

VIRTUAL REALLIKDA VIZUAL CHEGARALARGA EGA BO'LMAGAN OBYEKT LARNI GEOMETRIK MODELLASHTIRISHNING O'ZIGA XOSLIGI

Muazzam ARTIKOVA

Dotsent

Texnika fanlari nomzodi Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Toshkent, O'zbekiston

muazzamxon@mail.ru

Fozil JO'RABOYEV

katta o'qituvchi, Toshkent amaliy fanlar universiteti Toshkent, O'zbekiston

fozil93fja@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda virtual reallik muhitida aniq vizual chegaralarga ega bo'lmagan obyektlarni geometrik modellash tirish masalalari tahlil qilinadi. Bunday obyektlar qatoriga fizik maydonlar, yashirin (latent) jarayonlar hamda uzluksiz taqsimot xususiyatiga ega tizimlar kiradi. Ularning asosiy xususiyati shundaki, ular fazoda aniq kontur yoki chegaraga ega emas va odatda funksional bog'lanishlar orqali ifodalanadi.

Shu sababli, mazkur turdagi obyektlarni an'anaviy geometrik shakllar yordamida tasvirlash yetarli natija bermaydi. Natijada ularni ko'p o'lchovli fazo, matematik funksiyalar hamda fazoviy taqsimotlar asosida modellash tirish zarurati yuzaga keladi. Bunday yondashuv obyektlarning ichki tuzilmasini, intensivlik darajalarini va fazodagi tarqalish xususiyatlarini aniqroq ifodalash imkonini beradi.

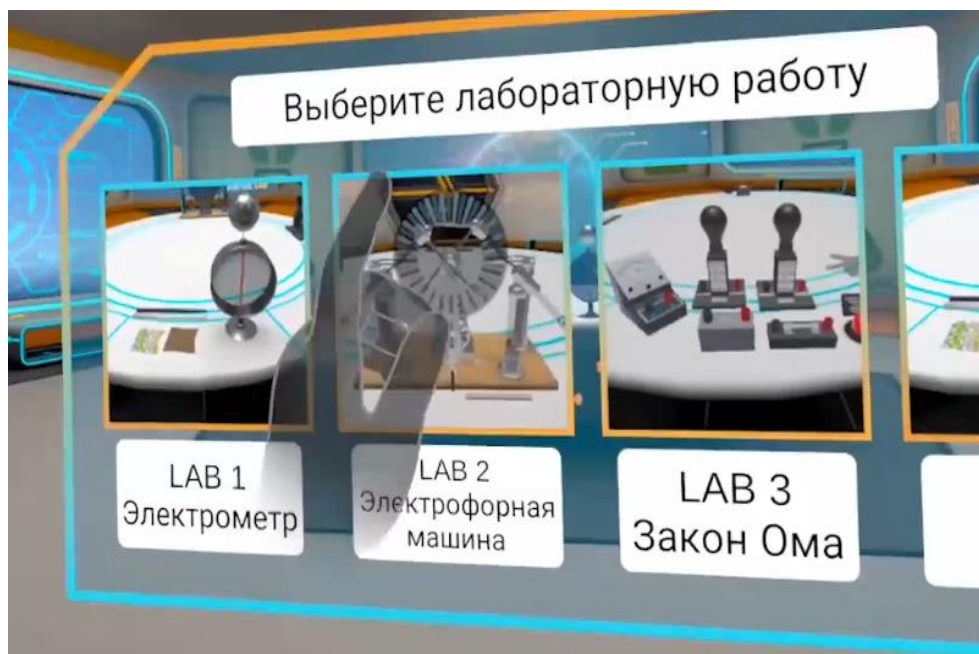
Tadqiqot doirasida virtual reallik texnologiyalarining imkoniyatlari hisobga olinib, ushbu obyektlarni uch o'lchovli muhitda vizuallashtirish hamda ularning ichki holatini interaktiv tarzda tahlil qilish usullari ko'rib chiqiladi. Xususan, foydalanuvchining immersiv muhitda erkin harakatlanishi orqali obyektlarning fazoviy tuzilmasini chuqurroq o'rganish imkoniyati yaratiladi. Bu esa murakkab jarayonlarni nafaqat nazariy, balki vizual va intuitiv darajada anglashga xizmat qiladi [1].

Kalit so'zlar: virtual reallik, geometrik modellash tirish, latent obyektlar, fizik maydon, vizuallashtirish, 3D model.

