

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17442480>

TIBBIYOT SOHASIDA INSON ORGANLARINI INNOVATSION TEKNOLOGIYALAR ASOSIDA 3D VIZUALLASHTIRISH VA MODELLASHTIRISH

Maxmudova Maftunaxon Abdulaziz qizi¹

Amonova Oftoboy Akmaljon qizi²

*Toshkent shahridagi Belarus-O'zbekiston qo'shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar
instituti*

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya - Maqolada tibbiyot sohasida inson organlarini 3D vizuallashtirish va ularni modellashtirish jarayonlarining ilmiy-metodik asoslari hamda zamonaviy texnologik yondashuvlari tahlil qilingan. Tadqiqotda DICOM formatidagi KT/MRT ma'lumotlarini qayta ishlash, ularni segmentatsiya qilish va Blender, 3D Slicer, Unity hamda Unreal Engine muhitlarida uch o'lchamli anatomik modellar yaratish usullari yoritilgan. Taklif etilgan metodologiya tibbiy diagnostika, jarrohlik amaliyotlarini rejalashtirish va klinik tahlil jarayonlarini takomillashtirishga qaratilgan. Shuningdek, mahalliy terminologiya asosida o'zbek tilida interfeysga ega 3D anatomiya tizimini ishlab chiqishning ilmiy va amaliy ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: 3D anatomiya, tibbiy vizualizatsiya, DICOM, kompyuter grafikasi, KT, MRT, modellashtirish, VR/AR texnologiyalar.

KIRISH

XXI asrda tibbiyot ta'limi va amaliyotida innovatsion texnologiyalarni joriy etish alohida dolzarblik kasb etmoqda. Anatomiyaning vizual o'rganishda 3D modellardan foydalanish tibbiyot talabalarining bilimlarini mustahkamlash, shifokorlarning amaliy ko'nikmalarini oshirish hamda klinik diagnostika jarayonlarini soddalashtirish imkonini beradi. Bugungi kunda dunyoda bir qator 3D anatomiya simulyatorlari mavjud bo'lsa-da, ularning ko'pchiligi xorijiy tillarda bo'lib, O'zbekiston ta'lim tizimi va shifokorlar uchun til, metodika hamda resurs cheklavlari mavjud. Shu sababli, milliy terminologiya asosida, o'zbek tilidagi interfeys bilan ishlaydigan 3D anatomiya simulyatori yaratish zarurati yuzaga kelmoqda.

Jahonda bu yo'nalishda Visible Body, Anatomage Table, 3D4Medical (Complete Anatomy) kabi platformalar keng qo'llanilmoqda. Ular anatomik strukturalarni interaktiv tarzda ko'rish, organlar qatlamlarini izolyatsiya qilish, fiziologik jarayonlarni simulyatsiya qilish imkoniyatini beradi. Biroq ushbu dasturlarning aksariyati ingliz tilida, qimmat litsenziya asosida va mahalliy ta'lim standartlariga moslashmagan holda ishlaydi. Bu holat O'zbekiston sharoitida ulardan to'liq samara bilan foydalanishni cheklaydi. Visible Body tizimi - inson anatomiyasining barcha tizimlarini qamrab olgan 3D vizual ta'lim platformasi bo'lib,

talabalar va shifokorlar uchun anatomik, fiziologik va patofiziologik jarayonlarni modellashtirish (yuksak vizual aniqlik, 3D burish, kesim qilish, izolyatsiya qilish funksiyalari hamda fiziologik animatsiyalar) imkoniyatini beradi. Dastur litsenziya narxi 200–500 AQSh dollarini tashkil etadi. Anatomage Table - bu fizik 3D interaktiv anatomiya stoli bo'lib, virtual disseksiya imkonini beradi. CT va MRI ma'lumotlari asosida yaratilgan real inson anatomiyasi modellari orqali organlar qatlamma-qatlam ko'rsatiladi. Tizim narxi 50 000–80 000 dollarini tashkil etadi. 3D4Medical tizimi - Apple kompaniyasi bilan hamkorlikda ishlab chiqilgan yuqori sifatli anatomiya simulyatori bo'lib u qatlamli disseksiya, VR/AR muhitida o'qitish va klinik simulyatsiya imkoniyatlarini yaratadi.

Afzalliklari: yuqori vizual aniqlik, pedagogik interaktivlik, xirurgik amaliyotlarni o'qitishda qulaylik. Dastur litsenziya narxi 100–150 AQSh dollarini tashkil etadi.

