

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

AVGUST 8-SON, I-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, avgust.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

IQTISODIYOTGA TO'G'RIDAN-TO'G'RI XORIJIY INVESTITSİYALARNI JALB ETISHNING SAMARALI DAVLAT BOSHQARUVI.....	9
Amirov Otabek Xudoyberdi o'g'li	
РОЛЬ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В СИСТЕМЕ ФИНАНСОВОГО КРИЗИС-МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	14
Маннапова Раъно Абборовна	
METROPOLITEN SANOATIDA MAHALLIYLASHTIRISH SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING INTEGRAL METODOLOGIK MODELİ	22
Mansurov Xamrokul Ilxomovich	
INVESTMENT COOPERATION BETWEEN UZBEKISTAN AND CHINA: CHALLENGES AND PROSPECTS ..	29
Liu Qing	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI BANK TIZIMI: MARKAZIY BANK VA UNING VAZIFALARINING IQTISODIY ASOSI.....	36
Sherkulova N.B., Fayzullayeva Maxliyo	
MINTAQAVIY IQTISODIYOT: MUAMMOLAR VA XALQARO TAJRIBA.....	41
Yorqin Xudoyberdiev	
BIZNES SUBYEKTLARINING EKSPORT FAOLIYATINI MOLİYALASHTIRISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISHNING ASOSIY OMILLARI	45
Karamatdinova Aysawle Paraxatovna	
YOSHLAR TADBIRKORLIGINI RIVOJLANTIRISHNING PDCA TAMOIYILIGA ASOSLANGAN 7 BOSQICHLI TAKOMILLASHTIRILGAN TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMI	53
Xojiyev Ma'murjon Muxsinjon o'g'li	
HUDUDIY SPORT-SO'G'LOMLASHTIRISH TURIZMINING RIVOJLANISHIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR..	62
Misirxonov Habibxon Iskandar o'g'li	
TRANSPORT SOHASIDA AYOLLAR BANDLIGINI TA'MINLASHNING INTEGRATSIYALASHGAN BOSHQARUV MODELINI TAKOMILLASHTIRISH	71
Abdukarimova Dilnozaxon Mamurjon qizi	
QALMOQIR KONI MIS-MOLIBDEN RUDASINING GRANULOMETRIK TARKIBI VA METALLARNING YIRIKLIK SINFLARI BO'YICHA TAQSIMLANISHINI TAHLIL QILISH	78
Samadov Alisher, Abdusamiyeva Lobarxon	
VELOCITY CALCULATION AND ANALYSIS OF MANIPULATOR MOTION BASED ON THE DIFFERENTIAL APPROACH	83
Egamberdiev Azimjon, Djuraev Sherzod	
PAXTA-TO'QIMACHILIK KLASSTERLARIDA INNOVATSION MAHSULOTLAR ISHLAB CHIQRISHNI RAG'BATLANTIRISH OMILLARINI BAHOLASH.....	88
Tojiyev Sa'dulla Muhitdinovich	
KICHIK BIZNES VA TADBIRKORLIK BARQAROR RIVOJLANISHINI EKSPORT SALOHİYATINI OSHIRISH ORQALI TA'MINLASH.....	93
Jo'raxonov Muzaffar Eskandarovich	
MILLIY TURIZM EKOTIZIMINI XALQARO RAQAMLI PLATFORMALARGA INTEGRATSIYA QILISHNING STRATEGIK MEXANIZMLARI.....	101
Temirov E.I.	
TO'G'RIDAN-TO'G'RI XORIJIY INVESTITSİYALARINING EKSPORT SALOHİYATINI OSHIRISHDAGI TA'SIRINI BAHOLASH	109
Mutorov Ilhom Avazjon o'g'li	
TIJORAT BANKLARI AKTIVLARINI BOSHQARISHNING METODOLOGIK ASOSLARI.....	116
Ziyodullayev Sodiqjon Mamadillayevich	



ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.....	121
Худайбердиева Камила, Абдурахманова Мунаввар	
СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОСТУПНОСТИ	127
Дадабоева Муштари Хамидиллаевна	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ	138
Ташмухамедова Карима Саматовна	
ИНТЕГРАЦИЯ ОЦЕНКИ КОРПОРАТИВНОГО РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ИНДЕКС КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	143
Маманазаров Ойбек, Аблаева Валентина	
TURIZMDA PROFESSIONAL TA'LIM VA O'QITISH (VET) TIZIMLARINING QIYOSIY TAHLILI: O'TISH DAVRI IQTISODIYOTLARI UCHUN SINGAPUR VA AVSTRALIYA TAJRIBASI.....	150
Abdullabekova Noilaxon G'ofurjon qizi	
TIJORAT BANKLARI FAOLIYATINI CAMELS TIZIMIDA BAHOLASHNING NAZARIY VA METODOLOGIK TADQIQI	156
Safaraliyev Basir Norboyevich	
TIJORAT BANKLARI FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH STRATEGIYASINI ISHLAB CHIQISH MEKANIZMI VA TRANSFORMATSIYA NATIJADORLIGINI BAHOLASH	162
Vafiyev Raxim Xalimjonovich	
JINCHAN REAGENTI YORDAMIDA KVARSLI-PIRIT KONSENTRATIDAN OLTINNI TANLAB ERITIB AJRATIB OLISH.....	169
Rahmonova Umida, Xasanov Abdurashid, Saidahmedov Aktam	
QALMOQQIR MIS-MOLIBDEN RUDALARI MINERALLARINING OCHILISH DARAJASINI BAHOLASH VA BOYITISH TEXNOLOGIYASINI ASOSLASH.....	174
Samadov Alisher, Abdusamiyeva Lobarxon	
ФАКТОРЫ МОЛОДЕЖНОЙ БЕЗРАБОТИЦЫ В УЗБЕКИСТАНЕ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ, МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	179
Мусаева Шоира, Усмонова Дилфуза	
QARZ KAPITALI ASOSIDA LOYIHALARNI AMALGA OSHIRISHDA DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIK (DXSH) AMALIYOTINING AHAMIYATI	183
Xushvaqov Islombek Muxammadi o'g'li	
ANGREN VA YANGI ANGREN IESLARINING KUL-SHLAK AG'DARMALARI TEXNOLOGIK NAMUNALARNING MODDIY TARKIBINI O'RGANISH	189
Almatov Ilxomjon, Xatamov G'ayrat, Jabborov Ergash, Sodiqov Farrux	
AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI SOHASIDA MOLIVAVIY NATIJALAR HISOB METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHNING YAXLIT TIZIMI	195
Bekchanov Faxriddin Atabekovich	
XIZMATLAR SOHASINI RIVOJLANTIRISHDA TIJORAT BANKLARI FAOLIYATINI O'RNI	200
Safaraliyev Suyun Sheraliyevich	
RESEARCH AND DESIGN OF ANAEROBIC REACTORS FOR EFFECTIVE FERMENTATION OF AGRICULTURAL RESIDUE	204
Dilbar Ramazonova	
"TARMOQLARDAN FOYDALANISH" BOBINI O'QITISHDA MUALLIFLIK TA'LIM PLATFORMASIDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI	209
Allaberganova Muyassar, Po'lotova Sevinchov	
RAQAMLI MARKETING PLATFORMALAR ASOSIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARI TADBIRKORLIK FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEKANIZMLARI	216
Pirmatov Oybek Shovkat o'g'li	



TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDITNI TASHKIL ETISH VA O'TKAZISH JARAYONLARINING AMALDAGI HOLATI	223
Yuldashev Xurshidbek Mamirjonovich	
ELEKTRON SAVDO PLATFORMALARIDA MOLIYAVIY TAHLIL AMALIYOTINING MUAMMOLARI VA UNIRIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI.....	232
Amanqulova Muxlisa Narsafar qizi	
SURXONDARYODA YASHIL TURIZM SOHASINI RIVOJLANTIRISH YO'LLARI.....	240
Mamatov Sardor, Rashidova Nargiza	
XORIJIY MAMLAKATLARDA UY-JOY NARXLARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI BAHOLASH TAJRIBASI... ..	246
Sadikova Dildora Abdulla qizi	
TOMORQA XO'JALIKLARI FAOLIYATIDAN KELADIGAN DAROMADLARNI OSHIRISHDA INNOVATSIYALARNING ROLI	252
U.U. Nurullayev	
ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN WAREHOUSE OPERATIONS.....	257
Abdulazizova Shakhrizoda Azizbek kizi	
IXTISOSLASHUV VA KONSENTRATSIYANI TAKOMILLASHTIRISH ASOSIDA SUT MAHSULOTLARINI YETISHTIRISHNING SAMARADORLIGI VA RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH YO'LLARI.....	262
Sherbekova Ariuxan Rashidovna	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARI KAPITAL TARKIBINING INVESTITSIYA LOYIHALARINI MOLIYALASHTIRISH IMKONIYATLARIGA TA'SIRI TAHLILI.....	266
Jumaniyazova Feruza Rajabovna	
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ВЫРАБОТКИ КИСЛОРОДА И СЖАТОГО ВОЗДУХА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОВОЙ МЕДИ.....	271
T.C. Камалов, X.T. Ташева, Д.А. Ишанова, У.И. Абляев	
SOLIQ SIYOSATINING INVESTITSION FAOLLIKKA TA'SIRI.....	279
Baxtiyorova Jasmina Jasurovna, Zarif Oripovich Axrorov	
SUV TEJOVCHI TEXNOLOGIYALARNI OMMALASHTIRISH VA JORIY ETISHNI DAVLAT TOMONIDAN MOLIYAVIY QO'LLAB-QUVVATLASHNING SAMARALI TIZIMINI SHAKLLANTIRISH (QORAQALPOG'ISTON RESPUBLIKASI MISOLIDA)	284
Seitnazarov Baxadir Muratbaevich	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARIDA MOLIYAVIY XAVFSIZLIKNI TA'MINLASH VA RISKLARNI BOSHQARISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	291
Turopova Nigora Xolmurod qizi	
VIRTUAL REALLIK SAHNALARIDA KO'P ISHTIROKCHILI HOLISTIK HARAKATNI REAL VAQT REJIMIDA KUZATISH VA KO'P AGENTLI SKELETNI RETARGETING QILISH.....	297
Abdusamatov Abdurasul Abduqahhor o'g'li	



VIRTUAL REALLIK SAHNALARIDA KO'P ISHTIROKCHILI HOLISTIK HARAKATNI REAL VAQT REJIMIDA KUZATISH VA KO'P AGENTLI SKELETNI RETARGETING QILISH