Kirish

Zamonaviy kompyuter grafikasi va virtual reallik texnologiyalarining jadal rivojlanishi murakkab obyektlarni uch o'lchovli muhitda tasvirlash imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Natijada turli fizik va texnik jarayonlarni vizual shaklda ifodalash, ularni real vaqt rejimida kuzatish hamda tahlil qilish imkoniyati paydo bo'ldi. Biroq barcha obyektlar aniq geometrik chegaralarga ega emas. Xususan, fizik maydonlar, issiqlik taqsimoti, elektr maydon hamda boshqa uzluksiz jarayonlar fazoda qat'iy kontur bilan chegaralanmaydi va ko'pincha funksional bog'lanishlar orqali tavsiflanadi.

Shu sababli bunday obyektlarni modellash tirishda an'anaviy poligonli yoki sirtga asoslangan yondashuvlar yetarli darajada samarali natija bermaydi. Natijada vizual chegaraga ega bo'lmagan obyektlarni ifodalash uchun matematik, geometrik hamda funksional modellash tirish usullarini qayta ko'rib chiqish zarurati yuzaga keladi. Bunday yondashuvlar yordamida obyektlarning ichki tuzilmasi, fazoviy taqsimoti va intensivlik xususiyatlarini aniqroq ifodalash imkoniyati yaratiladi [2].



1-rasm. Vizual chegaraga ega bo'lmagan obyektlarning virtual muhitdagi geometrik ifodasi

Mavzuga oid ilmiy tadqiqotlar tahlili

Vizual chegarasi aniq bo'lmagan obyektlarni modellashtirish masalasi turli ilmiy yo'nalishlarda keng o'rganilgan bo'lib, u zamonaviy kompyuter grafikasi, matematik modellashtirish va axborot texnologiyalarining muhim kesishgan nuqtalaridan biri hisoblanadi [9], [10]. Bunday obyektlar odatda uzluksiz muhitlar, fizik maydonlar yoki fazoda taqsimlangan kattaliklar bilan bog'liq bo'lib, ular an'anaviy geometrik chegaralar bilan ifodalanmaydi.

Kompyuter grafikasi sohasida ushbu turdagi obyektlarni tasvirlash uchun hajmiy vizuallashtirish (volume rendering) usullari keng qo'llaniladi [5], [6]. Mazkur yondashuvlar diskret sirtlar o'rniga butun hajm bo'ylab tarqalgan ma'lumotlarni qayta ishlashga asoslanadi va natijada uzluksiz muhitlarning ichki tuzilmasini vizual ko'rinishda aks ettirish imkonini beradi [8]. Ayniqsa, bu usullar fizik jarayonlarning intensivligi, zichligi yoki boshqa parametrlarining fazoviy taqsimotini aniqlashda samarali hisoblanadi.

Matematik modellashtirish nuqtai nazaridan esa bunday obyektlar ko'p o'lchovli funksiyalar va maydonlar orqali ifodalanadi [9], [11]. Bu yerda asosiy e'tibor obyektning aniq konturiga emas, balki uning qiymatlar taqsimoti, gradientlari va fazodagi o'zgarish dinamikasiga qaratiladi. Bunday yondashuv uzluksiz jarayonlarni analitik va sonli usullar yordamida chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi.

Geometrik modellashtirishda esa nuqtalar to'plami, ularning fazodagi joylashuvi va o'zaro bog'lanishlari asosida obyektning ichki strukturasini aniqlash masalalari ko'rib chiqiladi [12], [13]. Bu yondashuvda obyekt sirt orqali emas, balki fazodagi taqsimoti va strukturaviy xususiyatlari orqali ifodalanadi.

Virtual reallik texnologiyalarining rivojlanishi ushbu obyektlarni o'rganishda yangi bosqichni boshlab berdi [14], [15]. VR muhitida foydalanuvchi obyekt bilan bevosita "ichkaridan" o'zaro ta'sirga kirishishi, uning turli kesimlarini kuzatishi va fazoviy tuzilmasini interaktiv tarzda tahlil qilishi mumkin [15]. Bu esa murakkab jarayonlarni nafaqat nazariy, balki vizual va intuitiv darajada anglash imkonini beradi.

