

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



4-SON 1(4)
2023-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2023 yil, Tom 1, №4
Vol.1, Iss.4, 2023 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniyl avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:
151100, Farg'ona sh.,
Aeroport ko'chasi 17-uy,
202A-xona
Tel: (+99899) 998-01-42
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2023 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abduxalil Abdjalilovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abdujabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Qoraboyev Muhammadjon Qoraboevich,

Toshkent tibbiyot akademiyasi Farg'ona filiali fizika matematika fanlari doktori, professor, BMT ning maslahatchisi maqomidagi xalqaro axborotlashtirish akademiyasi akademigi

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

Abdullaev Temurbek Marufovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Muxtarov Farrux Muhammadovich, TARMOQ TRAFIGI ANOMALIYALARINI IDENTIFIKATSIYA QILISHNING STATIK USULI	4-7
Daliyev Baxtiyor Sirojiddinovich, Abelning umumlashgan integral tenglamasini yechish uchun Sobolev fazosida optimal kvadratur formulalar	8-14
Umarov Shuxratjon Azizjonovich, KRIPTOBARDOSHLI KRIPTOGRAFIK TIZIMLAR VA ULARNING KLASSIFIKATSIYASI	15-21
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, PYTHONDA NEYRON TARMOQNI QURISH VA BASHORAT QILISH	22-26
Djalilov Mamatisa Latibdjanovich, IKKI QATLAMLI NOELASTIK PLASTINKANING KO'NDALANG TEBRANISHI UMUMIY TENGLAMASINI TAHLIL QILISH	27-30
Erkin Uljaev, Azizjon Abdulkhamidov, Utkirjon Ubaydullayev, A Convolutional Neural Network For Classification Cotton Boll Opening Degree	31-36
Seytov Aybek Jumabayevich, Xusanov Azimjon Mamadaliyevich, Magistral kanallarda suv resurslarini boshqarish jarayonlarini modellashtirish algoritmini ishlab chiqish	37-43
Abdullayev Temurbek Marufjonovich, Algorithm of functioning of intellectual information-measuring system	44-49
Odinakhon Sadikovna Rayimjanova, Usmonali Umarovich Iskandarov, Reaserch of highly sensitive deformation semiconductor sensors based on AFV	50-53
S.S.Radjabov, G.R.Mirzayeva, A.O.Tillavoldiyev, J.A.Allayorov, BARG TASVIRI BO'YICHA MADANIY O'SIMLIK LARNING FITOSANITAR HOLATINI ANIQLASH ALGORITMLARI	54-59
Эргашев Отабек Мирзапулатович, Интеллектуальный оптоэлектронный прибор для учета и контроля расходом воды в открытых каналах	60-65
Xomidov Xushnudbek Rapiqjon o'g'li, Nurmatov Sardorbek Xasanboy o'g'li, Yo'ldashev Bilol Iqboljon o'g'li, O'lmasov Farrux Yorqinjon o'g'li, Konus setkali chang tozalovchi qurilma uchun chang namunalarning dispers tarkibi tahlili	66-69
Akhundjanov Umidjon Yunus ugli, VERIFICATION OF STATIC SIGNATURE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK	70-74
Лазарева Марина Викторовна, Горовик Александр Альфредович, Цифровизация и цифровой менеджмент в современном управлении	75-81
D.X.Tojimatov, KIBERTAHDIDLARNI OLDINI OLIHDA KIBERRAZVEDKA AMALIYOTI VA UNING USTUVOR VAZIFALARI	82-85
Muxtarov Farrux Muhammadovich, Rasulov Akbarali Maxamatovich, Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich, Kompyuter eksperimenti orqali kam atomli mis klasterlarining geometrik tuzilishini o'rganish	86-89
Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna, BOSHQARISH QONUNLARINI ADAPTATSIYALASH ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQLASH	90-94
Muxamedieva Dildora Kabilovna, Muxtarov Farrux Muhammadovich, Sotvoldiev Dilshodbek Marifjonovich, JAMOAT TRANSPORTI MARSHRUTLARINI QURISH INTELLEKTUAL ALGORITMLARI	95-103
Нурдинова Разияхон Абдихаликовна, Перспективы применения элементов с аномальными фотовольтаическими напряжениями	104-108
Bozarov Baxromjon Pخomovich, UCH O'LCHOVLI FAZODAGI SFERADAANIQLANGAN FUNKSIYALARNI TAQRIBIY INTEGRALLASH UCHUN OPTIMAL KUBATUR FORMULALAR	109-113
Улжаев Эркин, Худойбердиев Элёр Фахриддин угли, Нарзуллаев Шоҳрух Нурали угли, РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЁМКОСТНОГО ПОТОЧНОГО ВЛАГОМЕРА	114-122
Mamirov Uktam Farkhodovich, Buronov Bunyod Mamurjon ugli, ALGORITHMS FOR FORMATION OF CONTROL EFFECTS IN CONDITIONS OF UNOBSERVABLE DISTURBANCES	123-127
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Jabborov Anvar Mansurjonovich, YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARI DIAGNOSTIKASI UCHUN TEXNOLOGIYALAR, ALGORITMLAR VA VOSITALAR	128-136
Marina Lazareva, Estimating development time and complexity of programs	137-141
Asrayev Muhammadmullo, ONLINE HANDWRITING RECOGNITION	142-146
Norinov Muhammadyunus Usibjonovich, SPEKTR ZONALI TASVIRLARGA INTELLEKTUAL ISHLOV BERISH USULLARI TAHLILI	147-152
Xudoynazarov Umidjon Umarjon o'g'li, PARAMETRLI ALGEBRAGA ASOSLANGAN EL-GAMAL SHIFRLASH ALGORITMLARINI GOMOMORFIK XUSUSIYATINI TADQIQ ETISH	153-157
D.M.Okhunov, M.Okhunov, THE ERA OF THE DIGITAL ECONOMY IS AN ERA OF NEW OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR BUSINESS DEVELOPMENT BASED ON CROWDSOURCING TECHNOLOGIES	158-165

