash muammolarni hal qilish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan bir nechta umumiy maqsadli qidiruv usullari keltirilgan va har bir usulning afzalliklari va kamchiliklari taqqoslanadi.

Tasavvur qiling, intellektual tizim O'zbekistonning Buxoro shahrida bo'lib, ta'tilini sayyoh sifatida o'tkazmoqda. Intellektual tizimning ishlash ko'rsatkichlari ko'plab komponentlarni o'z ichiga oladi: u o'zining tarixiy bilimni yaxshilashni, til ko'nikmalarini yaxshilashni, diqqatga sazovor joylarni ko'rishni, tungi hayotdan zavqlanishni (barcha diqqatga sazovor joylari bilan), muammolardan qochishni va hokazolarni xoxlaydi. Bu qaror qabul qilish vazifasi murakkab hisoblanadi. Buni amalga oshirish uchun siz ko'plab shartlarni ko'rib chiqishingiz va qo'llanmalarni diqqat bilan o'qib chiqishingiz kerak. Bundan tashqari, intellektual tizimning ertangi kuni Buxorodan uchib ketish uchun qaytarilmaydigan chiptasi borligini taxmin qiling. Bunday holatda intellektual tizimning Buxoroga yetib borish maqsadiga erishish uchun harakati mantig'idan to'g'ri kelishi kerak. Buxoroga o'z vaqtida yetib borishga imkon bermaydigan harakatlar qo'shimcha ko'rib chiqilmasdan rad etilishi mumkin va shuning uchun intellektual tizimning qaror qabul qilish vazifasi ancha soddalashtirilgan. Maqsadlar intellektual tizim amalga oshirishga harakat qiladigan oraliq bosqichlarni tanlashni cheklash orqali hatti-harakatlarni tartibga solish imkonini beradi. Muammoni hal qilishda birinchi qadam - bu mavjud vaziyat va intellektual tizimning ishlash ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda maqsadni shakllantirishdir[1].

Intellektual tizimning vazifasi qaysi harakatlar ketma-ketligi uni maqsad holatiga olib borishini aniqlashdir. Buni amalga oshirishdan oldin, intellektual tizim qanday harakatlar va holatlarni hisobga olish kerakligini aniqlashi kerak. Ammo agar intellektual tizim "chap oyog'ini bir santimetr oldinga siljitish" yoki "rulni bir daraja chapga burish" darajasidagi harakatlarni ko'rib chiqmoqchi bo'lsa, u hech qachon to'xtash joyidan chiqa olmas edi. Buxoroga o'z vaqtida yetib kelish, bu tafsilot darajasida dunyoda juda ko'p noaniqlik mavjud va yechim juda ko'p bosqichlardan iborat bo'lishi mumkin. Muammoni shakllantirish - bu biron bir maqsadni hisobga olgan holda qaysi harakatlar va holatlarni hisobga olish kerakligini aniqlash jarayoni. Hozircha, intellektual tizim bir yirik shahardan boshqasiga avtoullov safari darajasidagi harakatlarni ko'rib chiqadi deb taxmin qilamiz. Shunday qilib, intellektual tizim tomonidan ko'rib chiqilgan shaharlar uning ma'lum bir shaharda bo'lishiga mos keladi.

Bunday ketma-ketlikni aniqlashning tavsiflangan jarayoni qidiruv deb ataladi. Har qanday qidiruv usuli ma'lum bir muammoni kirish sifatida qabul qiladi va yechimni harakatlar ketma-ketligi shaklida qaytaradi. Yechim topilgach, ushbu algoritm tomonidan tavsiya etilgan harakatlar amalga oshirilishi mumkin. Ushbu amalga oshirish ijro etilish bosqichida sodir bo'ladi. Shunday qilib, ko'rib