Abdusamatov Abdurasul Abduqahhor o'g'li

Mustaqil tadqiqotchi

Email: abdusamatovabdurasul@gmail.com

ORCID: 0009-0004-6882-9904

Annotatsiya: Ushbu maqola virtual reallik (VR) muhitlarida bir nechta ishtirokchining harakatini bir vaqtning o'zida real vaqt rejimida qo'lga kiritish va ularni mos ravishda alohida virtual personajlarga uzatish masalasiga bag'ishlangan. Muallifning avvalgi ishlarida ishlab chiqilgan yagona ishtirokchili, 543 nuqtali holistik (tana, qo'l va yuz) landmark aniqlash konveyeri hamda analitik ikki-suyakli teskari kinematika (IK) retargeting usuli asos sifatida olinib, ular ko'p ishtirokchili stsensariylarga kengaytiriladi. Taklif etilgan tizim yengil vaznli shaxs detektor va markaz/loU asosidagi identifikatorlarni kuzatish mexanizmi yordamida kadrdagi har bir ishtirokchiga barqaror ID biriktiradi, so'ngra har bir ID uchun mustaqil ravishda qirg'ilgan hudud (ROI) ichida MediaPipe Holistic modeli ishga tushiriladi. Olingan landmarklar ID-teglangan, sobit uzunlikdagi massiv ko'rinishida seriyalanadi va Unity3D muhitida oldindan namunaviylashtirilgan Humanoid personajlar puliga uzatiladi, bunda har bir personaj o'zining mustaqil ikki-suyakli IK, qutb-vektor cheklovi va yetish nisbatiga asoslangan masshtablash zanjiri orqali boshqariladi. Vaqtinchalik okklyuziya holatlarini boshqarish uchun so'nggi ma'lum holatni saqlab qolish va identifikatorni qayta bog'lash mexanizmi qo'llaniladi. Ikki va uch ishtirokchili sinov stsensariylari asosida sifat jihatidan baholash o'tkazilib, tizimning har bir ishtirokchini alohida va aralashmasdan kuzatish va retargeting qilish qobiliyati tasdiqlandi, shu bilan birga hisoblash yukining ishtirokchilar soniga chiziqli ravishda o'sishi va og'ir okklyuziya sharoitida identifikator almashinuvi kabi cheklovlar aniqlandi. Maqolada tizim arxitekturasini, identifikatsiya va kuzatish mexanizmi, ko'p agentli retargeting formulasi hamda kelgusi shaxs sifatida chuqur qayta-identifikatsiya (re-ID) va GPU asosida parallel qayta ishlashning imkoniyatlari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: Virtual reallik, ko'p kishilik harakatni qo'lga kiritish, MediaPipe Holistic, obyektning kuzatish, identifikatorlarni bog'lash, Unity3D, teskari kinematika, skeletni retargeting qilish.

Аннотация: Данная статья посвящена задаче одновременного захвата движений нескольких участников в средах виртуальной реальности (VR) в режиме реального времени и их соответствующей передачи отдельным виртуальным персонажам. В качестве основы используются разработанный авторами в предыдущих работах холистический конвейер обнаружения 543 landmark-точек одного участника (тело, руки и лицо), а также аналитический метод ретаргетинга на основе обратной кинематики (IK) с двухзвенными цепями, которые расширяются для многопользовательских сценариев. Предлагаемая система присваивает каждому участнику в кадре стабильный ID с помощью лёгкого детектора персон и механизма отслеживания на основе центров/loU, после чего для каждого ID независимо запускается модель MediaPipe Holistic в пределах обрезанной области (ROI). Полученные landmark-точки сериализуются в виде ID-маркированного массива фиксированной длины и передаются в среду Unity3D для управления предварительно созданными Humanoid-персонажами, при этом каждый персонаж управляется посредством независимой цепочки двухзвенной IK, ограничения полярного вектора и масштабирования на основе коэффициента досягаемости. Для обработки временных случаев окклюзии применяются механизмы сохранения последнего известного состояния и повторного связывания идентификатора. На основе тестовых сценариев с двумя и тремя участниками проведена качественная оценка, подтвердившая способность системы отслеживать и выполнять ретаргетинг каждого участника независимо и без смещения данных. Вместе с тем выявлены такие ограничения, как линейный рост вычислительной нагрузки с увеличением числа участников и возможность переключения идентификаторов в условиях сильной окклюзии. В статье обсуждаются архитектура системы, механизм идентификации и отслеживания, формула многоагентного ретаргетинга, а также перспективы применения глубокой повторной идентификации (re-ID) и параллельной обработки на GPU в качестве направлений дальнейших исследований.

Ключевые слова: виртуальная реальность, захват движений нескольких участников, MediaPipe Holistic, отслеживание объектов, связывание идентификаторов, Unity3D, обратная кинематика, ретаргетинг скелета.

Abstract: This article addresses the problem of simultaneously capturing the movements of multiple participants in virtual reality (VR) environments in real time and transferring them appropriately to separate virtual characters. The previously

developed holistic 543-landmark detection pipeline for a single participant (body, hands, and face), together with an analytical two-bone inverse kinematics (IK) retargeting method, is used as the foundation and extended to multi-participant scenarios. The proposed system assigns a stable ID to each participant in the frame using a lightweight person detector and a center/loU-based identity tracking mechanism. MediaPipe Holistic is then independently executed for each ID within a cropped region of interest (ROI). The detected landmarks are serialized as an ID-tagged fixed-length array and transmitted to the Unity3D environment, where they control pre-sampled Humanoid characters. Each character is controlled through an independent two-bone IK chain with pole-vector constraints and reach-ratio-based scaling. To handle temporary occlusions, mechanisms for maintaining the last known state and re-associating identities are employed. Qualitative evaluation based on two- and three-participant test scenarios confirmed the system's ability to track and retarget each participant independently without mixing their data. However, limitations such as the linear increase in computational load with the number of participants and identity switching under severe occlusion were identified. The article discusses the system architecture, identification and tracking mechanism, the multi-agent retargeting formulation, and the potential of deep re-identification (re-ID) and GPU-based parallel processing as directions for future research.

