IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
Volume 22 Issue 01 IYUN 2026

VIRTUAL VA KENGAYTIRILGAN REALLIK (VR/AR) MUHITIDA FOYDALANUVCHI INTERFEYSINI LOYIHALASHTIRISH: ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA ISTIQBOLLAR

Ayupova Sevarabonu Abduraxim qizi.

Farg'ona vil., Oltiariq tuman 3 - son texnikumi, Maxsus fanlar o‘qituvchisi

ANNOTATSIYA: Mazkur maqolada virtual va kengaytirilgan reallik (VR/AR) texnologiyalarida foydalanuvchi interfeysini loyihalashtirishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilingan. An'anaviy ikki o‘lchamli grafik interfeyslardan farqli o‘laroq, fazoviy hisoblash (spatial computing) paradigmasi foydalanuvchi va raqamli muhit o‘rtasidagi o‘zaro ta'sirni tubdan o‘zgartirmoqda. Maqolada imo-ishora, ko‘z harakati va ovoz orqali boshqarish kabi multimodal interaktsiya usullari, kibertasirlanish (cybersickness) muammosi va uni bartaraf etishning ilmiy asoslangan yo‘llari, shuningdek inklyuziv dizayn tamoyillari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot 2024–2026-yillar oralig‘idagi ilmiy adabiyotlar va texnik hujjatlar tahliliga asoslangan bo‘lib, uning natijalari VR/AR interfeyslarini loyihalashtirishda foydalanuvchi qulayligi, xavfsizligi va moslashuvchanligini ta'minlovchi amaliy tavsiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: virtual reallik; kengaytirilgan reallik; foydalanvchi interfeysi; fazoviy hisoblash; kibertasirlanish; inklyuziv dizayn; multimodal interaktsiya.

ABSTRACT: This article analyzes modern approaches to user interface design in virtual and augmented reality (VR/AR) technologies. Unlike traditional two-dimensional graphical interfaces, the spatial computing paradigm fundamentally transforms the interaction between the user and the digital environment. The article examines multimodal interaction methods such as gesture, eye-tracking, and voice control, the problem of cybersickness and scientifically grounded methods of mitigating it, as well as the principles of inclusive design. The study is based on an analysis of scientific literature and technical documentation from 2024–2026, and its findings contribute to practical recommendations for ensuring the comfort, safety, and adaptability of VR/AR interfaces.

Keywords: virtual reality; augmented reality; user interface; spatial computing; cybersickness; inclusive design; multimodal interaction.

Kirish

Kompyuter grafikasi va dizayn texnologiyalari so‘nggi o‘n yillikda inson va raqamli tizim o‘rtasidagi o‘zaro munosabatni tubdan qayta belgilab kelmoqda. An'anaviy hisoblash modellari foydalanuvchini ikki o‘lchamli ekran ortida - sichqoncha, klaviatura yoki barmoq teginishi orqali - tizim bilan muloqotga undagan bo‘lsa, virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari foydalanuvchini bevosita uch o‘lchamli fazo ichiga olib kiradi. Bu o‘tish nafaqat texnik, balki kontseptual xususiyatga ega: interfeys endi ekranda joylashgan tekis element emas, balki foydalanuvchi atrofidagi jonli, ko‘p qatlamli muhit sifatida loyihalashtiriladi.

Ushbu yo‘nalishning amaliy ahamiyati bozor ko‘rsatkichlarida ham o‘z aksini topmoqda: turli tahliliy agentliklarning bahosiga ko‘ra, global VR/AR/MR bozori 2026-yilda taxminan 27 milliard AQSh dollari hajmida baholanib, yillik o‘sish sur'ati (CAGR) 30 foizdan ortiqni tashkil etmoqda hamda 2031-yilga qadar bozor hajmining 100 milliard dollardan oshishi bashorat qilinmoqda [1, 2].

Biroq, fazoviy muhitga o‘tish bir qator yangi muammolarni ham keltirib chiqaradi: ikki o‘lchamli ekranlar uchun ishlab chiqilgan interfeys dizayni tamoyillari uch o‘lchamli muhitga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirilmaydi, foydalanuvchilarda kibertasirlanish (cybersickness) kabi

noxush fiziologik holatlar yuzaga kelishi mumkin, shuningdek turli foydalanuvchi guruhlari - jismoniy cheklovga ega shaxslar, tajribasiz foydalanuvchilar, turli yosh toifalari - uchun teng darajada qulay muhit yaratish murakkab vazifa hisoblanadi. Mazkur maqolaning maqsadi - so‘nggi ilmiy adabiyotlar va texnik hujjatlar tahlili asosida VR/AR muhitida foydalanuvchi interfeysini loyihalashtirishning zamonaviy tamoyillarini, interaktsiya usullarini va dolzarb muammolarini tizimli tarzda yoritishdan iborat.