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Солиев Бахромжон Набиджонович, Путеводитель по построению веб-API на Django - Шаг за шагом с Django REST framework — от моделей до проверки работоспособности	166-171
Sevinov Jasur Usmonovich, Boborayimov Okhunjon Khushmurod ogli, ALGORITHMS FOR SYNTHESIS OF ADAPTIVE CONTROL SYSTEMS WITH IMPLICIT REFERENCE MODELS BASED ON THE SPEED GRADIENT METHOD	172-176
Mamatov Narzullo Solidjonovich, Jalelova Malika Moyatdin qizi, Tojiboyeva Shaxzoda Xoldorjon qizi, Samijonov Boymirzo Narzullo o'g'li, SUN'IY YO'LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI	177-181
Обухов Вадим Анатольевич, Криптография на основе эллиптических кривых (ECC)	182-188
Turdimatov Mamirjon Mirzayevich, Sadirova Xursanoy Xusanboy qizi, AXBOROTNI HIMOYALASHDA CHETLAB O'TISHNING MUMKIN BO'LGAN EHTIMOLLIK XOLATINI BAHOLASH USULLARI	189-193
Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ MAHSULOTLARIDA NUQSONLI TO'QIMALARNING ANIQLASHNING MATEMATIK MODELI VA UNING ALGORITMLARI	194-196
Kodirov Ahkhmadkhon, Umarov Abdumukhtar, Rozaliyev Abdumalikjon, ANALYSIS OF FACIAL RECOGNITION ALGORITHMS IN THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE	197-205
Suyumov Jorabek Yunusalievich, METHODOLOGICAL PROBLEMS OF QUALIMETRY IN CONDUCT OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT-EXAMINATION	206-211
Хаджаев Саидакбар Исмоил угли, АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА ОТ КИБЕРАТАК	212-217
M.M.Khalilov, Effect of Heat Treatment on the Photosensitivity of Polycrystalline PbTe Films AND PbS	218-221
Тажибаев Илхом Бахтиёрвич, ПОЛНОСТЬЮ ВОЛОКОННЫЙ СЕНСОР, ОСНОВАННЫЙ НА КОНСТРУКЦИИ ИЗ МАЛОМОДОВОГО ВОЛОКОННОГО СМЕЩЕНИЯ С КАСКАДНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ С БОЛЬШИМ ИНТЕРВАЛОМ, ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСКРИВЛЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	222-225
Sharibaev Nosir Yusubjanovich, Djuraev Sherzod Sobirjanovich, To'xtasinov Davronbek Xoshimjon o'g'li, PRIORITIES IN DETERMINING ELECTRIC MOTOR VIBRATION WITH ADXL345 ACCELEROMETER SENSOR	226-230
Mukhammadjonov A.G., ANALYSIS OF AUTOMATION THROUGH SENSORS OF HEAT AND HUMIDITY OF DIFFERENT DIRECTIONS	231-236
Эрматова Зарина Кахрамоновна, АКТУАЛЬНОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ	237-241
Saparbaev Rakhmon, ANALOG TO DIGITAL CONVERSION PROCESS BY MATLAB SIMULINK	242-245
Садикова М.А., Авазова Н.К., САМООБУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ПРОСТОМ ПРИМЕРЕ	246-250
Abduhafizov Tohirjon Ubaydullo o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali kizi, DEVELOPMENT OF ALGORITHMS IN THE ANALYSIS OF DEMAND AND SUPPLY PROCESSES IN ECONOMIC SYSTEMS	251-256
Kayumov Ahror Muminjonovich, CREATING MATHEMATICAL MODELS TO IDENTIFY DEFECTS IN TEXTILE MACHINERY FABRIC	257-261
Mirzakarimov Baxtiyor Abdusalomovich, Xayitov Azizjon Mo'minjon o'g'li, BIOMETRIC METHODS SECURE COMPUTER DATA FROM UNAUTHORIZED ACCESS	262-266
Soliyev B., Odilov A., Abdurasulova Sh., Leveraging Python for Enhanced Excel Functionality: A Practical Exploration	267-271
Жураев Нурмахамад Маматович, Системы Электроснабжения Оборудования Предприятий Связи: Надежность и Эффективность	272-276
Rasulova Feruzaxon Xoshimjon qizi, Isroilov Sharobiddin Mahammadyusufovich, OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MUTAXASSISILIK FANLARINI O'QITISHDA MULTIMEDIALI MOBIL ILOVADANDAN FOYDALANISHNING STATISTIK TAHLILI	277-280
Muxtarov Farrux Muxammadovich, Toshpulatov Sherali Muxamadaliyevich, SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA IJTIMOYIY TARMOQ MONITORINGI TIZIMINI YARATISH, AFZALLIKLARI VA MUHIM JIXATLARI	281-285
Sadikova Munira Alisherovna, APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVICES IN MANUFACTURING	286-290
Mamatov Narzullo Solidjonovich, Ibroximov Sanjar Rustam o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Samijonov Abdurashid Narzullo o'g'li, SUN'IY INTELLEKT VOSITALARINI TA'LIMNI NAZORAT QILISH VA BAHOLASHDA QO'LLASH	291-297

JAMOAT TRANSPORTI MARSHRUTLARINI QURISH INTELLEKTUAL ALGORITMLARI

Muxamedieva Dildora Kabilovna,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU
texnika fanlari bo'yicha fan doktori, professor
e-mail: matematichka@inbox.ru

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU FF
texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori(PhD) dosent

Sotvoldiev Dilshodbek Marifjonovich

Soliq qo'mitasi huzuridagi Fiskal institut
texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori(PhD) dosent
e-mail: sotvoldiyev@umail.uz

Annotatsiya: Jamoat transportini rejalashtirish tizimlaridan foydalanishingiz mumkin bo'lgan muhim kuzatuv, minimal xarakter muddati bilan mumkin bo'lgan yo'lni topish oddiy qisqa yo'l muammosiga kelib qoladi. Ulardan biri transport tarmog'ining "vaqtni kengaytiradigan" versiyasini va har bir potensial voqea uchun uchlarni tashkil etadigan jadvalni yaratadi, bu yerda bir voqea ma'lum bir transportning ma'lum bir tugunga kelishi yoki ketishi hisoblanadi. Rejalashtirilgan transport yo'nalishining har bir tomoni uchun, transport kelishi haqidagi xabarni keyingi transportga kelishi bilan oq, uning vaqti belgilanadi. Agar rejalashtirilgan marshrutning kelib chiqishiga va boradigan joyiga mos keladigan maxsus tugunlarga ega bo'lgan bunday grafni mos ravishda kengaytiradigan bo'lsak, avvalgi safargacha bo'lgan eng qisqa yo'l eng kam yo'lning umumiy vaqti bilan bajariladigan yo'lga mos keladi. Maqolada jamoat transporti marshrutlarini qurish intellektual algoritmlari va transport vositalari harakatlarini tartibga solish, shaharlarda tirbandliklarni kamaytirish uchun statik va dinamik parametrlarni inobatga olgan holda maqbul marshrutlar jadvalini tuzish algoritmi va dasturiy vositalari ko'rilgan.

Kalit so'zlar: intellektual tizimlar, jamoat transporti, marshrut, neyron to'rlar, Xopfil'd neyron to'ri, rekkurrent neyron to'ri.

