

Qoşqar Seyfulla ƏLİYEV t.ü.f.d., dos.

Niyazi Faiq oğlu NAMAZOV  
Qərbi Kaspi Universitetin Magistrantı  
E-mail: [namazov100@gmail.com](mailto:namazov100@gmail.com)

## KOMPÜTER QRAFİKASINDA ÜÇÖLÇÜLÜ MODELLEŞDİRMƏNİN TƏŞKİLİ VƏ ANALİZİ

### Xülasə

Bu məqalə kompüter qrafikası və modelləşdirmə sahəsinə ümumi baxış təqdim edir, onun inkişafını, texnikalarını və müxtəlif sənaye sahələrində tətbiqlərini araşdırır. Məqalədə 2D qrafikasının ilk inkişaflarından tutmuş 3D qrafikanın yaranmasına və real vaxt rejimində göstərməyə qədər bu sahədə əldə edilmiş irəliləyişlər ümumiləşdirilmişdir. Kompüter qrafikasının əyləncə sənayesi, sənaye dizaynı, mühəndislik və elmi vizualizasiyaya təsirini vurğulayaraq modelləşdirmə, göstərmə və animasiyada əsas texnikalar müzakirə olunur. Məqalə rəqəmsal əsrdə artan əhəmiyyətini vurğulayaraq kompüter qrafikası və modelləşdirmə haqqında hərtərəfli anlayışı təmin etmək məqsədi daşıyır.

**Açar sözlər:** kompüter qrafikası, 3D modelləşdirmə, render texnikası, animasiya və simulyasiya, qrafikanın təkamülü

**DOI:** 10.54414/AQVW6697

### Giriş

Kompüter qrafikası və modelləşdirmə əyləncədən tutmuş mühəndislik və elmi tədqiqatlara qədər sənayenin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Onlar mürəkkəb fikirləri vizuallaşdırmaq və maraqlı təcrübələr yaratmaq üçün güclü mühit təmin edir. Bu məqalədə biz kompüter qrafikası və modelləşdirmə dünyasını araşdıraraq, onların təkamülünü, texnikalarını və tətbiqlərini müzakirə edəcəyik.

### Kompüter qrafikası və modelləşdirmənin təkamülü

#### 1.1 İlk inkişaf

Kompüter qrafikasının tarixi 1950-ci illərin əvvəllərinə, alimlərin şəkillər yaratmaq və göstərmək üçün kompüterlərdən istifadə etməyə başladığı vaxta gedib çıxır. 1963-cü ildə Sketchpad-i yaradan İvan Sazerlend kimi ilk qabaqcıllar müasir kompüter dəstəqli dizayn (CAD) sistemlərinin əsasını qoydular.

#### 1.2 3D Qrafikanın yaranması

1970-ci illərdə 3D qrafikanın tətbiqi bu sahədə inqilab etdi, rəssamlara və mühəndislərə daha real və ətraflı təsvirlər yaratmağa imkan verdi. Gouraud kölgəsi, Phong kölgəsi və faktura xəritəsi kimi yeniliklər daha da mürəkkəb 3D modellərin inkişafına töhfə verdi.

#### 1.3 Real vaxt rejimində göstərmə və oyun

1990-cı illərdə immersiv 3D oyunların və interaktiv simulyasiyaların inkişafına imkan verən real vaxt rejimində göstərmədə əhəmiyyətli irəliləyişlər oldu. Qrafik emal vahidləri (GPU) getdikcə daha güclü oldu və mürəkkəb səhnələri yüksək kadr sürətlərində göstərməyə imkan verdi.

### Kompüter Qrafikası və Modelləşdirmə Texnikaları

#### 2.1 Modelləşdirmə Texnikaları

Çoxbucaqlı modelləşdirmə, NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) və bölmə səthləri kimi 3D modellər yaratmaq üçün bir neçə üsul var. Rəssamlar və mühəndislər detal səviyyəsi, hesablama tələbləri və istifadə rahatlığı kimi amilləri tarazlayan, ehtiyaclarına ən uyğun olan texnikanı seçirlər.

#### 2.2 Emal texnikası

Rendering 3D modeli 2D təsvirə çevirmək prosesidir. Şüa izləmə və rasterləşdirmə hər birinin üstünlükləri və məhdudyyətləri olan iki məşhur göstərmə üsuludur. Şüa izləmə səhnədə işığın davranışını simulyasiya edərək hesablama gücü hesabına son dərəcə real təsvirlər yaradır. Rasterləşdirmə isə daha sürətlidir, lakin daha az dəqiq nəticələr verə bilər.