chiqilayotgan intellektual tizim uchun biz "formulalash, topish, bajarish" tamoyilini qo'llash imkonini beradigan oddiy loyihani qo'llashimiz mumkin. Maqsad va hal qilinishi kerak bo'lgan muammoni shakllantirgandan so'ng, intellektual tizim ushbu muammoni hal qilish uchun qidiruv protsedurasini chaqiradi. Keyin u o'z harakatlariga rahbarlik qilish uchun olingan qarordan foydalanadi, qaror tavsiya qilgan narsani (odatda ketma-ketlikdagi birinchi harakatni) keyingi bajarilgan harakat sifatida bajaradi va keyin bu qadamni ketma-ketlikdan olib tashlaydi. Ushbu qarorni qabul qilgandan so'ng, intellektual tizim yangi maqsadni belgilaydi[2].

Muammoni quyida tavsiflangan to'rtta komponent yordamida rasmiy ravishda aniqlash mumkin:

- Intellektual tizim ishlay boshlagan dastlabki holat. Masalan, O'zbekistondagi intellektual tizimning dastlabki holatini Toshkentda deb ta'riflash mumkin.

- Intellektual tizim uchun mavjud bo'lgan mumkin bo'lgan harakatlar tavsifi. Eng umumiy formulada vorisni aniqlash funksiyasi qo'llaniladi. Muayyan x holatini hisobga olgan holda, Voris- $F_n(x)$ funksiyasi tartiblangan <harakat juftlari to'plamini qaytaradi, bunda har bir harakat x holatidagi amaldagi amallardan birini ifodalaydi va har bir voris x dan erishish mumkin bo'lgan holatni ifodalaydi. Masalan, In (Toshkent) shahridan O'zbekiston bo'ylab harakatlanish bo'yicha berilgan topshiriq uchun vorisi aniqlash funksiyasi quyidagilarni qaytaradi:

{<Go(Sirdaryo), In(Jizzax)>, <Go(Samarqand), In(Samarqand)>, <Go(Bukhara), In(Bukhara)>}

Boshlang'ich holat va voris aniqlash funksiyasi birgalikda berilgan muammoning holat fazosini - boshlang'ich holatdan erishish mumkin bo'lgan barcha holatlar to'plamini aniq belgilaydi. Holat fazosi grafikni hosil qiladi, uning tugunlari holatlar, tugunlar orasidagi yo'lar esa harakatlardir. Agar har bir yo'l har bir yo'nalishda ikkita harakatlanuvchi harakatni ifodalaydi deb hisoblanisa, O'zbekiston xaritasini fazo grafigi sifatida talqin qilish mumkin. Holat fazosidagi yo'l - bu harakatlar ketma-ketligi bilan bog'langan holatlar ketma-ketligi.

- Muayyan maqsadli holat ekanligini aniqlash uchun maqsadli test. Ba'zida mumkin bo'lgan maqsadli holatlarning aniq to'plami mavjud va bu test shunchaki ma'lum bir holat ulardan biri ekanligini aniqlash masalasidir. O'zbekistondagi intellektual tizimning maqsadi {In (Buxoro)} to'plamidir. Ba'zan maqsad aniq sanab o'tilgan holatlar to'plami emas, balki mavhum xususiyat sifatida ko'rsatiladi.

- Har bir yo'lga raqamli xarajat qiymatini belgilaydigan yo'l narxi funksiyasi. Muammoni hal qiluvchi intellektual tizim o'zining ishlash ko'rsatkichlariga mos keladigan xarajat funksiyasini tanlaydi. Buxoroga borishga harakat qilayotgan intellektual tizim uchun vaqt muhim, shuning uchun yo'l narxini kilometrarda o'lchash mumkin. Ushbu faktlar yo'lning narxini ushbu yo'l bo'ylab amalga oshiriladigan individual faoliyat xarajatlarining yig'indisi sifatida tavsiflash mumkinligini taxmin qiladi. X holatdan Y holatiga o'tish uchun "a" harakatni bajarish bilan bog'liq bo'lgan bosqichning narxi $c(x, a, y)$ sifatida belgilanadi. Bosqichlarning xarajatlari salbiy emas deb taxmin qilinadi[3].