1.Kirish Jamoat transporti marshrutlarini qurish uchun ham eng qisqa yo'llarni topish algoritmlari ishlatiladi. Ommaviy transport vositalarini qabul qilishni xohlaydiganlar uchun sizning marshrutingizni rejalashtirishga yordam beradigan ko'plab onlayn xizmatlar ham mavjud. Biroq, muammo biroz murakkab, chunki marshrutlar qisqa va qisqa muddatli bo'lishi kerak, masalan, keyingi poezd sizning hozirgi kelishingizdan oldin stansiyaning tark etishi olmaydi [1-7]. Bundan tashqari, bir nechta talab qilinadigan mezonlar ham bo'lishi mumkin. Umumiy sayohat vaqtini kamaytirish uchun o'zgina poezd / samolyot o'zgarishiga ega bo'lish juda muhim bo'lishi mumkin. Narx ham e'tiborga olinishi mumkin. Aviakompaniyalarda <http://orbitz.com> yoki <http://expedia.com> kabi saytlar foydalanuvchilarni mumkin bo'lgan yo'nalishlarning uzoq ro'yxatini

yaratib berish bilan shug'ullanadi. Ularning ko'pchiligi qaytib kelishi mumkin. Bularni ishlab chiqarishda murakkab algoritmlar qo'llanilishi aniq emas. Biroq Yevropada poezdlar safari uchun yanada murakkab sayohatni rejalashtirish ob'ektlari mavjud, bunday rejalashtirishning HAFAS tizimi mavjud. Ushbu yondashuvdan biri shundaki, vaqtni kengaytirgan tarmoq juda katta bo'lishi mumkin. Muqobil yondashuv – har bir stansiya uchun bitta tugun mavjud bo'lgan "vaqtga bog'liq" model' orqali aniqlanishi kerak [1]. Dijkstra algoritmining o'zgartirilgan versiyasi hali ham ikki poezd o'rtasida ikkita stansiya o'rtasida bir xil to'xtash joyini harakatga keltirsa, birinchi bo'lib keladigan birinchi masala – agar bir tugundan boshqalariga boradigan eng qisqa yo'llarni hisoblashi mumkin bo'ladi. Vaqtga asoslangan yondashuv, masalan, o'zgartirilgan Dijkstra



algoritmini A* qidirish algoritmi bilan birlashtirish va tugunlararo eng qisqa yo'llarini hisoblaydigan algoritmlar Nachtigal [2] tomonidan ishlatilgan va 26 yo'nalish va 37 stansiyadan iborat nemis temiryo'llari uchun hisoblash natijalari haqidama'lumot olish mumkin.

Pyrga va boshqlar [3.] tomonidan vaqtni kengaytirib boradigan va vaqtning o'zgaruvchan yondashuvlarini baholashning ikkita mezonli versiyasini o'rganishda bahs yuritdi, unda transport vaqtini ham, o'tkazmalarining miqdorini ham minimallashtirishga qiziqish bor. 2000/01-yil qishki davridan boshlab Berlin va Brandenburg hamda Rhein / Main mintaqaviy trafigi uchun nemis jadvallarini hisoblash natijalari o'rganib chiqilgan. Ularning eng katta misollari vaqtga bog'liq bo'lgan yondashuv uchun 30 mingdan ortiq uchlar va 90 mingta qirralarga ega bo'lgan tarmoqlarni, vaqtni kengaytiradigan modellar uchun esa 2,250,000 uch va 4500 ming qirrani tashkil etdi.

Tahlillarga ko'ra qaralgan masalani yechish uchun texnik jihozlar, hisoblash vositalari va dasturiy vositalarning rivojlanishi, kundan-kunga rang baranglashuvi natijasida transport vositalarini harakatini tartibga solish masalasining nufuzi oshib bormoqda. Masalada trafik manzillari, uchlar va qirralar soni tezlik bilan o'sib, bir parametrlidan ko'p parametrligiga, statik holdan dinamik holga o'tmoqda [4-7].

Tadqiqotlarda statik parametrlar bo'yicha eng qisqa yo'llarni topish masalalarni yechish algoritmlarining murakkablik darajasi bo'yicha tahlilijadvali keltirilgan (1-jadval).

1-jadval

Statik parametrlar bo'yicha eng qisqa yo'llarni topish algoritmlar

Algoritmnin nomi	Murakkablik darajasi	Muallif
Ford algoritmi	$O(V^2E)$	Ford 1956
Belman va Ford algoritmi	$O(VE)$	Bellman 1958, Mur 1957
Densig algoritmi	$O(V^2 \log V)$	Dansig 1958, Dansig 1960
Deykstra algoritmi	$O(V^2)$	Leyzorek 1957, Deykstra 1959
Deykstra algoritmini binariy xip bilan qo'llanilishi	$O((E + V) \log V)$	-

Deykstra algoritmi Fibanachi xip bilan qo'llanilishi	$O(E + V \log V)$	Fridman & Tar'yan 1984, Fridman & Tar'yan 1987
Djonson algoritmi	$O(E \log \log L)$	Djonson 1982, Karlsson & Poblete 1983
Gabova algoritmi	$O(E \log E / VL)$	Gabov 1983, Gabov 1985
Axudja algoritmi	$O(E + V \sqrt{\log L})$	Axudja 1990

Marshrutlarni tanlash masalasi va eng qisqa yo'l topish masalalari tushunchalari bir-biriga juda yaqin tushunchalar bo'lib, marshrutlarni tanlash masalasida bir joydan boshqa joyga borishda faqat yo'l minimum bo'lishi yetarli emas, boshqa parametrlarni ham inobatga olib yechish nazarda tutilsa, eng qisqa yo'lni topishda yo'lning uzunligini inobatga olib masalani yechish talab etiladi. Ammo, eng qisqa yo'lni topish masalasi marshrutizatsiya masalasining xususiy holi hisoblanadi va marshrutizatsiya masalalarini ushbu masalani yechimlari yordamida mukammal yechimlarini topishda foydalanish mumkin. Eng qisqa yo'llarni topish masalasi juda ko'p masallarni qism masalasi sifatida keng qo'llaniladi [4-7].

2. Yechish usuli. Berilgan marshrutlashtirish masalasining qo'yilishi uchun Xopfield neyron to'ring maqsad funksiyasini quramiz. Har bir neyronni ifodalash uchun ikkita indeksdan foydalanamiz. Bunda marshrutlashtirish indeks shahar nomerini ifodalasa, ikkinchi indeks esa yo'nalish vaqtidagi shaharga kirishning tartib raqamini ifodalaydi. Masalan, ifoda yo'nalish vaqtida x raqamli shaharga i-bo'lib kirilishini ifodalaydi.