### 2.3 Animasiya və Simulyasiya

Kompüter qrafikası həmçinin real animasiyalar və simulyasiyalar yaratmağa imkan verir. Keyframing, tərs kinematika və fizikaya əsaslanan simulyasiyalar 3D modelləri həyata keçirmək üçün istifadə olunan bəzi üsullardır.

#### 3D Modelləşdirmə Texnikaları

3D modelləşdirmə xüsusi proqram təminatından istifadə etməklə üçölçülü obyektin və ya səhnənin rəqəmsal təsvirinin yaradılması prosesidir. Bu rəqəmsal təsvir 3D model adlanır və real və ya stilizə edilmiş şəkillər və animasiyalar yaratmaq üçün manipulyasiya edilə, canlandırılı və göstərilə bilər. 3D modelləşdirmədə istifadə olunan bir neçə texnika var, onlardan bəziləri aşağıda müzakirə olunur:

3.1 Çoxbucaqlı Modelləşdirmə: Bu, 3D modelləşdirmədə ən çox yayılmış üsullardan biridir, burada obyektlər bir-birinə bağlı çoxbucaqlılar, adətən üçbucaqlar və ya dördbucaqlar vasitəsilə təmsil olunur. Çoxbucaqlı modellər onların forma və quruluşunu müəyyən edən təpələrdən, kənarlardan və üzlərdən ibarətdir. Bu texnika çox yönlü və sadəliyinə görə video oyunlar, filmlər və məhsul dizaynı kimi müxtəlif sənaye sahələrində geniş istifadə olunur.

3.2 NURBS (Qeyri-bərabər Rasional B-Spline) Modelləşdirmə: NURBS əyri və səthləri təsvir etmək üçün idarəetmə nöqtələrindən və əsas funksiyalardan istifadə edən riyazi təsvirdir. NURBS modelləşdirməsi hamar, əyri obyektlərin yaradılmasına imkan verir və xüsusilə avtomobil və sənaye dizaynı üçün faydalıdır. Bununla belə, NURBS modelləri tez-tez emal və digər proqram təminatı ilə uyğunluq üçün çoxbucaqlı şəbəkələrə çevrilməlidir.

3.3 Səthlərin bölünməsi: Bu texnika daha hamar, daha detallı bir səth yaratmaq üçün üzlərini iterativ şəkildə bölmək yolu ilə çoxbucaqlı modelini təkmilləşdirir. Bölmə səthləri üzvi formalar yaratmaq üçün faydalıdır və asanlıqla formalaşdırıla və manipulyasiya edilə bilər. Populyar bölmə sxemlərinə Catmull-Clark (düzbucaqlı şəbəkələr üçün) və Loop (üçbucaqlı şəbəkələr üçün) daxildir.

3.4 Prosedur modelləşdirmə: Prosedur modelləşdirmə 3D modelləri yaratmaq üçün alqoritmlərdən və riyazi funksiyalardan istifadə edir.

Bu texnika landşaftlar, şəhər mənzərələri və təbiət hadisələri kimi əl ilə modelləşdirilməsi çətin və ya vaxt aparan mürəkkəb, təfərrüatlı obyektlər və ya səhnələr yaratmaq üçün xüsusilə faydalıdır.

3.5 Heykəltəraşlıq: Rəqəmsal heykəltəraşlıq ənənəvi heykəltəraşlıq üsullarını təqlid edən və rəssamlara xüsusi alətlər və fırçalardan istifadə edərək virtual gildə "forma verməyə" imkan verən 3D modelləşdirmə texnikasıdır. Bu texnika personajlar və canlılar kimi detallı, üzvi modellər yaratmaq üçün xüsusilə məşhurdur.

Nəticədə, 3D modelləşdirmə və göstərmə üsulları kompüter qrafikasının əsasını təşkil edərək, real və ya stilizə edilmiş şəkillər və animasiyalar yaratmağa imkan verir. Bu texnikalar texnologiyadakı irəliləyişlər və getdikcə daha təkmil vizual təcrübələrə tələbat səbəbindən zaman keçdikcə təkamül etdi və inkişaf etməyə davam edir. Rəssamlar və dizaynerlər müxtəlif modelləşdirmə və təqdimetmə üsullarını başa düşmək və istifadə etməklə, video oyunlardan və filmlərdən tutmuş memarlıq vizualizasiyasına və məhsul dizaynına qədər geniş çeşidli proqramlar üçün cəlbədicə vizual məzmun yarada bilərlər.