Tekis ekrandan fazoviy interfeysga: paradigma almashinuvi

Grafik foydalanuvchi interfeysi (GUI) o‘z davrida buyruqlar satridan vizual metaforalarga - oyna, piktogramma, menyu - o‘tishni ta'minlagan tubdan o‘zgarish bo‘lgan edi. Hozirgi kunda shunga qiyoslanadigan miqyosdagi o‘zgarish "fazoviy hisoblash" (spatial computing) tushunchasi orqali ro‘y bermoqda: bu yondashuvda tizim foydalanuvchining jismoniy muhitini kamera, chuqurlik sensori va inertial o‘lchov birliklari yordamida real vaqtda anglaydi va raqamli kontentni ushbu fazoga uyg‘unlashtiradi [3].

Bu paradigmaning yetuk namunasi sifatida 2024-yilda bozorga chiqarilgan ko‘zoynak-tipidagi qurilmani keltirish mumkin: u yuqori piksel zichligiga ega ikkita displey, ko‘z harakatini kuzatish, qo‘l-imo-ishora orqali boshqarish va ovozli buyruqlarni yagona operatsion tizim doirasida birlashtiradi [4,5]. Bunday qurilmalarda interfeys endi sichqoncha kursori bilan emas, balki nigoh yo‘nalishi va barmoq imo-ishorasi kombinatsiyasi orqali boshqariladi: foydalanuvchi biror elementga ko‘z bilan qarab, so‘ngra ikki barmog‘ini bir-biriga tegizish orqali uni tanlaydi. Ishlab chiqaruvchi ushbu yondashuvni atayin "kengaytirilgan reallik" emas, balki "fazoviy hisoblash tajribasi" sifatida belgilashni tavsiya qiladi, chunki bu interfeys ikki o‘lchamli GUI bilan uch o‘lchamli muhitning uzviy davomi sifatida ishlaydi.

VR/AR interfeysini loyihalashtirish tamoyillari

An'anaviy foydalanuvchi interfeysini loyihalashtirish nazariyasida shakllangan asosiy tamoyillar - tuzilma, soddalik, ko‘rinuvchanlik, fikr-mulohaza va tolerantlik - fazoviy muhitda yangi mazmun kasb etadi [6]:

- Tuzilma tamoyili: uch o‘lchamli sahnada elementlarni chuqurlik (depth) bo‘yicha mantiqiy guruhlash, foydalanuvchidan haddan tashqari uzoq yoki haddan tashqari yaqin masofada joylashgan panellardan saqlanish.
- Soddalik tamoyili: bir vaqtning o‘zida ko‘rinadigan interfeys elementlari sonini cheklash, chunki uch o‘lchamli fazoda vizual yuklama tekis ekrandagiga nisbatan tezroq ortadi.
- Ko‘rinuvchanlik tamoyili: interaktiv elementlarni nofaol fondan ajratib turuvchi chuqurlik, soya va yorug‘lik signallari orqali ajratib ko‘rsatish.

Multimodal interaktsiya usullari

VR/AR interfeyslarida foydalanuvchi bilan tizim o‘rtasidagi o‘zaro ta'sir bir nechta kanal - qo‘l-imo-ishora, ko‘z harakati va ovoz - orqali amalga oshiriladi, bu multimodal interaktsiya deb yuritiladi. Ko‘z harakatini kuzatish texnologiyasi foydalanuvchi diqqatining qaysi elementga yo‘naltirilganini aniqlashga xizmat qiladi; tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vizual diqqat ko‘z harakatidan 100–250 millisoniya oldin boshlanadi, ya'ni tizim foydalanuvchi nigohi hali to‘liq barqarorlashmagan paytda ham uning diqqat yo‘nalishini bashorat qila oladi [7]. Qo‘l-imo-ishora orqali boshqarish foydalanuvchiga jismoniy kontroller talab qilmasdan ob'ektlarni ushlash, aylantirish va siljitish imkonini beradi, biroq bunday interfeyslar aniq kalibrlash va imo-ishoralarning madaniy jihatdan neytral bo‘lishini talab qiladi. Ovozli boshqaruv esa, ayniqsa qo‘llar band bo‘lgan vaziyatlarda (masalan, sanoat ta'limida yoki jarrohlik simulyatsiyasida), qo‘shimcha kirish kanali sifatida xizmat qiladi. Ushbu uch kanalning birgalikda qo‘llanilishi -

masalan, nigoh orqali elementni belgilash va imo-ishora orqali tasdiqlash - interfeys aniqligini oshiradi va xato ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi.