Maqsad funksiyasi ikkita shartni qanoatlanirishi kerak: birinchidan, qachonki yo'nalish matrisasining har bir satri va har bir ustunida yagona bir bo'lgan holda minimal qiymatga ega bo'lsin; ikkinchidan, tanlangan yo'nalish bo'yicha olingan umumiy yo'lning uzunligi eng minimum bo'lsin.

Maqsad funksiyasi birinchi shartni bajarishini quyidagi ifoda asosida tekshirish mumkin [8]:

$$E_{1,2,3} = \frac{A}{2} \sum_x \sum_i \sum_x Y_{xi} Y_{xj} + \frac{B}{2} \sum_i \sum_x \sum_{T \neq X} Y_{xi} Y_{Ti} + \frac{C}{2} \left[\left(\sum_x \sum_i Y_{xi} \right) - V \right]^2$$

(1)
Bunda A, B va C – o'zgarimas sonlar. Ushbu ifodada maqsadga erishish uchun quyidagi shartlar bajariladi:

1. Agar har bir satrda bittadan ortiq bo'lmagan bir bo'lsa, birinchi uchtalik yig'indi nolga teng bo'ladi.



2. Agar har bir ustunda (shaharga kirishning tartib raqami) bittadan ortiq bo'lmagan bir bo'lsa, ikkinchi uchta yig'indi nolga teng bo'ladi.

3. Agar matrisada V ta bir mavjud bo'lsa, uchinchi yig'indi nolga teng bo'ladi.

Maqsad funksiyasi ikkinchi shartni bajarishi – maqsad funksiyasiga qo'shimcha element qo'shilishi asosida minimal yo'lni topishga qaratiladi:

$$E_4 = \frac{D}{4} \sum_X \sum_{T \neq X} \sum_i d_{XT} Y_{Xi} (Y_{T,i+1} + Y_{T,i-1}).$$

A, B va C parametrlarning yetarli darajada katta qiymat olishi yo'nalishning eng kam xarajatga ega bo'lishini ifodalasa, D parametrning katta qiymati esa eng qisqa yo'nalish tanlanganligini kafolatlaydi.

(1) ifoda qavslarini ochgan holda qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritib quyidagi neyron to'r bog'lanishlari vaznlari matrisasini hosil qilamiz:

$$w_{xi,Ti} = -A\delta_{XT}(1 - \delta_{ij}) - B\delta_{ij}(1 - \delta_{XT}) - C - D \cdot d_{XT} \cdot (\delta_{j,i+1} + \delta_{j,i-1}),$$

bunda δ_{ij} - Kroneker parametri hisoblanib, agar $i=j$ shart bajarilsa 1 qiymat qabul qiladi va aks holda 0 qiymat qabul qiladi.

Ushbu masala uchun F neyronning aktivatsiya funksiyasi sifatida quyidagi ko'rinishdagi funktsiyani tanlashni taklif etdik:

$$F = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{e^{(\beta u_0)} - 1}{e^{(\beta u_0)} + 1} \right],$$

bu erda u_0 - neyron to'rning bog'lanishlari bo'sag'aviy qiymati, e - eksponentsial funktsiya, β - o'zgarimas son.

Tajribalar asosida ko'pgina hollarda ushbu funktsiya yordamida samarali natijalarga erishish mumkinligi kuzatildi va ushbu masala uchun ham aynan shu funktsiyani taklif qildik.

Shundan so'ng neyron to'rning vazn koeffitsientlarining dastlabki ixtiyoriy qiymatlari olinadi, keyingi qadamlarda esa ularning qiymatlari evolyutsion tarzda o'zgartirib borilishi natijasida masala echimini bera oluvchi neyron to'r parametrlari tanlab olinadi.

Xopfiled to'rini sozlash jarayoni toki to'r holati o'zgarmay qolgunga qadar va funktsiya minimum qiymatga erishguncha iteratsion tarzda davom ettiriladi. Bunda hisoblash jarayoni to'xtatilganidan so'ng neyron to'rining chiqishi eng maqbul yo'nalish sifatida olinadi.

Ushbu masalani echish uchun Xopfiled to'ri algoritmini quyidagi qadamlar orqali ifodalash mumkin:

1-qadam. Initsializatsiya:

Const: A, B, C, D, u_0 , tao=1; lamda;

SityXY – shaharlar koordinatalari, N-shaharlar soni.

2-qadam. Shaharlar orasidagi masofalarni hisoblash:

$$d(i, j)$$

3-qadam. Neyron to'r vaznlari matritsasining dastlabki qiymatlarini initsializatsiya qilish:

X=rand();

$$U = a \tanh(2 * X - 1) * u_0.$$

4-qadam. Optimizatsiya funktsiyasini hisoblash:

Optimizatsiya funktsiyasining birinchi qismi (Matritsaning har bir satrida faqat bitta 1 borligi)

$$E_1 = \frac{A}{2} \sum_i \sum_j \sum_{k \neq j} X_{ij} X_{kj}$$

Optimizatsiya funktsiyasining ikkinchi qismi (Matritsaning har bir ustunida faqat bitta 1 borligi)

$$E_2 = \frac{B}{2} \sum_i \sum_j \sum_{k \neq i} X_{ki} X_{ji}$$

Optimizatsiya funktsiyasining uchinchi qismi (Yo'nalish bittaligi)

$$E_3 = \frac{C}{2} \left[\left(\sum_i \sum_j X_{ij} \right) - N \right]^2$$

Topilishi kerak bo'lgan yo'lning uzunligini (narxini) minimallashtirish

$$E_4 = \frac{D}{4} \sum_i \sum_{j \neq i} \sum_k d[i, j] X_{ik} (X_{j,k+1} + X_{j,k-1})$$

$$Udao = -U + E_1 + E_2 + E_3 + E_4.$$

5-qadam. Neyron bog'lanishlari vaznlarini qayta hisoblash:

U=U+lamda*Udao;

Neyronning chiquvchi qiymatini hisoblash

$$F = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{e^{(U/u_0)} - 1}{e^{(U/u_0)} + 1} \right].$$

Bo'sag'aviy funktsiya asosida neyron chiqishini qayta hisoblash

$$\begin{cases} X = 0, \text{ arap } F < 0.3; \\ X = 1, \text{ arap } F > 0.7. \end{cases}$$



6-qadam. Testlash:

1. Agar har bir satrda bittadan ortiq bo'lmagan bir

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^N X_{ij} X_{ik} = 0$$

bo'lsa, shart bajariladi.

2. Agar har bir ustunda (shaharga kirishning tartib raqami) bittadan ortiq bo'lmagan bir bo'lsa,

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^N X_{ji} X_{ki} = 0$$

shart bajariladi.

3. Agar matritsada N ta bir mavjud bo'lsa,

$$\sum_i \sum_j X = N$$

shart bajariladi.