Yuqorida tavsiflangan elementlar muammoni aniqlaydi va bitta ma'lumotlar tuzilmasiga to'planishi mumkin, ular muammoni hal qilish algoritmgiga kirish sifatida uzatiladi. Muammoning yechimi boshlang'ich holatdan maqsad holatiga boradigan yo'l'dir. Yechim sifati yo'l xarajati funksiyasi yordamida o'lchanadi va optimal yechim boshqa barcha yechimlar orasida eng past yo'l narxiga ega bo'lgan yechim hisoblanadi.

Ilgari Buxoroga boorish muammosining dastlabki holati, vorisni aniqlash funksiyasi, maqsad va yo'lning narxini tekshirish nuqtai nazaridan shakllantirish taklif qilingan. Bu formula maqbul ko'rinadi, lekin u hali ham real hayotda juda ko'p jihatlarini qoldirib ketadi. Keling, biz tanlagan (Toshkent) shaharning oddiy tavsifini mamlakat bo'ylab haqiqiy sayohat bilan solishtiraylik, bunda real hayotda juda ko'p omillarni hisobga olishi kerak: sayohatchilar, hozirgi radio eshittirishlar, tabiat ko'rinishi, eng yaqin dam olish to'xtash joyigacha bo'lgan masofa, yo'l holati, ob-havo va h.k. Bu mulohazalarning barchasi bizning sayohat maqsadimiz haqidagi ta'riflarimizdan chiqarib tashlangan, chunki ular Buxoroga borish uchun yo'l topish muammosiga taalluqli emas. Tafsilotlarni tasvirdan olib tashlash jarayoni abstraktsiya deb ataladi.

Sayohat tavsiflarini mavhumlashdan tashqari, harakatlarning o'zini ham mavhumlashtirish kerak. Har qanday yo'l harakati juda ko'p oqibatlariga olib keladi. Bunday harakatlar nafaqat avtomobil va uning yo'lovchilarining joylashishini o'zgartiradi, balki vaqtni oladi, yoqilg'i sarfiga olib keladi, atrof-muhitning ifloslanishiga olib keladi va intellektual tizimning o'ziga ta'sir qiladi (ular aytganidek, sayohat ongni kengaytiradi). Bizning formulamiz faqat joylashuvdagi o'zgarishlarni hisobga oladi. Bundan tashqari, biz umuman e'tiborga olinmaydigan ko'plab harakatlar mavjud: radioni yoqish, derazadan atrofqa qarash, tezlikni pasaytirish va hokazo.

Abstraksiyaning maqbul darajasini aniqlashda kattaroq aniqlikka erishish mumkinmi? Biz tanlagan mavhum holatlar va harakatlar real hayotning batafsil tavsiflarining katta to'plamlariga, shuningdek, harakatlarning batafsil ketma-ketligiga mos keladi deb taxmin qilamiz. Endi mavhum masalani yechishni, masalan, Samarqand, Qarshi, Farg'ona shaharlari orqali Toshkentdan Buxoroga yo'l topishni ko'rib chiqamiz. Ushbu mavhum yechim yo'lni bosib o'tish uchun juda ko'p batafsil ko'rsatmalarga mos keladi. Masalan, Samarqand va Qarshi shaharlari o'rtasida radio yoqilgan holda harakatlanishingiz mumkin, keyin esa sayohatning qolgan qismida uni o'chirib qo'yishingiz mumkin. Agar biz har qanday mavhum yechimni batafsilroq dunyoga mos keladigan yechimga aylantira olsak, mavhumlik haqiqiydir. "Toshkent shahrida bo'lish"ni ifodalovchi har qanday tafsilotli holat uchun "Samarqand shahrida bo'lish" va hokazolarga to'g'ri keladigan ba'zi bir sayohatga batafsil yo'l bo'lishi yetarli shartdir. Agar yechimda ko'rsatilgan harakatlarning har birini amalga oshirish dastlabki vazifaga nisbatan osonroq bo'lsa, abstraksiya foydalidir; bu holatda, harakatlar yetarlicha sodda bo'lib, ular odatdagi yechim topish intellektual tizimi tomonidan qo'shimcha izlanmasdan yoki rejalashtirmasdan bajarilishi mumkin. Shuning uchun, yaxshi abstraksiyani tanlash imkon qadar ko'proq tafsilotlarni bekor qilish, shu bilan birga o'z kuchini saqlab qolish qobiliyatini va mavhum harakatlarni amalga oshirish osonligini ta'minlashdan iborat. Agar foydali abstraksiyalarni yaratish imkoni bo'lmaganida, aqlli intellektual tizimlar haqiqiy real hayotda muvaffaqiyatli ishlay olmas edi[4].