O'zbekiston sharoitida bunday platformalardagi til to'sig'i va mahalliy anatomiya terminologiyasida farqlar, KT/MRT ma'lumotlar bilan integratsiya qilinmaganligi, shuningdek, qimmat litsenziyalar sababli ta'lim muassasalarida foydalanish chegaralangan. Tibbiyotda inson organlarini 3D vizuallashtirish texnologiyalaridan foydalanish hozirgi kunda muhim hisoblanadi. Visible Body, Anatomage Table va 3D4Medical kabi platformalar jahon miqyosida samarali ekanligi isbotlangan bo'lsa-da, ularning milliy ta'lim tizimiga moslashtirilishi muhim. O'zbekistonda mahalliy ehtiyoj va til imkoniyatlariga asoslangan 3D anatomiya simulyatori yaratish tibbiyot sohasida yangi bosqichni boshlab berishi, shifokorlarning amaliy tayyorgarligini oshirishi hamda tibbiy innovatsiyalarning ilmiy salohiyatini kuchaytiradi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Tibbiy ta'limda 3D anatomiya simulyatorini yaratish jarayonida ilg'or raqamli texnologiyalar majmuaviy qo'llanilishi zarur bo'lib, bunda interaktiv modellashtirish, real diagnostik ma'lumotlar bilan ishlash va foydalanuvchi interfeysini optimallashtirish kabi bir necha muhim bosqichlarni o'z ichiga oladi.

Unity va Unreal Engine asosida 3D anatomiya simulyatorining markaziy qismi Unity yoki Unreal Engine fizik va grafik dvijoklari asosida ishlab chiqiladi. Ushbu platformalar yuqori darajadagi realistik vizualizatsiya, interaktiv manipulyatsiya (organlarni ajratish, burish, kattalashtirish) va VR/AR qo'llab-quvvatlovini ta'minlaydi. Bundan tashqari, ushbu tizimlarda foydalanuvchi interfeysi (UI)ni lokal tillarda yaratish imkoniyati mavjud bo'lib, bu o'zbek tilidagi interaktiv tibbiy ta'lim platformasini shakllantirishga zamin yaratadi.

Simulyator uchun zarur bo'lgan 3D anatomiya modellari Blender va 3D Slicer dasturlari yordamida yaratiladi hamda tibbiy tomografiya ma'lumotlari asosida qayta ishlanadi. 3D Slicer dasturi DICOM formatdagi KT/MRT ma'lumotlarini segmentatsiya qilish va har bir organ yoki to'qimani alohida qatlamlarda aniqlash imkonini beradi. Keyinchalik ushbu ma'lumotlar Blender muhitida tozalash, silliqlash va teksturalash bosqichlaridan o'tadi. Natijada yuqori aniqlikdagi anatomik modellar

shakllanadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tibbiy diagnostika ma'lumotlarini tizimga yuklash uchun Orthanc DICOM Server qo'llaniladi. Ushbu server radiologik axborotlarni xavfsiz tarzda saqlash, boshqarish va 3D muhitga eksport qilish imkonini beradi. Natijada foydalanuvchilar real bemorlarning anonimlashtirilgan ma'lumotlari asosida vizual tahlil o'tkazish, organ tuzilmasini o'rganish va klinik diagnostika ko'nikmalarini mustahkamlash imkoniga ega bo'ladi. Bu esa tibbiy ta'lim jarayonini amaliyotga yaqinlashtirishga xizmat qiladi.

Simulyatorning WebGL texnologiyasi asosidagi onlayn versiyasi foydalanuvchilarga qo'shimcha dastur o'rnatmasdan turib, internet brauzeri orqali 3D anatomiya modellarini interaktiv tarzda o'rganish imkonini beradi.

Unity C# skripti 3D yurak modelining tebranishini sinusoidal funksiyalar asosida boshqaradi. Bu yondashuv fiziologik yurak urishining chastotasini raqamli muhitda qayta tiklashga imkon beradi. Quyida bir misol keltiramiz:

```
{
    public float bpm = 70f;
    public float amplitude = 0.04f;
    public Vector3 scaleAxis = new Vector3(1, 1, 1);
    private Vector3 baseScale;
    private float phaseOffset;
    void Start ()
    {
        baseScale = transform.localScale;
        phaseOffset = Random.Range(0f, 2f * Mathf.PI);
    }
    void Update ()
    {
        float beatsPerSec = bpm / 60f;
        float t = Time.time * beatsPerSec * 2f * Mathf.PI + phaseOffset;
        float s = 1f + amplitude * Mathf.Sin(t);
        transform.localScale = Vector3.Scale(baseScale * s, scaleAxis);
    }
    public void SetBPM(float newBpm)
    {
        bpm = Mathf.Clamp(newBpm, 20f, 220f);
    }
}
```