7-qadam. Tugallash:

Agar uchchala testlash shartlari bir vaqtda bajarilsa iteratsiya to'xtatilsin va topilgan shaharlar ketma-ketligi bosmaga chiqarilsin aks holda esa algoritm 3-bosqichdan boshlab yana davom etsin.

Ko'pgina hollarda kombinatorli optimallashtirish masalalarini echishda ko'plab hisoblash jarayonlari va hisoblash vaqti talab qilinishi mumkin. Bunday hollarda dastur ishlash tezligini va samaradorligini oshirish maqsadida bir qator qo'shimcha qurilmalar hamda dasturlar sotib olish, qo'shimcha xizmatlarni jalb qilish kabi maqsadga muvofiq bo'lmagan harakatlar qilish hollari kuzatiladi. Intuitiv tarzda baholash bilan esa har doim ham samarali yutuqqa erishib bo'lavermaydi [9]. Amdal qonuniga ko'ra η hisoblashni p protsessorga ideal parallellashtirish asosida hisoblanganda hisoblash tezligini quyidagicha ifodalash mumkin [10]

$$S_n = \frac{1}{(1-\eta) + \frac{\eta}{n}} \leq \frac{1}{1-\eta}. \quad (2)$$

Ushbu ifodaga asosan 20 protsessorga 95% parallellashtirilgan hisoblash tezligi $1/(0,05 + 0,95/20) = 10,26$ son qiymatni beradi. Amaliyotda parallel hisoblashlarning samaradorligi pastroq bo'lishi mumkin. Kuzatuvlar shuni ko'rsatdiki, zamonaviy ikkitadan yadroga ega bo'lgan ikki protsessorli shaxsiy kompyuterda, to'rtta o'zaro mustaqil jarayonlarga bo'lingan masalani echilish tezligini oddiy, ketma-ket usuldagi echilish tezligi bilan solishtirilganida 1.5 barobar tezroq ishlar ekan. Dastur ikkita o'zaro mustaqil jarayonlarga ajratilgan holda esa 25% vaqtdan yutish mumkin ekan. Shuningdek parallellashtirishning tezlik va sifati kommunikatsiya parametrlariga ham bog'liqligini e'tiborda tutish kerak bo'ladi.

Gustafson va Barsislar 1988 yilda dasturning parallel bo'lmagan qismining bajarilish vaqti uning parallel qismlariga kam bog'liq bo'lishini aniqladilar [10,11]. Xususan bu hol, parallel bo'lmagan qism hisoblashga tayyorlash va natijalarni qayta ishlash jarayonlari uchun to'g'ri keladi. U holda parametr sifatida parallel bo'lmagan qism vazifasini parallel bo'lgan qismga yuklash qulay bo'ladi:

$$\sigma_n = \frac{1-\eta}{\frac{\eta}{n} + 1-\eta}. \quad (3)$$

Gustafson va Barsislar (2) formulani (3) formula bilan birlashtirgan holda quyidagi ifodaga ega bo'ldilar:

$$S_n \leq n + (1-n)\sigma_n \Rightarrow \sigma_n \leq \frac{n-S_n}{n-1} \quad (4)$$

Xosil qilingan (4) formula berilgan tezlikka erishish uchun zarur bo'lgan dasturning ketma-ket qismi ulushini baholashga imkon beradi. Masalan, 21 ta kompyuterda dastur ishlashini 19-marta oshirish uchun har kompyuterdagi dasturning ketma-ket bajariluvchi ulushi $(21-19)/(21-1)=10\%$ dan oshmasligi kerak.

Gustafson-Barsis qonunining asosiy xulosasi shundan iboratki: parallellashtirish qachonki, masala parallel hisoblashda ko'p vaqt talab qilsa, ya'ni katta masalalar uchun samarali bo'ladi. Ko'p protsessorlarga parallellashtirish faqat juda katta masalalar uchungina samarali hisoblanadi.

Bugungi kunda parallel dasturlash uchun MRI vositasidan foydalanish keng yo'lga qo'yilmoqda. Ushbu vositada narx/samaradorlik munosabati optimal darajada yo'lga qo'yilgan.

Odatda parallel algoritmi qurishdan asosiy maqsad katta hajmdagi masalani hisoblashda vaqtni tejashdan iboratdir. Biz neyron to'rlar yordamida marshrutlashtirish masalasini parallel hisoblash texnologiyalari asosida echishni ko'rib o'tamiz. Yuqorida aytib o'tilganidek, juda katta masalalarni bir nechta mustaqil qismlarga ajratgan holda ularni hisoblashni turli protsessorlarga yuklash, masalani echish uchun ketadigan vaqtdan yutishga imkon beradi.

Marshrutlashtirish masalasida har qanday lokal optimum echim ham optimal echim sifatida olinishi mumkin. Ammo global optimumga ega bo'lish masalasi bir oz murakkablik kasb etadi. Biz aynan shu global optimumni qidirish masalasini o'z oldimizga maqsad qilib qo'yamiz.



Biz aniq bir marshrutlashtirish masalasini echish dasturini bosh protsessor tomonidan bir vaqtning o'zida N ta protsessorga parallel yuklaymiz. Ushbu protsessorlar bir-biridan mustaqil ravishda o'z optimal (lokal) echimlarini hisoblab topadilar. Barcha protsessorlarda mavjud, topilgan natijalar bosh protsessorga qaytadan to'planadi va ular orasidan eng kichik qiymat olgani va bu qiymatni bergan shaharlar ketma-ketligini eng optimal echim sifatida tanlanadi. Bunda protsessorlar sonining ortishi optimal echimni topilish ehtimolligini oshirish bilan bir qatorda hisoblash vaqtini ham oshishiga olib kelishi mumkin.

Ishlab chiqilgan algoritmlar asosida bir qator hisoblash tajribalari o'tkazildi va olingan natijalar tahlili taklif etilayotgan algoritmlarim natijalari global optimumga juda yaqin ekanligini ko'rsatdi. Ammo ta'kidlash joizki, ushbu algoritm asosida masala echish vaqtida juda ko'p iteratsion hisoblashlar talab qilinadi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida parallel hisoblash texnologiyasi uchun modifikatsion neyron to'r algoritmini ishlab chiqdik.

Bugungi kunda turli tabiiy jarayonlar, ob'ektlarning faoliyat xususiyatlarini modellashtirish, ularning model va algoritmlarini bir qator amaliy masalalarni echishda qo'llanilishi samarali natijalarga erishishga omil bo'lmoqda. Ayniqsa inson miya xujayralari faoliyati – neyronlarning modellari asosida bugungi kunda juda ko'plab masalalar echilayotganligini kuzatish mumkin. Bulardan optimallashtirish masalalarini alohida ta'kidlab o'tish mumkin.