Keywords: virtual reality, multi-participant motion capture, MediaPipe Holistic, object tracking, identity association, Unity3D, inverse kinematics, skeleton retargeting.

KIRISH

Virtual reallik (VR) texnologiyalari nafaqat yakka foydalanuvchi tajribasini, balki bir nechta ishtirokchining bitta virtual muhitda birgalikda mavjud bo'lishini ta'minlovchi hamkorlikdagi (collaborative) stsenariylarni ham qamrab olmoqda — bunga birgalikdagi o'quv mashg'ulotlari, masofaviy ijtimoiy muloqot va ko'p foydalanuvchili trening tizimlari misol bo'ladi. Bunday muhitlarning ishonchiligi, ko'p jihatdan, har bir ishtirokchining jismoniy harakati mos virtual embodimentda qanchalik aniq va real vaqt rejimida aks etishiga bog'liq.

Muallifning avvalgi tadqiqotlarida markerlarsiz harakatni qo'lga kiritish tizimi izchil rivojlantirilgan: dastlab 33 nuqtali tana pozasi (MediaPipe Pose) asosida yagona ishtirokchining harakati aniqlangan, so'ngra bu tizim MediaPipe Holistic modeliga o'tkazilib, tana, qo'l va yuz landmarklarini birlashtirgan 543 nuqtali holistik konveyerga hamda Unity3D muhitida Humanoid personajlarni boshqaruvchi analitik ikki-suyakli teskari kinematika (IK) retargeting usuliga kengaytirilgan. Biroq bu ishlarning ikkalasi ham tizimga faqat bitta ishtirokchi tushishini nazarda tutuvchi arxitekturaga asoslangan edi: MediaPipe Holistic modeli, o'z tabiatiga ko'ra, kadrda faqat bitta shaxsning tana, qo'l va yuz landmarklarini qaytaradi, shu bois bir nechta ishtirokchi bir vaqtning o'zida kadrda tushganda ular orasidagi landmarklarni ajratib olish imkonini bermaydi.

Mazkur maqola ushbu cheklovni bartaraf etishga qaratilgan. Biz avval ishlab chiqilgan yagona ishtirokchili holistik landmark aniqlash va ikki-suyakli IK retargeting konveyerini ko'p ishtirokchili stsenariylarga kengaytiruvchi tizimni taklif qilamiz. Bu quyidagi uch bosqichli yechim orqali amalga oshiriladi: (i) kadrda barcha shaxslarni aniqlovchi yengil vaznli detektor va kadrlar oralig'ida barqaror identifikatorlarni saqlovchi kuzatuv (tracking) mexanizmi; (ii) har bir aniqlangan identifikator uchun mustaqil ravishda qirqilgan hudud (region of interest, ROI) ichida ishga tushiriladigan holistik landmark aniqlash; hamda (iii) har bir identifikatorga mustaqil ravishda qo'llaniladigan, avvalgi ishda ishlab chiqilgan ikki-suyakli IK retargeting zanjiri orqali Unity3D sahnasidagi mos Humanoid personajni boshqarish. Ushbu ishning hissasi uch qismdan iborat: ko'p ishtirokchili identifikatsiya va kuzatish mexanizmi; kengaytirilgan, ID-teglangan ma'lumot formati; hamda ko'p agentli, har bir ishtirokchi uchun mustaqil ishlovchi retargeting arxitekturasi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ko'p kishilik poza baholash muammosi kompyuter ko'rish sohasida keng o'rganilgan. OpenPose (Cao va boshq., 2017) qismlar affinlik maydonlariga (part affinity fields) asoslangan pastdan-yuqoriga (bottom-up) yondashuv orqali kadrda barcha shaxslarning skelet nuqtalarini bir martalik o'tishda aniqlaydi, bu esa shaxslar soni oshgan sari hisoblash yukining nisbatan barqaror qolishini ta'minlaydi. Bunga qarama-qarshi o'laroq, MediaPipe Holistic kabi yuqoridan-pastga (top-down) modellar avval har bir shaxsni alohida aniqlab, so'ng har biri uchun mustaqil chuqur tahlil (masalan, qo'l va yuz landmarklari) o'tkazadi — bu yondashuv aniqlik jihatidan afzal bo'lsa-da, ishtirokchilar soniga chiziqli ravishda bog'liq hisoblash yukini talab qiladi. Mazkur ishda ikkinchi yondashuv tanlanadi, chunki u muallifning avvalgi ishida sinovdan o'tgan yagona ishtirokchili Holistic konveyerini o'zgarishsiz qayta ishlatish imkonini beradi.

Kadrlar oralig'ida bir xil shaxsga izchil identifikator biriktirish masalasi ko'p obyektli kuzatish (multi-object tracking) adabiyotida keng yoritilgan. SORT algoritmi (Bewley va boshq., 2016) chegaralovchi to'rtburchaklarning kesishish-birlashish nisbati (IoU) asosida oddiy va hisoblash jihatidan arzon moslashtirish mexanizmini taklif qiladi, bu esa chuqur qayta-identifikatsiya (re-identification) tarmoqlarisiz ham real vaqt rejimida ishlashga imkon beradi. Yengil vaznli, real vaqtli shaxs detektorlari sifatida YOLO oilasi modellari (Redmon va Farhadi,



2018) keng qo'llaniladi, ular kadrda barcha shaxslarning chegaralovchi to'rtburchaklarini bitta oldinga uzatish (forward pass) orqali qaytaradi. Mazkur ishda ushbu ikki g'oya — yengil detektor va IoU/markaziy moslashtirishga asoslangan kuzatuv — hisoblash yukini minimal darajada ushlab turgan holda barqaror ko'p shaxsli identifikatsiyani ta'minlash uchun birlashtirilgan.