Ushbu skript yordamida 3D yurak modeli real yurak faoliyatiga o'xshash tarzda periodik kengayish va qisqarish harakatlarini amalga oshiradi. Bu yerda:
-60–90 bpm oraliq'ida model sog'lom yurak ritmini simulyatsiya qiladi;
-100 bpm dan yuqori qiymatlar tachikardiya holatini modellashtiradi;

-40 bpm dan past qiymatlar esa bradikardiya holatini aks ettiradi.

BloodFlowController.cs skript 3D yurak modeli ichida qon oqimini vizual tarzda simulyatsiya qilish uchun ishlatiladi. Unity muhitida ParticleSystem obyektlari yordamida eritrotsit (qon zarralari) harakatini jonlantirish mumkin.

```
{
    public ParticleSystem bloodParticles;
    public float flowRate = 1.0f;
    void Start()
    {
        if (bloodParticles == null) bloodParticles = GetComponent<ParticleSystem>();
    }
    void Update()
    {
        var emission = bloodParticles.emission;
        emission.rateOverTime = Mathf.Clamp(50f * flowRate, 0f, 1000f);
    }
    public void SetFlowRate(float rate)
    {
        flowRate = Mathf.Clamp01(rate);
    }
}
```

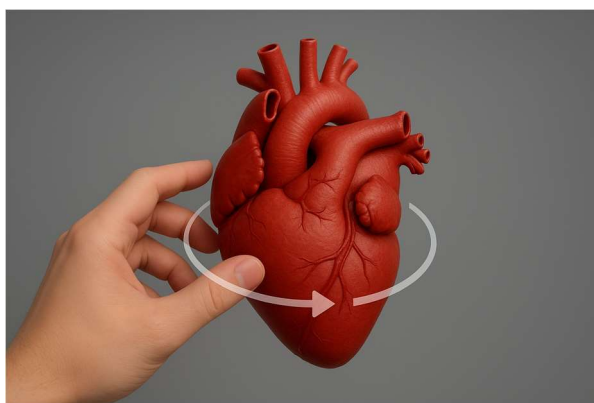
HeartInteractor.cs yordamida foydalanuvchi 3D yurak modelini sichqoncha yordamida aylantirish (rotate), kattalashtirish (zoom) va ko'chirishi (pan) mumkin.

```
{
    public Transform target;
    public float rotationSpeed = 120f;
    public float zoomSpeed = 2f;
    public float minZoom = 0.5f;
    public float maxZoom = 3.0f;
    private Vector3 prevMousePos;
    private float currentZoom = 1f;
    void Start()
    {
        if (target == null) target = this.transform;
        currentZoom = target.localScale.x;
    }
    void Update()
    {
        if (Input.GetMouseButton(1))
        {
            Vector3 delta = Input.mousePosition - prevMousePos;
            float yaw = -delta.x * rotationSpeed * Time.deltaTime;
            float pitch = delta.y * rotationSpeed * Time.deltaTime;
```

```

        target.Rotate(Vector3.up, yaw, Space.World);
        target.Rotate(Vector3.right, pitch, Space.World);
    }
    float scroll = Input.GetAxis("Mouse ScrollWheel");
    if (Mathf.Abs(scroll) > 0.0001f)
    {
        currentZoom = Mathf.Clamp(currentZoom + scroll * zoomSpeed, minZoom,
maxZoom);
        target.localScale = Vector3.one * currentZoom;
    }
    prevMousePos = Input.mousePosition;
}
}

```



1-rasm. HeartInteractor bilan foydalanuvchi modelni 360° ko‘rish, detallashtirilgan kuzatish va interaktiv tahlil qilish imkoniga ega bo‘ladi.