Ko'plab optimallashtirish masalalarini echish uchun bir qator evristik algoritmlar, usullar taklif etilgan. Shuningdek optimallashtirish masalalarini echishda sun'iy neyron to'rlarning o'rni juda katta. Neyron to'rlardagi "o'qitish" mexanizmi va rekurrentlik xususiyatlari optimallashtirish masalalarini echishda ekstrimum qiymatga erishish jarayonini samarali tashkil etilishiga omil bo'ladi.

Bugungi kunda mavjud matematika, statistika, texnika, ilm-fan, meditsina va iqtisodiyotda mavjud echimini kutayotgan ko'plab masalalarni optimallashtirish masalalar bilan izohlashimiz mumkin. Ma'lumki, optimallashtirish masalasining asosiy vazifasi o'rnatilgan chegaraviy shartlar tizimini qanoatlantiruvchi shunday optimal echim kerakki, bunda maqsad funktsiyasi minimum yoki maksimum qiymatga erishsin. Optimallashtirish masalasining klassik varianti sifatida NP-to'la masalalar sirasiga kiruvchi marshrutlashtirish masalasini olishimiz

mumkin. Oldingi bo'limda aynan ushbu tipdagi masalani echishda parallel hisoblash texnologiyasi uchun Xopfield neyron to'ri algoritmidan foydalandik. Natijalar va kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, masaladagi shaharlar soni katta bo'lgan holda Xopfield to'ridan foydalanish samaradorligi kamayadi. Buni to'rdagi hisoblash jarayonlarining ko'pligi bilan izohlash mumkin.

Quyidagi masalani echish jarayonini ko'rib o'tamiz. Ilmiy tadqiqotlar olib boruvchi tadqiqot guruhi n ta tadqiqot ob'ektida izlanishlar olib borishi talab etilgan. Tadqiqotlarni o'tkazish uchun ushbu guruhga n kun muddat belgilangan va bir kunda faqat

bitta ob'ekt tadqiq qilinish $a_j, j = \overline{1, n}$ so'rov natijalariga erishishi mumkin. Demak, har bir ob'ektda muvaffaqiyatli natijalarga erishish ehtimolligini $n \times n$ o'lchamli R matritsa tashkil qilamiz. Bunda, matritsaning P_{ij} elementi $i - kunda j - ob'ektda (i, j = \overline{1, n})$ muvaffaqiyatli tadqiqot natijalariga erishish ehtimolligi. Masalada eng ko'p tadqiqot o'tqazish uchun kerak bo'luvchi vaqtni aniqlash talab etiladi. $i - kunda j - ob'ektda muvaffaqiyatli tadqiqot so'rovini o'tkazishini ifodalovchi $r_{ij} = P_{ij} a_j$ kattalikni kiritamiz.$

Belgilangan vaqtda belgilangan ob'ektda tadqiqot o'tkazilish holatini ifodalash uchun qo'shimcha x_{ij} matritsa tashkil qilamiz:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } i - \text{kunda } j - \text{urinda tadqiqot } \checkmark \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases}$$

Umumiy holda masalaning matematik ifodasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} x_{ij} \rightarrow \max. \quad (5)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; j = \overline{1, n}; \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1; i = \overline{1, n}; \\ x_{ij} \in \{0; 1\}; i, j = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (6)$$

Ushbu masalada (5) ifoda barcha ob'ektlardagi tadqiqotlarning umumiy yig'indisini ifodalaydi. Maqsadga ko'ra ushbu qiymat maksimumga intilishi kerak bo'ladi. Agar optimallashtirish masalasida



energiya yoki xarajatlarni tejash masalasi ko'rilayotgan bo'lgan holda esa minimumga intilishi talab qilinadi.

(6) shartlarning birinchi va ikkinchisi shartlar bir kunda faqat va faqat bitta ob'ektda tadqiqot o'tkazish mumkinligini ifodalaydi. Rekurrent neyron to'rlari bilan modelni hisoblash uchun quyidagi qarama-qarshi ishorali funktsiyaga o'tish kerak bo'ladi:

$$R = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} x_{ij}.$$

Mos ravishda r_{ij} matritsaning elementlari qiymatlari ham qarama-qarshi ishora bilan yozib boriladi.

Neyron to'r kirishiga kiruvchi vektor ma'lumotlarni berishda neyronlarning dastlabki holatlari aniqlanadi. Neyron to'r qayta aloqalilik xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, keyingi qadamlarda neyronlarning chiqishlari teskari aloqa asosida ularning kirishlariga yana yangi vektor sifatida kelib tushadi va neyronlar holati yana o'zgaradi. Ma'lumki rekurrent neyron to'rlar neyronlarning turg'unlik tushunchasi bilan bevosita bog'liq bo'ladi [12-14]. Lyapunov mezoniga ko'ra agar chekli sondagi iteratsiyalardan keyin neyronlar holati, topologiyalar o'zgaraydigan holatni qabul qilsa, bunday neyron to'r turg'un deb hisoblanadi. Vektorni turg'un rekurrent to'rlarning kirishiga berilishi natijasida neyronlarning chiqish signallari ishlab chiqiladi. Ular yana kiruvchi signallar sifatida kirishlarga tushadi va yangi holatlar vektorini hosil qiladi. Biroq iteratsiyalar soni o'sib borishi bilan to'rning yakuniy holati o'rnatilmagunicha tugunlar holatlarining o'zgarishlari soni kamayib boradi. Ma'lumki, teskari aloqaga ega bo'lmagan to'rlar doimo turg'un bo'ladi, chunki bitta kiruvchi vektor kirishga berilganda to'r tugunlari neyronlar kirishlarining doimiylik oqibatida o'z holatini faqat bir marta o'zgartirishi mumkin.

Ushbu masalani Xopfield to'ridan foydalangan holda echish ham mumkin. Ma'lumki, Xopfield neyron to'rida ushbu masalani echishda neyronlar "har biri har biri bilan" tamoyili bo'yicha masalani echimiga intiladi. Bu esa hisoblash jarayonlarini keskin orttirib yuboradi. Agar matritsa o'lchami $n \times n$ bo'lsa va bu matritsa asosida ushbu optimallashtirish masalasi Xopfield to'ri yordamida echishda n^4 tagacha iteratsion hisoblashlar amalga oshirilishi mumkin. Bundan kelib chiqadiki, matritsa o'lchami ortib borganda ushbu

optimallashtirish masalasini echish imkoniyatlari kamayib ketadi.