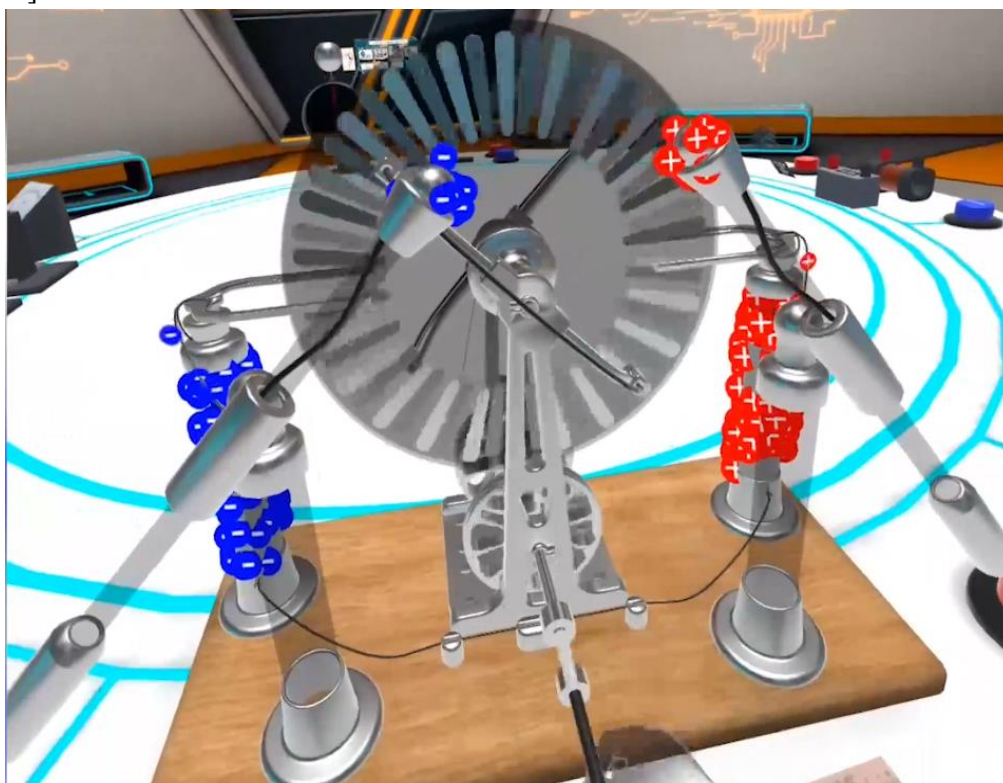
Shunga qaramay, mavjud ilmiy ishlarda vizual chegarasi aniqlanmagan obyektlarni geometrik modellashtirish va ularni Virtual reallik muhitida kompleks, ya'ni matematik,

geometrik va vizual yondashuvlar integratsiyasi asosida tahlil qilish masalasi yetarli darajada chuqur yoritilmagan. Aynan shu jihat ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Tadqiqotning maqsadi

Vizual chegaralarga ega bo'lmagan obyektlarni geometrik modellash usullarini ishlab chiqish, ularni Virtual reallik muhitida vizuallashtirish hamda interaktiv tahlil qilish imkoniyatlarini aniqlash ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi hisoblanadi. Shu bilan birga, mazkur obyektlarning fazoviy tuzilmasini matematik modellar asosida ifodalash, ularning ichki xususiyatlarini ochib berish va foydalanuvchi uchun intuitiv tarzda idrok etiladigan vizual muhitni shakllantirish ham tadqiqot doirasiga kiritiladi.

Taklif etilayotgan yondashuv orqali uzluksiz jarayonlar va fizik maydonlarni nafaqat hisoblash, balki ularni real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish imkoniyatini yaratish ko'zda tutiladi [16].



2-rasm. Vizual konturga ega bo'lmagan jarayonlarning 3D vizualizatsiyasi

Asosiy qism

Vizual chegaraga ega bo'lmagan obyektlar odatda uzluksiz taqsimot orqali ifodalanadi. Bunday obyektlarni quyidagi umumiy ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$F(x, y, z, t) \quad (1)$$

bu yerda

F — fazodagi fizik yoki matematik kattalikni ifodalovchi funksiya.

Geometrik modellashda ushbu funksiya qiymatlariga asoslanib, quyidagi elementlar hosil qilinadi:

- izosirtlar (bir xil qiymatga ega sirtlar)
- vektor maydonlar

— rangli gradientlar

Natijada obyektning aniq chegarasi emas, balki uning intensivligi va tarqalish zonalari ifodalanadi.

Virtual reallik muhitida esa ushbu model quyidagicha amalga oshiriladi:

- obyekt hajmiy (volume) ko‘rinishda tasvirlanadi;
- foydalanuvchi fazoda erkin harakatlanadi;
- turli parametrlar real vaqt rejimida o‘zgaradi;
- obyekt ichki tuzilmasi interaktiv tarzda kuzatiladi.

Bu yondashuv foydalanuvchiga obyektни tashqaridan emas, balki ichidan o‘rganish imkonini beradi.