Anatomik qismga label (nom) qo‘yish va uni 3D vizuallashtirish quyidagicha amalga oshiriladi:

```

{
    public string labelText = "Unknown Part";
    public GameObject labelPrefab
    private GameObject labelInstance;
    void Start()
    {
        if (labelPrefab != null)
        {
            labelInstance = Instantiate (labelPrefab, transform.position + transform.up *
0.02f, Quaternion.identity);
            labelInstance.transform.SetParent(transform, true);

            var textComponent = labelInstance.GetComponent<TextMeshPro>();
            if (textComponent != null)
                textComponent.text = labelText;
        }
    }
}

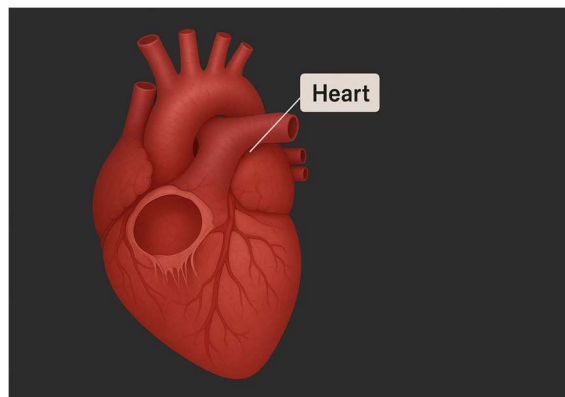
```

```

    }
    else
    {
        Debug.LogWarning($"[{name}] Label prefab biriktirilmagan!");
    }
}
public void SetLabel(string text)
{
    labelText = text;

    if (labelInstance != null)
    {
        var textComponent
labelInstance.GetComponentInChildren<TextMeshPro>();
        if (textComponent != null)
            textComponent.text = labelText;
    }
}
}

```



2-rasm. Label (nom) qo'yish va uni 3D vizuallashtirish

3D modelni “virtual kesish” (cross-section):

```

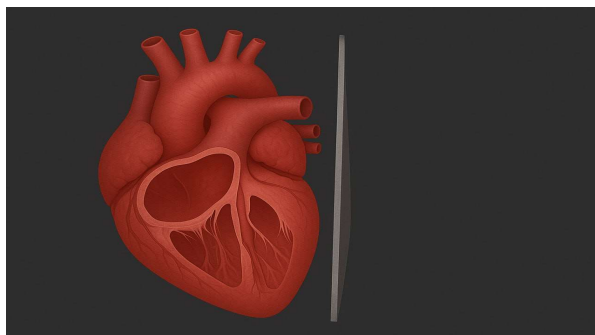
{
    public Material sliceMaterial;
    public Transform clipPlaneTransform;
    void Update ()
    {
        if (sliceMaterial == null || clipPlaneTransform == null)
            return;

        Vector3 planeNormal = clipPlaneTransform.up;
        Vector3 planePos = clipPlaneTransform.position;
    }
}

```

```
float d = -Vector3.Dot(planeNormal, planePos);
Vector4 plane = new Vector4(planeNormal.x, planeNormal.y, planeNormal.z, d);

sliceMaterial.SetVector("_ClipPlane", plane);
}
}
```



3-rasm. 3D modelni “virtual kesish” (cross-section) effekti

EKG Simulator.cs skripti yurak urishini taqlidlovchi realistik EKG signalini yaratadi:

```
{
    public float bpm = 70f;
    public LineRenderer lineRenderer;
    public int points = 500;
    private float t = 0f;

    void Start ()
    {
        if (lineRenderer == null)
            lineRenderer = GetComponent<LineRenderer> ();

        lineRenderer.positionCount = points;
    }

    void Update ()
    {
        float beatsPerSec = bpm / 60f;
        t += Time.deltaTime;

        for (int i = 0; i < points; i++)
        {
            float x = i / (float)points * 10f;

            float val = Mathf.Sin((t + i * 0.02f) * beatsPerSec * 2f * Mathf.PI) * 0.5f;

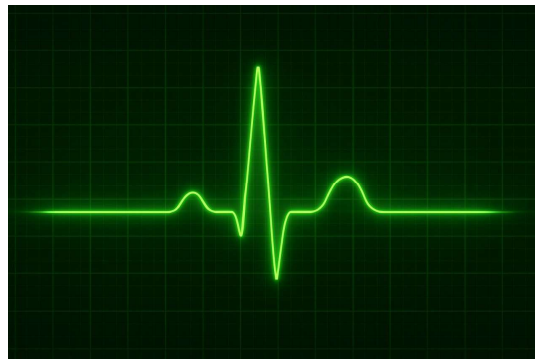
            val += Mathf.Exp(-Mathf.Pow((i % 50 - 25) / 5f, 2)) * 1.2f * Mathf.Sin((t + i)
```


* 10f);

```

        lineRenderer.SetPosition(i, new Vector3(x, val, 0));
    }
}
public void SetBPM(float newBpm)
{
    bpm = Mathf.Clamp(newBpm, 30f, 220f);
}
}