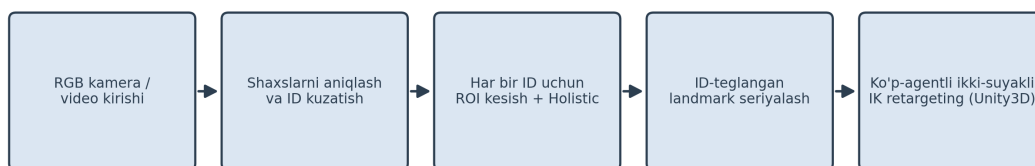
Muallifning ilgari o'tkazilgan tadqiqotlari virtual reallikda insonning xatti-harakatlarini simulyatsiya qilish uchun algoritmik va dasturiy yondashuvlarni, jumladan interaktiv VR tizimlarida foydalanuvchi xatti-harakatlarini modellashtirishni kontseptual darajada ko'rib chiqqan edi. Mazkur tadqiqot esa ushbu kontseptual asosni bir necha ishtirokchi bir vaqtning o'zida ishtirok etadigan, ya'ni haqiqiy hamkorlikdagi VR stsenariylariga xos bo'lgan aniq muhandislik masalasiga — ko'p ishtirokchining harakatini bir-biridan ajratgan holda, anatomik jihatdan ishonchli tarzda mos virtual personajlarga uzatish masalasiga — yo'naltiradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot ma'lumotlari ikki va uch ishtirokchili video oqimlaridan olinib, shaxslarni aniqlash, kuzatish va 543 nuqtali holistik landmarklarni qayd etish orqali shakllantirildi. Olingan ma'lumotlar sifat jihatidan tahlil qilinib, identifikatorlarning barqarorligi, landmarklarning to'g'ri ajratilishi, okklyuziya holatlari va hisoblash yukining ishtirokchilar soniga bog'liqligi baholandi. Tahlilda MediaPipe Holistic, OpenCV, Unity3D va sun'iy intellekt vositalaridan foydalanildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tizim besh bosqichli konveyer ko'rinishida tashkil etilgan: video kirishni qabul qilish, shaxslarni aniqlash va identifikatorlarni kuzatish, har bir identifikator uchun mustaqil holistik landmark aniqlash, ID-teglangan ma'lumotlarni seriyalash hamda Unity3D muhitida ko'p agentli retargeting. 1-rasmda umumiy ma'lumot oqimi tasvirlangan (1-rasm).

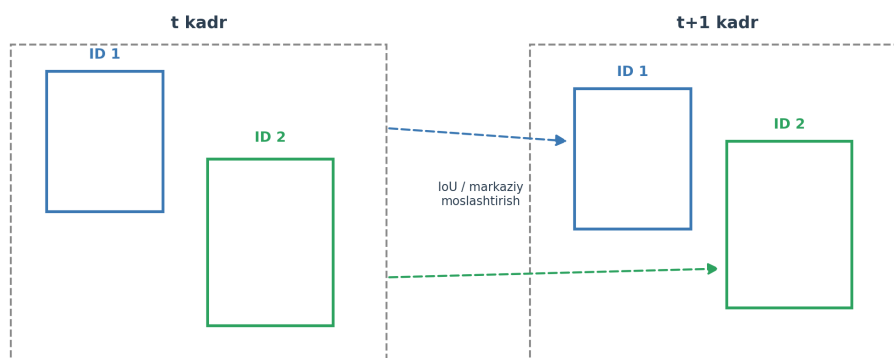


1-rasm. Ko'p ishtirokchili tizimning uchma-uch arxitekturası¹

Yagona ishtirokchili konveyerdan farqli o'laroq, bu yerda video oqimining har bir kadri avval to'liq kadr darajasida qayta ishlanadi: yengil vaznli shaxs detektor kadrda barcha ko'rinadigan odamlarning chegaralovchi to'rtburchaklarini qaytaradi, so'ngra kuzatuv moduli ushbu to'rtburchaklarni oldingi kadrda mos identifikatorlar bilan bog'laydi. Faqat shundan so'ng har bir identifikator uchun mos ROI kesib olinadi va mustaqil ravishda Holistic modeliga uzatiladi.

Har bir kadrda avval shaxs detektor ishga tushirilib, barcha ko'rinadigan ishtirokchilarning chegaralovchi to'rtburchaklari olinadi. Kadrlar oralig'ida izchillikni saqlash uchun oddiy, hisoblash jihatidan arzon kuzatuv mexanizmi qo'llaniladi: joriy kadrda har bir to'rtburchak oldingi kadrda mavjud identifikatorlar bilan markaz masofasi va kesishish-birlashish nisbati (IoU) asosida moslashtiriladi; moslik topilmagan to'rtburchaklarga yangi identifikator birlashtiriladi, uzoq vaqt ko'rinmay qolgan identifikatorlar esa muayyan kadrlar sonidan so'ng arxivlanadi. 2-rasmda ikkita ishtirokchining ketma-ket ikki kadr oralig'ida qanday moslashtirilishi ko'rsatilgan (2-rasm).

1 Manba: muallif ishlanmasi.



2-rasm. Ketma-ket kadrlar oralig'ida shaxslarni aniqlash va IoU/markaziy moslashtirish asosida identifikatorlarni kuzatish²

Chuqur qayta-identifikatsiya (deep re-ID) tarmoqlaridan farqli o'laroq, markaz/IoU asosidagi ushbu yondashuv qo'shimcha neyron tarmoq chaqiruvini talab qilmaydi, bu esa umumiy hisoblash yukini past darajada ushlab turadi; ammo bu tanlov bilan bog'liq cheklov 5-bo'limda muhokama qilinadi.