Muayyan muammolarni shakllantirgandan so'ng, ularning yechimini topish kerak. Bu maqsadga hudud makonida qidirish orqali erishiladi. Ushbu maqolada dastlabki holat tomonidan yaratilgan aniq qidiruv daraxti va birgalikda holat maydonini belgilaydigan vorisni aniqlash funksiyasidan foydalanadigan qidiruv usullari muhokama qilinadi. Umuman olganda, bir xil holatga bir nechta yo'llar orqali erishish mumkin bo'lsa, qidiruv daraxti o'rniga qidiruv grafigidan foydalanish mumkin.

Ushbu qidiruv daraxtining ildizi In (Toshkent) boshlang'ich holatiga mos keladigan qidiruv tugunidir. Birinchi qadam bu holat maqsadli holat ekanligini tekshirishdir. Albatta, bunday emas, lekin "Toshkent shahridan sayohatni boshlash, shaharga kelish" kabi tayyor yechimni o'z ichiga olgan muammolarni hal qilish uchun tegishli tekshirishni ta'minlash zarur" va bu holda, hozirgi holat maqsadli shahr emas, shuning uchun ba'zi boshqa shaharlarni hisobga olish kerak. Bu bosqich joriy holatni kengaytirish, ya'ni vorisi aniqlash funksiyasini joriy holatga qo'llash natijasida yangi holatlar to'plamini shakllantirish orqali amalga oshiriladi. Bunda uchta yangi holat olinadi: In (Samarqand), In (Qarshi) va In (Fargona). Endi siz ushbu uchta variantdan qaysi biri keyingi ko'rib chiqilishi kerakligini aniqlashingiz kerak.

Bu loyihaning qarordir - agar birinchi variantga olib kelmasa, hozircha bitta variantni sinab ko'rish va qolganlarini chetga surib qo'yish mumkin. Faraz qilaylik, birinchi navbatda Samarqand shahri boshida bo'lsin, keling, u maqsadli holatga mos keladimi yoki yo'qligini tekshirib ko'ramiz (u emas) va keyin Samarqand tugunini ko'rib In(Toshkent), In(Navoiy), In(Qiziltepa) va In(G'ijduvon) joylarini olamiz. Shundan so'ng siz ushbu to'rtta qanday holatda yoki orqaga qaytib, Qarshi yoki Farg'ona tugunini kuzatish mumkin. Tugun tanlash, sinovdan o'tkazish va yechim topilmaguncha yoki qayta tiklash uchun boshqa holatda qolmaguncha-qayta tiklash kerak bo'ladi, bunda tugunlarni tartibga solish M strategiyasidan foydalanish mumkin.

Hudud maydoni va qidiruv daraxti o'rtasidagi farqni hisobga olish kerak. Marshrutni topish muammosi uchun shahar hududida atigi 20 ta shahar mavjud, har bir shahar uchun bittadan. Ammo bu holat fazosidagi yo'llar soni cheksizdir, shuning uchun qidiruv daraxti cheksiz sonli tugunlarga ega.