Oldimizga qo'yilgan (5)-(6) masalani echish uchun quyidagi differentsial tenglama bilan ifodalanadigan rekurrent neyron to'r taklif qilinadi [12]:

$$\frac{\partial u_{ij}(t)}{\partial t} = -\eta \left(\sum_{k=1}^n x_{ik}(t) + \sum_{l=1}^n x_{lj}(t) - 2 \right) + \lambda r_{ij} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right),$$

bu yerda

$$x_{ij} = \varphi(u_{ij}(t)), \quad \varphi(u) = \frac{1}{1 + \exp(-\beta u)}$$

Taklif etilayotgan neyron to'r yordamida echish uchun yuqoridagi tenglamaning chekli ayirmalarga asoslangan variantini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$u_{ij}^{t+1} = u_{ij}^t - \Delta t \cdot \left[\eta \left(\sum_{k=1}^n x_{ik}(t) + \sum_{l=1}^n x_{lj} - 2 \right) - \lambda r_{ij} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right], \quad (7)$$

bu erda Δt - vaqt bo'yicha qadam va ushbu parametr qiymati [0,1] oraliqdagi qiymatlarni olishi mumkin. $\eta, \lambda, \tau, \beta$ parametrlar esa tajribalar asosida tanlab olinadi va masala echimiga erishish tezligi va ushbu echim sifatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

Kuzatishlarning ko'rsatishicha $\eta = \frac{1}{t}$ bo'lganda samarali natija olish imkoniyati ortar ekan. Bunda t - iteratsion qadamlar soni.

Yuqorida keltirilgan (7) tenglamalar sistemasini echishni tezlashtirish uchun «Winner takes all» tamoyilidan foydalanish taklif qilingan [168;108-206-b.]. Bunga ko'ra ushbu optimallashtirish masalasini echish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. $x_{ij}^0 \in [0,1]$ tasodifiy qiymatlarning $\|x_{ij}\|$ matritsasi hosil qilinadi.
2. (7) iteratsiya quyidagi tengsizlik sharti bajarilmagunicha davom ettiriladi:

$$\sum_{k=1}^n x_{ik}(t) + \sum_{l=1}^n x_{lj}(t) - 2 \leq \varepsilon,$$

bu erda ε - juda kichik bo'lgan musbat son.

3. Xosil bo'lgan $\|x_{ij}\|$ matritsa elementlarini qayta ishlash:
 - 3.1. $i=1$.



3.2. Matritsaning i – satridan maksimum qiymat olgan element $x_{i,j_{max}}$ topiladi, bunda j_{max} – satrdagi maksimum qiymat olgan element ustuni nomeri.

3.3. Topilgan element ustida $x_{i,j_{max}} = 1$ almashtirish amalga oshiriladi. Shu element joylashgan satr va ustundagi boshqa barcha elementlar qiymatlari nolga almashtiriladi:

$$x_{i,j} = 0, j \neq j_{max},$$

$$x_{k,j_{max}} = 0, k \neq i.$$

Keyingi qadamda yana j_{max} satrga o'tish amalga oshiriladi.

Ushbu 3.2 va 3.3 bosqichlar amallar qachonki almashtirish jarayonlari birinchi satrga yana qaytib kelmagunicha davom etadi. Ushbu holat esa takrorlanish tugallanganligini ko'rsatadi.

4. Agar birinchi satrga o'tish jarayoni $\|x_{ij}\|$ matritsada n ta element 1 qiymat olmasidan oldin amalga oshirilsa, ushbu holat takrorlanishlar soni n tadan kam marta amalga oshirilganligini anglatadi. Bu holatda 1 va 3 qadamlar yana takrorlanadi.

3. Natija va tahlil Tahlillarga ko'ra qaralgan masalani echish uchun texnik jihozlar, hisoblash vositalari va dasturiy vositalarning rivojlanishi, kundan-kunga rang baranglashuvi natijasida transport vositalarini harakatini tartibga solish masalasining nufuzi oshib bormoqda. Masalada trafik manzillari, uchlar va qirralar soni tezlik bilan o'sib, bir parametrlidan ko'p parametrligiga, statik holdan dinamik holga o'tmoqda.

2-jadvalda keltirilgan tahliliy ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston hududida ko'p parametrlil marshrut tanlash etarlicha o'rganilmagan. Masalaning qo'yilishida murakkablik darajasining oshishi texnik jihozlar, hisoblash vositalari va dasturiy vositalarga chambarchas bog'liq bo'lib qolmoqda.

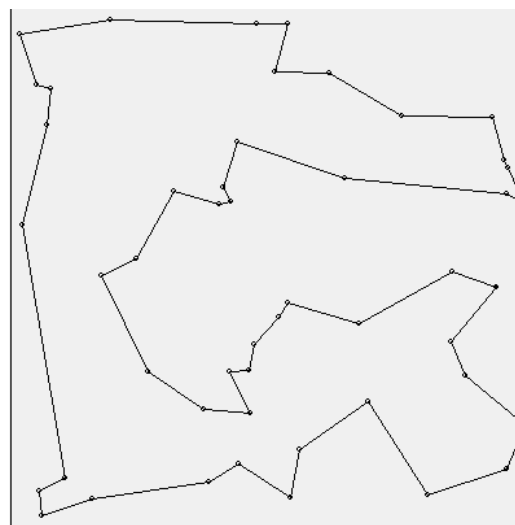
2-jadval
O'zbekiston hududida marshrutlarni aniqlashda yo'l parametrlarini inobatga olish bo'yicha tahlil

	Yo'l uzunligi	Yo'l notekisligi	Yo'l tezligi	Yo'l kengligi	Yo'l tirbandligi
GoogleMap	✓	✗	✗	✓	✗
Map24	✓	✗	✗	✓	✗

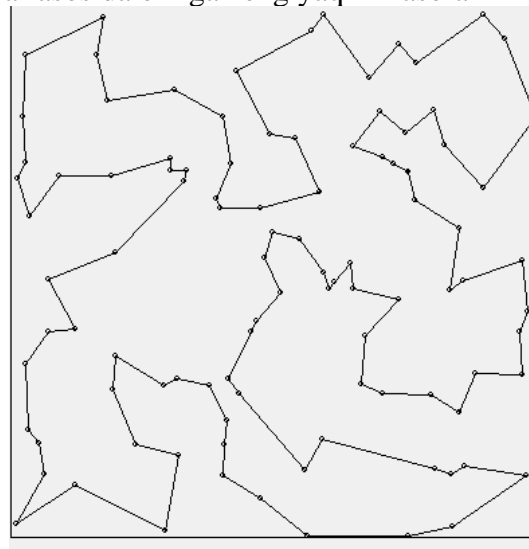
MapQuest	✗	✗	✗	✗	✗
MultiMap	✓	✗	✗	✗	✗
ViaMichelin	✗	✗	✗	✗	✗
YandexMaps	✓	✗	✗	✓	✗

Sun'iy neyron to'rlarning eng muhim xususiyatlaridan biri neyron to'rli modellar, tizimlarning ishonchligidir. Ushbu xususiyat xalq xo'jaligining turli sohalarida, yuqori ishonchlik talab etilgan masalalarni echish uchun amaliy neyron to'rli tizimlardan foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Neyron to'rlarning yana bir muhim xususiyati ularni o'qitish imkoniyati mavjudligidir. Ushbu imkoniyatdan foydalangan holda qo'yilgan masalaga adekvat, adaptiv neyron to'rli modellar qurildi (1,2-rasm).