Har bir barqaror identifikator uchun tegishli chegaralovchi to'rtburchak atrofida biroz kengaytirilgan ROI kesib olinadi va bu qirg'ilgan hudud mustaqil ravishda muallifning avvalgi ishida qo'llanilgan MediaPipe Holistic modeliga uzatiladi. Natijada har bir ishtirokchi uchun 543 nuqtali (tana, chap qo'l, o'ng qo'l va yuz) landmark to'plami mustaqil hisoblanadi, bunda bitta ishtirokchining landmarklari boshqasini bilan aralashmaydi, chunki ular butunlay ajratilgan tasvir hududlaridan olinadi.

Yagona ishtirokchili ish uchun ishlab chiqilgan sobit uzunlikdagi ($543 \times 3 = 1629$ qiymatli) yozuv formati bu yerda ID maydoni bilan kengaytiriladi: har bir kadr yozuvi endi kadr indeksi, aniqlangan ishtirokchilar soni, so'ngra har bir identifikator uchun mustaqil 1629 qiymatli blokdan iborat bo'ladi. Bu formatning afzalligi shundaki, qabul qiluvchi tomon (Unity3D moduli) ishtirokchilar sonidan qat'i nazar, massivni indekslash orqali har bir ID blokiga bir xil tartibda murojaat qila oladi (3-rasm; 1-jadval).

kadr indeksi	aniqlangan shaxslar soni	ID 1 (543 x 3)	ID 2 (543 x 3)	...	ID N (543 x 3)
--------------	--------------------------	-------------------	-------------------	-----	-------------------

Har bir ID bloki mustaqil, $543 \times 3 = 1629$ qiymatli sobit uzunlikdagi massiv

3-rasm. Kengaytirilgan, ID-teglangan har-kadrlilik seriyalash formati³

1-jadval. Kengaytirilgan, ID-teglangan yozuv formatining maydonlari⁴

Maydon	Uzunlik	Tavsif
kadr_indeksi	1 qiymat	Manba videosidagi kadr tartib raqami
shaxslar_soni	1 qiymat	Joriy kadrda aniqlangan va kuzatilayotgan identifikatorlar soni (N)
ID_k	1 qiymat	K-identifikator blokining barqaror kuzatuv raqami
landmark_massivi_k	1629 qiymat	ID_k ga tegishli 543 nuqtali (x, y, z) holistik landmark to'plami

Unity3D moduli sahna yuklanishida oldindan belgilangan songa ega Humanoid personajlar pulini (pool) namunaviylashtiradi. Har bir kadrda kuzatilayotgan identifikatorlar soni ushbu pul bilan moslashtiriladi: yangi paydo bo'lgan identifikatorga bo'sh personaj biriktiriladi, arxivlangan identifikatorga tegishli personaj esa vaqtincha faolsizlantiriladi. Har bir faol identifikator-personaj jufti mustaqil ravishda, muallifning avvalgi ishida ishlab chiqilgan analitik ikki-suyakli IK zanjiri orqali boshqariladi: qo'l bo'g'inlarining bukilish yo'nalishi

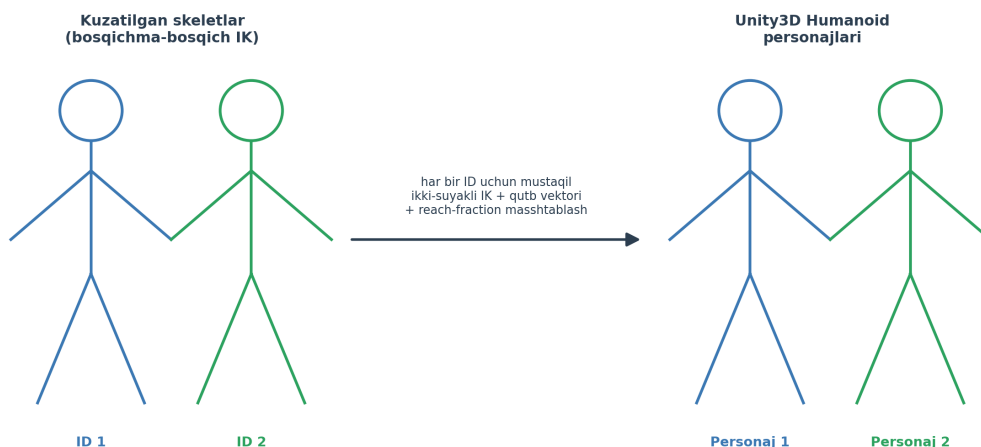
² Manba: muallif ishlanmasi.

³ Manba: muallif ishlanmasi.

⁴ Manba: muallif ishlanmasi.



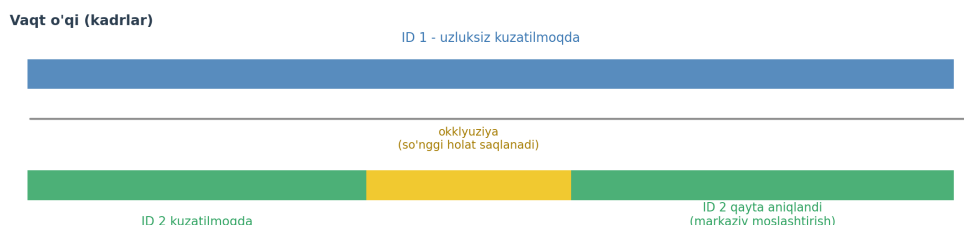
qutb vektori orqali cheklanadi, oyoq-qo'l uzunligi esa ishtirokchining o'z yetish nisbatidan kelib chiqib, mos personajning suyak uzunliklariga masshtablanadi. 4-rasmda ikkita mustaqil identifikatorning ikkita mustaqil Humanoid personaiga qanday xaritalanishi umumlashtirilgan tarzda ko'rsatilgan (4-rasm).