Tugunlarni ko'rsatishning ko'plab usullari mavjud, ammo bu yerda tugun quyida tavsiflangan besh komponentli ma'lumotlar tuzilmasi deb taxmin qilamiz.

- State. Berilgan tugun mos keladigan holat fazosidagi holat.
- Parent-Node. Qidiruv daraxtidagi ushbu tugunni yaratish uchun foydalanilgan tugun (ota-ona tugun).
- Action. Ushbu tugunni shakllantirish uchun asosiy tugunga qo'llaniladigan harakat.
- Path-Cost. Yo'lining xarajatlari (boshlang'ich holatdan berilgan tugungacha), odatda $g(n)$ sifatida belgilanadigan asosiy tugun ko'rsatkichlari yordamida ko'rsatilgn.
- Depth. Dastlabki holatdan boshlab yo'lda bosqichlar soni, shuningdek, qidiruv tubi deb ataladi.

Tugun - qidiruv daraxtini ifodalash uchun foydalaniladigan xarajatlar ma'lumotlari tuzilmasi va real vazifa shartlariga mos keladi. Shuning uchun, tugunlar ota-tugun ko'rsatkichlari yordamida aniqlangan maxsus yo'llarda yotadi, ammo holatlar mavjud emas. Bundan tashqari, ikkita turli tugun bir xil real holatini o'z ichiga olishi mumkin, agar bu holat ikki xil qidiruv yo'llari tomonidan yaratilgan bo'lsa albatta.

Bundan tashqari, shakllangan, lekin hali joylashtirilmagan tugunlar to'plamini ifodalash kerak; bunday to'plam periferiya deb ataladi. Har bir periferik element tugunidir, ya'ni, daraxtda shoxa vorisi bo'lmagan tugun hisoblanadi. Periferiyaning eng oddiy tasviri tugunlar to'plamidir. Keyin qidiruv strategiyasi ushbu to'plamdan kengaytiriladigan keyingi tugunni ma'lum bir tarzda tanlaydigan funksiya sifatida ifodalanishi kerak. Ushbu yondashuv kontseptual jihatdan sodda bo'lsa-da, hisoblash xarajatlari ko'p bo'lishi mumkin, chunki eng optimalini tanlash uchun ushbu strategiyada taqdim etilgan funksiya belgilangan to'plamdagi har bir elementga qo'llanilishi kerak bo'lishi mumkin. Shuning uchun, tugunlarni yig'ish navbat sifatida amalga oshiriladi, deb taxmin qilinadi. Har qanday navbat uchun amal qiladigan amallar quyidagilardan iborat.

- Make-Queue (element,...). Berilgan element(lar) bilan navbat hosil qiladi.
- Empty? (queue). Navbatda boshqa elementlar bo'lmasa, true qiymatini qaytaradi.
- First (queue). Navbatdagi birinchi elementni qaytaradi.
- Remove-First (queue). Birinchi elementni (navbat) qaytaradi va uni navbatdan olib tashlaydi.
- Insert (element, queue). Elementni navbatga kiritadi va natijada olingan navbatni qaytaradi.
- Insert-All (elements, queue). Navbatga elementlar to'plamini kiritadi va natijada olingan navbatni qaytaradi.

Xulosa qilib aytganda, ushbu ta'riflar bilan biz umumiy daraxt qidirish algoritmining yanada rasmiy versiyasini olishimiz mumkin.

Adabiyotlar:

1. С.Рассел, П.Норвиг. Искусственный интеллект. Современный подход. Второе издание. 2-е изд. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
2. Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. М. ФИЗМАТЛИТ. 2004. – 208 с.
3. Алекс Дж. Искусственный интеллект в компьютерных играх. Пер. с англ. М. ООО «И.Д.Вильямс». 2007. – 768 с.
4. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. Пер. с англ. М. Энергоатомиздат, 1991. – 286 с.