```



4-rasm. EKG signali va UI grafika

Natijalarni birlashtirib quyidagilarni hosil qilamiz:

```

{
    [Header ("Core Systems")]
    public HeartBeat heartBeat;
    public BloodFlowController bloodFlow;
    public EKGSimulator ekg;

    [Header ("UI Components")]
    public Slider bpmSlider;
    public Slider flowSlider;
    public TextMeshProUGUI bpmText;

    void Start ()
    {
        bpmSlider.onValueChanged.AddListener(OnBPMChanged);
        flowSlider.onValueChanged.AddListener(OnFlowChanged);

        bpmSlider.value = heartBeat.bpm;
        flowSlider.value = bloodFlow.flowRate;
        bpmText.text = $"{{heartBeat.bpm: F0}} BPM";
    }
    void OnBPMChanged(float val)
    {

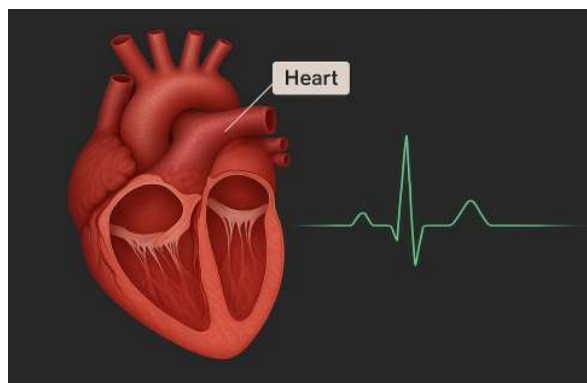
```



```

        heartBeat.SetBPM(val);
        ekg.SetBPM(val);
        bpmText.text = $"{{Mathf.RoundToInt(val)}} BPM";
    }
    void OnFlowChanged(float val)
    {
        bloodFlow.SetFlowRate(val);
    }
}

```



5-rasm. UIManager.cs skriptining to'liq ko'rinishi

XULOSA

Ushbu tadqiqot natijalari tibbiyot sohasida 3D anatomiya modellarini yaratishda innovatsion metodologiyasini ishlab chiqish imkonini beradi. Taklif etilgan yondashuv zamonaviy kompyuter grafikasi, tibbiy tasvirlarni qayta ishlash va interaktiv modellashtirish texnologiyalarining o'zaro integratsiyasiga asoslanadi.

Taklif etilayotgan metodologiya O'zbekiston sharoitida o'zbek tilidagi interfeys bilan ishlaydigan 3D anatomiya simulyatorini yaratish imkonini beradi. Bu yondashuv tibbiy ta'lim sifatini oshirish, shifokorlarning amaliy ko'nikmalarini interaktiv tarzda rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelgusida bunday tizimlarni VR/AR texnologiyalari bilan kengaytirish, sun'iy intellekt yordamida avtomatik anatomik segmentatsiyani amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Aldridge, R. D., 3D Visualization in Medical Education: Applications and Outcomes. Journal of Medical Simulation, 2022.
2. Zhang, L., DICOM Data Segmentation and 3D Reconstruction for Anatomy Education. IEEE Access, 2021.
3. Krupinski, E. A., Medical Imaging and Visualization: Current Trends and Future Directions. Academic Radiology, 2020.
4. Visible Body Official Documentation – 3D Human Anatomy Educational Platform, 2024.
5. Anatomage Inc., Anatomage Table User Guide, California, 2023.

6. 3D4Medical Ltd., Complete Anatomy: Educational Software Manual, Dublin, 2023.
7. Pieper, S., Lorensen, B., Schroeder, W., 3D Slicer: A Platform for Biomedical Research and Visualization. Insight Journal, 2020.
8. Epic Games, Unreal Engine for Scientific Visualization, Technical Report, 2022.
9. Unity Technologies, Unity Engine for Medical Simulation and VR Training, Whitepaper, 2023.
10. Mahmudova, M. A., O‘zbekiston sharoitida 3D anatomiya simulyatorini yaratishning ilmiy asoslari. Toshkent, 2025.
11. Orthanc Team, Open-source DICOM Server for Medical Imaging Integration, 2024.
12. WHO eHealth Division, Digital Transformation in Medical Education: Global Review, 2023.
13. Blender Foundation, Blender for Scientific Visualization Manual, Amsterdam, 2022.
14. Muminov, A. B., VR/AR texnologiyalarining tibbiyot ta’limidagi ahamiyati, “Ilmiy Innovatsiyalar” jurnali, 2024.
15. Saidov, I. R., Tibbiy vizualizatsiya va 3D modellashtirishning integratsion imkoniyatlari, TATU Ilmiy axborotlari, 2025.