4-rasm. N ta kuzatilgan skeletning N ta Unity3D Humanoid personajiga mustaqil xaritalanishi⁵

Muhim jihati shundaki, retargeting matematikasi (bukilish burchagi, qutb-vektor cheklovi, yetish nisbati asosida masshtablash va eksponensial silliqlash) o'zgarishsiz qoladi — kengaytirish faqat shu zanjirning har bir aniqlangan identifikator uchun mustaqil nusxada, parallel ravishda chaqirilishidan iborat.

Har bir identifikator uchun bo'g'in burilishlari, avvalgi ishdagi kabi, eksponensial ravishda so'ndiriluvchi sferik interpolyatsiya (Slerp) orqali silliqiladi. Ko'p ishtirokchili stsenariyga xos qo'shimcha muammo — ishtirokchilarning bir-birini vaqtincha to'sib qo'yishi (okklyuziya) natijasida ba'zi identifikatorlarning bir necha kadr davomida aniqlanmay qolishidir. Bunday holatda tegishli personajning so'nggi ma'lum holati saqlab qolinadi (muzlatiladi), identifikator esa arxivlanmasdan, belgilangan kadrlar oralig'ida faol kutuv holatida qoladi; agar shaxs shu oraliqda markazga yaqin joyda qayta paydo bo'lsa, unga eski identifikator qaytarib beriladi, aks holda yangi identifikator ochiladi. 5-rasmda ushbu jarayon vaqt o'qi bo'yicha tasvirlangan (5-rasm).



5-rasm. Vaqtinchalik okklyuziya davrida so'nggi holatni saqlash va identifikatorni qayta bog'lash jarayoni⁶

Aniqlash va kuzatish moduli Python tilida, OpenCV video kirish-chiqishi va MediaPipe Holistic modeli asosida amalga oshirilgan, bunda har bir identifikator uchun Holistic modeli alohida namunada ishga tushiriladi. Unity3D (6-versiya) muhitidagi vizualizatsiya va retargeting moduli C# tilida yozilgan bo'lib, u avvalgi ishda qo'llanilgan Humanoid Avatar tizimidan foydalangan holda, personajlar pulini boshqaradi va har bir faol identifikatorga mos personajni real vaqt rejimida birlashtiradi.

Taklif etilgan tizim ikki va uch ishtirokchi ishtirok etgan sinov video oqimlari asosida sifat jihatidan baholandi. Har ikkala stsensariyda ham tizim barcha ishtirokchilarga alohida-alohida barqaror identifikatorlar birlashtirdi va har bir identifikatorning landmarklari mos Unity3D personajiga aralashmasdan uzatildi, bu esa ROI asosida ajratilgan holistik aniqlash yondashuvining shaxslar orasidagi landmarklarni samarali ajratishini tasdiqladi.

Bir ishtirokchi qisqa muddatga ikkinchisi tomonidan to'silganda (qisman okklyuziya), tizim to'silgan identifikatorning so'nggi holatini saqlab qoldi va shaxs qayta ko'ringanda uni to'g'ri identifikatorga qayta bog'ladi, bu esa yuqorida tavsiflangan markaz asosidagi qayta bog'lash mexanizmining kutilgan tarzda ishlashini ko'rsatdi. Shu bilan birga, ishtirokchilar soni oshishi bilan umumiy qayta ishlash vaqti taxminan

5 Manba: muallif ishlanmasi.

6 Manba: muallif ishlanmasi.



chiziqli ravishda o'sishi kuzatildi, chunki Holistic modeli har bir identifikator uchun alohida-alohida, ketma-ket chaqiriladi (2-jadval).

2-jadval. Yagona va ko'p ishtirokchili konveyerlarning sifat jihatidan solishtirilishi⁷

Mezon	Yagona ishtirokchili tizim	Ko'p ishtirokchili tizim (taklif etilgan)
Identifikatsiya	Talab qilinmaydi	Shaxs detektori + IoU/markaziy kuzatuv orqali barqaror ID
Holistic chaqiruvlar soni	Kadr boshiga bitta	Kadr boshiga aniqlangan shaxslar soniga teng
Hisoblash yuki	Doimiy	Ishtirokchilar soniga taxminan chiziqli o'sadi
Okklyuziyaga chidamlilik	Ahamiyatsiz (bitta shaxs)	So'nggi holatni saqlash va qayta bog'lash talab qilinadi
Retargeting	Bitta Humanoid personaj	N ta mustaqil Humanoid personaj puli
Amalga oshirish murakkabligi	O'rtacha	Yuqori

Natijalar shuni ko'rsatadiki, avvalgi ishda ishlab chiqilgan yagona ishtirokchili holistik landmark aniqlash va ikki-suyakli IK retargeting usullari, tegishli identifikatsiya va kuzatuv qatlami qo'shilgan taqdirda, alohida arxitektura o'zgarishlarisiz ham ko'p ishtirokchili stseneriyalarga muvaffaqiyatli kengaytirilishi mumkin. Bu, o'z navbatida, dissertatsiya ishida ko'tarilgan virtual reallik muhitida insonning xatti-harakatlarini modellashtirish va interaktiv tizimlarni rivojlantirish masalasini yagona foydalanuvchidan ko'p foydalanuvchili, hamkorlikdagi stseneriyalarga tabiiy ravishda kengaytiradi.