1-rasm. 50 ta tugun orsida neyron to'rli modellar asosida olingan eng yaqin masofa



2-rasm. 100 ta tugun orsida neyron to'rli modellar asosida olingan eng yaqin masofa



Qo'yilgan optimallashtirish masalasining maqsad funktsiyasi ikkita shartni qanoatlantirishi kerak: birinchidan, olingan echim matritsasining har bir satri va har bir ustunida yagona bir bo'lsin; ikkinchidan, tanlangan tadqiq qilinuvchi ob'ektlar ketma-ketligi bo'yicha olingan umumiy vaqt eng minimum bo'lsin.

Ushbu masala uchun neyronning aktivatsiya funktsiyasi sifatida quyidagi ko'rinishdagi funktsiyani tanlash taklif etiladi:

$$f(u) = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{e^{(\beta u_0)} - 1}{e^{(\beta u_0)} + 1} \right],$$

bu erda u_0 - neyron to'ring bog'lanishlari bo'sag'aviy qiymati, e - eksponentsial funktsiya, β - o'zgarmas son.

Ko'pgina tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatdiki, ko'pgina hollarda ushbu funktsiya yordamida samarali natijalarga erishish mumkin ekan va ushbu masala uchun ham aynan shu aktivatsiya funktsiyasini tanlash taklif qilindi.

Ko'rinib turibdiki, taklif etilgan neyron to'rida ham Xopfild to'ridagi kabi $n \times n$ o'lchamli matritsa vujudga keladi. Ammo ushbu holda neyronlar "har biri har biri bilan" tamoyili bo'yicha emas, balki satrlar va ustunlar bo'yicha o'zaro ta'sirlashadilar. Natijada iteratsion hisoblashlar sonini Xopfild to'ridagiga nisbatam n^2 martagacha kamaytirish mumkin [16-20].

4. Xulosa 1. Shaharlarda transport vositalar harakatini tartibga solish uchun ishlab chiqilgan dasturiy vositani qo'llanilishi, transport vositalarini geo-joylashuv ma'lumotlari asosida monitoring qilish, jamoat transporti vositalari harakatini boshqarish, transport vositalarning harakat oqimini mukammal tartibga solish va jamoat transporti yo'nalishlarini tashkil qilish ishlarida foydalanish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

2. Dasturiy vosita yordamida transport vositalariga interaktiv xizmat ko'rsatish haqida ma'lumot keltirilgan. Interaktiv xizmat ko'rsatishda foydalanuvchilarga tegishli transport vositalarni harakatlarini kuzatish va ularning marshrutlari haqida hisobotlar olish, shaharda transport vositalarini harakatlarini tartibga solish uchun maqbul marshrutlarni aniqlash bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

3. Transport vositalarini harakatini tartibga solish uchun ishlab chiqilgan dasturiy vositalar

majmuasida foydalanilgan usul va algoritmlar testlandi. Tadqiqot ishida keltirilgan usul, algoritm va dasturiy vositalar majmuasining modullari model testlar asosida samaradorligi asoslangan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. M. Muller-Hannemann, F. Schulz, D. Wagner, and C. Zaroliagis, Algorithmic methods for railway optimization. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4359, ch. Timetable Information: Models and Algorithms, pp. 67-90, Springer Berlin / Heidelberg, September 2007.
2. K. Nachtigal, Time depending shortest-path problems with applications to railway networks, European Journal of Operations Research 83 (1995), 154-166.
3. E. Pyrga, F. Schulz, D. Wagner, and C. Zaroliagis, Experimental comparison of shortest path approaches for timetable information. Proceedings of the Sixth Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX), SIAM, 2004, pp. 88-99.
4. U. Zwick, All pairs shortest paths using bridging sets and rectangular matrix multiplication. Journal of the ACM 49 (2002). no. 3, 289-317.
5. T. Hagerup, Improved. Shortest Paths in the Word RAM, 27th Int. Colloq. on Automata, Languages and Programming, Geneva, Switzerland, 2000, pp. 61-72.
6. U. Meyer, Single-Source Shortest Paths on Arbitrary Directed Graphs in Linear Average Time, 12th Symp. on Discr. Alg., 2001, pp. 797-806.
7. M. Thorup, Integer priority queues with decrease key in constant time and the single source shortest paths problem, J. Comput. Syst. Sci. 69 (2004), no. 3, 330-353.
8. Комашенский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003.
9. Фальфушинский В.В. Параллельное обработка данных многокомпонентных системах наблюдений. // Кибернетика и системный анализ. Международный научно-теоретический журнал. – Украина. № 2, 2002.
10. Антонов А. [Под законом Амдала](#) (рус.) // [Компьютера](#). — 11.02.2002. — № 430
11. Quinn M.J Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. — New York: NY: McGraw-Hill, 2004.



12. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. –М.: Физматлит. 2001. - 224 с.

13. Ротштейн А. П. Нечеткий многокритериальный выбор альтернатив: метод наихудшего случая // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2009. - № 3. - С. 51-55

14. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. - Винница: УНИВЕРСУМ-Винница. 1999. - 320 с.

15. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск. И.Д. Рудинского. -М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 452 с.

16. Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А. Модифицированный метод решения системы уравнений нейронной сетью // «Вестник ТашГТУ». -Вып.1. Ташкент, 2007. -С.25-29.

17. Субботин С.А., Олейник Ал.А. Мультиагентная оптимизация на основе метода пчелиной колонии // Межд. научно-теорет. Журнал «Кибернетика и системный анализ». – Киев, 2009. - №2. - С. 15-25.

18. Nakrani S., Tovey C. On honey bees and dynamic allocation in an internet server colony // Adaptive Behavior. – 2004. - №12. P. 223-240.

19. Sotvoldiev D., Muhamediyeva D.T., Juraev Z. Deep learning neural networks in fuzzy modeling // IOP Conf. Series:Journal of Physics: Conference Series 1441 (2020) 012171. DOI:

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1441/1/012171>[ББ-В-Ф4-011]
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1441/1/012171/pdf>

20. D T Muhamediyeva, A X Mirzaraxmedova and U U Khasanov. Development of a model for determining the optimal number of urban passenger transport // IOP Conf. Series: [Journal of Physics: Conference Series](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2182/1/012025), 2182 (2022) 012025 DOI <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2182/1/012025>