Kibertasirlanish (cybersickness) muammosi va uni bartaraf etish strategiyalari

VR muhitida eng ko‘p uchraydigan foydalanuvchi tajribasi muammolaridan biri kibertasirlanish hisoblanadi - bu holat ko‘rish tizimi orqali qabul qilingan harakat signali bilan vestibulyar (muvozanat) tizim orqali qabul qilingan signal o‘rtasidagi nomuvofiqlik natijasida yuzaga keladi va bosh aylanishi, ko‘ngil aynishi, ko‘z charchashi kabi alomatlar bilan namoyon bo‘ladi [8]. So‘nggi tadqiqotlar bu muammoni yumshatish bo‘yicha bir qator ilmiy asoslangan yechimlarni taklif etadi:

- Bir nechta lokomotsiya (harakatlanish) variantini taqdim etish: teleportatsiya tajribasiz foydalanuvchilar uchun asosiy usul, silliq harakatlanish va "snap turning" esa tajribali foydalanuvchilar uchun qo‘shimcha tanlov sifatida taklif etiladi [9].
- Dinamik ko‘rish maydonini (FOV) cheklash - harakatlanish paytida periferik ko‘rish maydonini toraytirish orqali vizual-vestibulyar nomuvofiqlikni kamaytirish.
- "Periferik teleportatsiya" texnikasi - dam olish freymini (rest frame) periferik zonada dinamik tarzda joylashtirish; bu usul an'anaviy FOV cheklashga nisbatan ham yuqori samaradorlik ko‘rsatgan.
- Foveated rendering - markaziy nigoh zonasida yuqori, periferik zonada past piksel sifatini qo‘llash orqali harakat hissini yumshatish va foydalanuvchining qulay seans davomiyligini uzaytirish.

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, kibertasirlanishga moyillik foydalanuvchilar o‘rtasida bir xil emas: tadqiqotlar ayollarning erkaklarga nisbatan VR kasalligiga ko‘proq moyil bo‘lishini ko‘rsatadi, shu sababli qulaylik sozlamalarini yagona standart holatda emas, balki har bir foydalanuvchi uchun individual moslashtiriladigan tarzda taqdim etish tavsiya etiladi.

5. Inklyuziv va moslashuvchan dizayn

Foydalanuvchilarning xilma-xilligini hisobga olish VR/AR interfeyslarini loyihalashtirishning ajralmas qismi hisoblanadi. Inklyuziv dizayn metodologiyasi uch asosiy tamoyilga asoslanadi: inson xilma-xilligi va o‘zgaruvchanligini tan olish va hurmat qilish; dizayn jarayoniga turli foydalanuvchi guruhlarini jalb etish (hammualliflik); va tizimni murakkab moslashuvchan struktura sifatida ko‘rib chiqish, bunda bir elementdagi o‘zgarish butun tizimga ta'sir qiladi [12]. VR/AR kontekstida bu tamoyillar amalda quyidagicha namoyon bo‘ladi: harakat tezligi, ko‘rish maydoni va kontrast darajasini sozlash imkoniyati; jismoniy cheklovga ega foydalanuvchilar uchun imo-ishoradan tashqari muqobil kirish usullarini (ko‘z harakati yoki ovoz) taqdim etish; hamda eshitish qobiliyati cheklangan foydalanuvchilar uchun subtitr va vizual signallarni interfeysga integratsiya qilish.

6. Amaliy qo‘llanilish sohalari va kelajak yo‘nalishlari

VR/AR interfeyslari hozirgi kunda bir qator sohalarda amaliy qo‘llanilishni topmoqda. Ta'lim sohasida immersiv simulyatsiyalar orqali murakkab tushunchalarni vizuallashtirish imkoniyati yaratiladi; sog‘liqni saqlashda jarrohlik treningi va masofadan reabilitatsiya (telerehabilitation) tizimlari rivojlanmoqda; sanoatda VR asosidagi xodimlarni o‘qitish loyihalash va ishga tushirish muddatlarini sezilarli darajada qisqartirishi qayd etilgan; chakana savdoda esa mahsulotlarni virtual sinab ko‘rish imkoniyati mijozlar tajribasini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Tahliliy hisobotlarga ko‘ra, sog‘liqni saqlash segmenti boshqa sohalarga nisbatan eng yuqori o‘sish sur'atiga - yillik 33 foizdan ortiq - ega bo‘lishi kutilmoqda, bu jarrohlik simulyatsiyasi va masofaviy yordam yechimlariga bo‘lgan talabning ortishi bilan izohlanadi [10].