Bir qator cheklovlarni alohida ta'kidlash lozim. Birinchidan, tanlangan markaz/IoU asosidagi kuzatuv mexanizmi hisoblash jihatidan arzon bo'lsa-da, chuqur qayta-identifikatsiya tarmoqlariga xos bo'lgan ko'rinish (appearance) asosidagi farqlashni ta'minlamaydi; natijada ishtirokchilar bir-biriga juda yaqinlashib, keyin uzoq muddat to'liq to'silib qolgan holatlarda identifikator almashinuvi (identity switch) yuzaga kelishi mumkin. Ikkinchidan, har bir identifikator uchun Holistic modelining ketma-ket, mustaqil chaqirilishi hisoblash yukining ishtirokchilar soniga chiziqli bog'liq bo'lishiga olib keladi, bu esa katta guruh yoki olomon miqyosidagi stseneriyalar uchun real vaqt ishlashini cheklaydi. Uchinchidan, ushbu tadqiqotdagi baholash, avvalgi ishdagi kabi, sifat jihatidan olib borilgan; identifikatsiya aniqligi va kadr tezligining ishtirokchilar soniga bog'liqligini son jihatidan o'lchovchi keyingi tadqiqot ushbu taqqoslashning empirik asosini mustahkamlaydi.

Kelgusi ishning tabiiy yo'nalishi sifatida ikki jihat ko'rib chiqilishi mumkin: birinchisi, oddiy markaz/IoU moslashtirishni yengil vaznli ko'rinish-embedding asosidagi qayta-identifikatsiya moduli bilan to'ldirish, bu esa uzoq muddatli to'liq okklyuziyadan keyin ham identifikator izchilligini oshiradi; ikkinchisi, har bir identifikator uchun Holistic modelini ketma-ket emas, balki GPU darajasida partiyalab (batching) parallel chaqirish, bu esa hisoblash yukining ishtirokchilar soniga bog'liqligini kamaytiradi. Bundan tashqari, avvalgi ishda kelgusi yo'nalish sifatida qayd etilgan barmoq va yuz mimikasi blend-shape xaritalash ko'p ishtirokchili tizimga ham tabiiy ravishda kengaytirilishi mumkin, chunki har bir identifikatorning yuz va qo'l landmarklari allaqachon 543 nuqtali to'plam tarkibida mustaqil hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu maqolada avvalgi yagona ishtirokchili, 543 nuqtali holistik landmark aniqlash va analitik ikki-suyakli IK retargeting konveyeri ko'p ishtirokchili virtual reallik stseneriyalariga kengaytirildi. Yengil vaznli shaxs detektori va markaz/IoU asosidagi kuzatuv mexanizmi barqaror identifikatorlarni ta'minladi, har bir identifikator uchun mustaqil ROI asosidagi Holistic aniqlash shaxslar orasidagi landmarklarni aralashtirmasdan ajratdi, ko'p agentli retargeting zanjiri esa har bir ishtirokchini o'ziga mos Unity3D Humanoid personajiga mustaqil xaritaladi.

Ikki va uch ishtirokchili sinovlar tizimning barcha ishtirokchilarni to'g'ri ajratib kuzatish va vaqtinchalik okklyuziyadan so'ng identifikatorni tiklash qobiliyatini tasdiqladi, shu bilan birga hisoblash yukining chiziqli o'sishi va og'ir okklyuziya sharoitidagi identifikator almashinuvi kelgusi ishlanmalar uchun asosiy yo'nalish sifatida belgilandi. Kelgusi tadqiqotlar chuqur qayta-identifikatsiya, GPU asosida parallel qayta ishlash va barmoq/yuz blend-shape retargetingni ko'p ishtirokchili tizimga integratsiya qilishga qaratiladi, bu esa virtual reallikda insonning xatti-harakatlarini modellashtirish bo'yicha kengroq tadqiqot dasturini rivojlantirishga xizmat qiladi.

7 Manba: muallif ishlanmasi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Abdusamatov, A. A. (2026). Virtual reallikda insonning xatti-harakatlarini simulyatsiya qilish dastur va algoritmlarini tadqiq qilish [Magistrlik dissertatsiyasi]. Vatan universiteti, Toshkent.
2. Abdusamatov, A. A., & Abdulkhayev, N. M. (2026). Research on software and algorithms for simulating human behavior in virtual reality. British International Conference on Science and Innovation (BICSI-2026), London, United Kingdom.
3. Abdulkhayev, N. M., & Abdusamatov, A. A. (2025). Virtual reallik muhitida insonning psixologik va kognitiv xatti-harakatlarini simulyatsiya qilish algoritmlarini tadqiq qilish. "Ijtimoiy xavfsizlikni ta'minlashda raqamli texnologiyalardan foydalanish istiqbollari" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi, Toshkent.
4. Cao, Z., Simon, T., Wei, S.-E., & Sheikh, Y. (2017). Realtime multi-person 2D pose estimation using part affinity fields. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).
5. Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F., & Upcroft, B. (2016). Simple online and realtime tracking. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP).
6. Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. arXiv:1804.02767.
7. Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Ubaweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C.-L., Yong, M. G., Lee, J., Chang, W.-T., Hua, W., Georg, M., & Grundmann, M. (2019). MediaPipe: A framework for building perception pipelines. arXiv:1906.08172.
8. Aristidou, A., & Lasenby, J. (2011). FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem. Graphical Models, 73(5), 243-260.
9. Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2019). Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 8

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100