Ilmiy yangilik

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

— vizual chegaraga ega bo‘lmagan obyektlarni geometrik modellashtirishning yangi yondashuvi taklif etildi;

- uzluksiz fizik va matematik jarayonlar fazoviy model sifatida ifodalandi;
- geometrik model Virtual reallik muhitiga integratsiya qilindi;
- obyektlarni interaktiv va immersiv tarzda tahlil qilish imkoniyati yaratildi.

Natijalar

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi natijalarga erishildi:

- vizual chegarasi aniqlanmagan obyektlar uchun geometrik model ishlab chiqildi;
- hajmiy vizuallashtirish asosida 3D tasvirlash usuli shakllantirildi;
- Virtual reallik muhitida interaktiv tahlil tizimi yaratildi;
- modellashtirishning aniqligi va vizual ifodalash samaradorligi oshirildi.

Xulosa

Virtual reallik muhitida vizual chegaralarga ega bo‘lmagan obyektlarni geometrik modellashtirish murakkab tizimlarni o‘rganishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Bunday obyektlar odatda uzluksiz muhitlar, fizik maydonlar va fazoda taqsimlangan jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lib, ularni an‘anaviy geometrik shakllar orqali to‘liq ifodalash imkoniyati cheklangan. Shu sababli taklif etilgan yondashuv obyektlarni ularning tashqi konturiga emas, balki ichki strukturasi, fazoviy taqsimoti va tarqalish xususiyatlariga asoslanib modellashtirish imkonini beradi.

Mazkur yondashuv matematik, geometrik va vizual modellashtirish usullarini kompleks integratsiya qilgan holda amalga oshiriladi. Natijada obyektning ichki tuzilmasini, intensivlik darajalarini va fazodagi o‘zgarish dinamikasini yanada aniqroq ifodalash imkoniyati yaratiladi. Ayniqsa, Virtual reallik muhitidan foydalanish orqali foydalanuvchi obyektни uch o‘lchovli fazoda bevosita kuzatishi, uning turli kesimlarini tahlil qilishi va real vaqt rejimida o‘zgarishlarni baholashi mumkin bo‘ladi. Bu esa murakkab jarayonlarni nafaqat nazariy, balki vizual va intuitiv darajada chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, vizual chegarasi aniqlanmagan obyektlarni geometrik modellashtirish asosida ifodalash an‘anaviy yondashuvlarga nisbatan ko‘proq axborot beradi va tizimning yashirin xususiyatlarini aniqlash imkonini kengaytiradi. Shu bilan birga, VR muhitida amalga oshirilgan vizuallashtirish ushbu obyektlarning ichki dinamikasini interaktiv tarzda o‘rganish imkonini sezilarli darajada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. 3D TEXNOLOGIYALARNI TALIMDAGI O‘RNI Artikova M.A., Bahromov A.A., Jo‘raboyev. F.A. <https://zenodo.org/records/14807836>
2. Azamatova N. Virtual reallik texnologiyalari asoslari va ularning ta’limda qo‘llanilishi. – Toshkent: Innovatsiya markazi nashriyoti, 2022.
3. VIRTUAL REALLIK TEXNOLOGIYALARINING MATEMATIK MODELLARINI TAHLIL QILISH Jo‘raboyev F.A., Bahromov A.A. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14857556>
4. Artikova M.A., Sayfiyev E.E., Juraboev F.A. Virtual va to‘ldirilgan reallik texnologiyalari asosida “O‘zbekiston bo‘yicha adabiy qo‘llanma” qo‘llanmasining elektron platformasi va mobil ilovasini yaratish // Universum: texnika fanlari: elektron. ilmiy jurnal. 2022. 10(103). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14440>.
5. Levoy M. Display of surfaces from volume data // IEEE Computer Graphics and Applications. – 1988. – Vol. 8(3). – P. 29–37.
6. Drebin R., Carpenter L., Hanrahan P. Volume rendering // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. – 1988.
7. Strang G. Linear Algebra and Its Applications. – Cengage Learning, 2016.
8. Murray J.D. Mathematical Biology. – Springer, 2002.
9. Pearson K. On lines and planes of closest fit... – 1901.
10. Edelsbrunner H. Geometry and Topology for Mesh Generation. – Cambridge University Press, 2001.
11. Polygon Mesh Processing. – AK Peters, 2010.
12. Laplace P.S. Traité de mécanique céleste. – Paris, 1785.
13. Slater M. Immersion and the illusion of presence in virtual reality // British Journal of Psychology. – 2009.
14. Bailenson J. Experience on Demand. – 2018.
15. Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. – Morgan Kaufmann, 2018.
16. Modeling and interactive visualization of the spatial structure of latent processes using virtual reality technologies. Artikova M.A., Jo‘raboyev F.A. <https://uzjurnal.uz/2/2026/1/index?issue=4>