Kelajakda VR/AR interfeyslarining rivojlanishi sun'iy intellekt bilan chambarchas bog‘liq holda kechishi kutilmoqda: foydalanuvchi xatti-harakati va fiziologik ko‘rsatkichlari asosida qulaylik sozlamalarini real vaqtda moslashtiruvchi adaptiv tizimlar, generativ sun'iy intellekt yordamida fazoviy kontentni avtomatik yaratish, hamda turli platformalar o‘rtasida o‘zaro muvofiqlikni ta'minlovchi ochiq standartlar ushbu yo‘nalishning asosiy rivojlanish vektorlarini tashkil etadi. Shu bilan birga, ko‘z harakati va boshqa biometrik ma'lumotlarni yig‘ish bilan bog‘liq maxfiylik masalalari ham kelgusi tadqiqotlarning muhim yo‘nalishi bo‘lib qolmoqda.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, virtual va kengaytirilgan reallik muhitida foydalanuvchi interfeysini loyihalashtirish - kompyuter grafikasi, inson-kompyuter o‘zaro ta'siri, ergonomika va psixologiya fanlari kesishmasida shakllanayotgan fanlararo yo‘nalish hisoblanadi. Tekis ekrandan fazoviy muhitga o‘tish an'anaviy dizayn tamoyillarini qayta ko‘rib chiqishni, multimodal interaktsiya usullarini uyg‘unlashtirishni va kibertasirlanish kabi fiziologik muammolarni ilmiy asoslangan yechimlar orqali bartaraf etishni talab qiladi. Inklyuziv yondashuvni dizayn jarayonining boshlang‘ich bosqichidanoq joriy etish texnologiyaning keng foydalanuvchi auditoriyasi uchun teng darajada qulay bo‘lishini ta'minlaydi. Bozor ko‘rsatkichlarining barqaror o‘sishi va sun'iy intellekt bilan integratsiyalashuv istiqbollari ushbu yo‘nalishni kompyuter grafikasi va dizayn texnologiyalarining eng dolzarb tadqiqot maydonlaridan biriga aylantirmoqda. Kelgusi tadqiqotlar uchun adaptiv qulaylik tizimlarini empirik baholash, turli foydalanuvchi guruhlari uchun standartlashtirilgan dizayn ko‘rsatmalarini ishlab chiqish, hamda biometrik ma'lumotlar maxfiyligini ta'minlovchi me'yoriy-huquqiy asoslarni mustahkamlash dolzarb vazifalar sifatida belgilanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Billinghurst M., Clark A., Lee G. A Survey of Augmented Reality // Foundations and Trends in Human–Computer Interaction. – 2015. – Vol. 8, No. 2–3. – P. 73–272.

2. Jerald J. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. – New York: ACM Books, 2016. – 637 p.

3. Bowman D.A., Kruijff E., LaViola J.J., Poupyrev I. 3D User Interfaces: Theory and Practice. – 2nd ed. – Boston: Addison-Wesley, 2017. – 528 p.

4. Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. – 6th ed. – Boston: Pearson, 2018. – 624 p.

5. Duchowski A.T. Eye Tracking Methodology: Theory and Practice. – 3rd ed. – Cham: Springer, 2017. – 456 p.

6. LaViola J.J. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments // ACM SIGCHI Bulletin. – 2000. – Vol. 32, No. 1. – P. 47–56.

7. Saredakis D., Szpak A., Birckhead B., Keage H.A.D., Rizzo A., Loetscher T. Factors Associated with Virtual Reality Sickness in Head-Mounted Displays: A Systematic Review and Meta-Analysis // Frontiers in Human Neuroscience. – 2020. – Vol. 14. – Article 96.

8. Apple Inc. Apple Vision Pro Human Interface Guidelines. – Cupertino: Apple Developer Documentation, 2025.

9. Microsoft Corporation. Mixed Reality Design Guidelines. – Redmond: Microsoft Learn Documentation, 2025.