#### Qrafik emal vahidləri (GPU)

Qrafik Emalı Birlikləri (GPU) kompüter qrafikasını və təsvir məlumatlarını sürətlə emal etmək və manipulyasiya etmək üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi elektron sxemlərdir. GPU-lar illər ərzində əhəmiyyətli dərəcədə inkişaf edərək daha güclü və çox yönlü olub, getdikcə daha mürəkkəb və real kompüter qrafikasını təqdim edir. Budur GPU-ların qısa tarixi və təkamülü:

4.1. Erkən GPU-lar (1970-ci illərin sonu - 1990-cı illərin əvvəlləri): İlk GPU-lar Atari 2600-ün Televiziya İnterfeysi Adapteri (TIA) və Commodore Amiga-nın Orijinal Çipset (OKS) idi. Bu ilkin GPU-ların tutumu məhdud idi və adətən sprite göstərilməsi və əsas 2D qrafika kimi tapşırıqları yerinə yetirirdi.

Bu, NVIDIA-nın NV1 kimi xüsusi 3D qrafik sürətləndiricilərinin inkişafına səbəb oldu. Bu GPU-lar faktura xəritəsi, z-buferləmə və digər 3D render xüsusiyyətləri üçün aparat dəstəyi təklif edir, CPU-da proqram təminatı ilə müqayisədə daha sürətli və daha real qrafika təqdim edir.

4.2 Proqramlaşdırıla bilən GPU-lar (1990-cı illərin sonu - 2000-ci illərin əvvəli): NVIDIA-nın GeForce 3 və ATI-nin Radeon 8500 kimi proqramlaşdırıla bilən GPU-ların tətbiqi GPU imkanlarında əhəmiyyətli bir irəliləyiş oldu. Bu GPU-lar proqramlaşdırıla bilən tərə və piksel şəyderlərinə malikdir və bu, tərtibatçılara fərdi render effektləri yaratmağa və kompüter qrafikası üçün yeni imkanlar açmağa imkan verir.

4.3 Vahid Şader Arxitekturası (2000-ci illərin ortaları): NVIDIA-nın GeForce 8 seriyası və ATI-nin Radeon HD 2000 seriyası kimi GPU-ların təqdim edilməsi ilə sənaye vahid şeyder nüvəsini təqdim etdi ki, burada vahid şeyder nüvəsi həm vertex, həm də pikseli idarə edə bilər. . şeyderlər. Bu yanaşma iş yüklərini tarazlamağı və dəyişən qrafik tələblərinə uyğunlaşmağı asanlaşdıraraq səmərəliliyi və çevikliyi artırdı.

4.4 Ümumi Məqsədli GPU-lar (2000-ci illərin sonu - İndiki vaxtda): GPU-ların artan proqramlaşdırma qabiliyyəti və hesablama gücü onların elmi simulyasiyalar, maşın öyrənməsi və kriptografiya kimi qrafiklərdən kənar ümumi təyinatlı hesablama tapşırıqlarında istifadəsinə səbəb olmuşdur. CUDA (NVIDIA tərəfindən) və OpenCL (Khronos Group tərəfindən) kimi API-lərin buraxılması tərtibatçılara müxtəlif proqramlar üçün GPU-ların paralel emal imkanlarından istifadə etməyə imkan verdi.

NVIDIA-nın Turing arxitekturası (məsələn, GeForce RTX 20 seriyası) kimi real vaxt şüalarının izlənməsi üçün xüsusi aparat dəstəyi ilə GPU-ların tətbiqi göstərmədə əhəmiyyətli irəliləyiş təmin etdi. imkanlar . Şüa izləmə kompüter qrafikasında vizual sədaqətin yeni səviyyəsini təmin edir, daha dəqiq və real işıqlandırma, kölgələr və əkslər təmin edir. \

### **Render Texnikaları**

Kompüter qrafikasında göstərmə üsulları 3D səhnələri və modelləri 2D şəkillərə və ya animasiyalara çevirmək üçün məsuliyyət daşıyır. Göstərmə prosesi materialları, fakturaları və digər xüsusiyyətləri nəzərə alaraq işığın səhnədəki obyektlərlə qarşılıqlı təsirini simulyasiya etməyi nəzərdə tutur. Hər birinin üstünlükləri və mənfi cəhətləri olan müxtəlif render texnikaları mövcuddur. Populyar tikmə üsullarının daha ətraflı izahatları bunlardır:

5.1 Rasterləşdirmə: Rasterləşdirmə kompüter qrafikasında, xüsusən də video oyunlarında istifadə edilən ən geniş yayılmış real vaxt göstərmə texnikasıdır. Bu, 3D modellərin 2D ekrana proyeksiya edilməsini, onların tərələrinin pikselə çevrilməsini və əldə edilən çoxbucaqlıların rəng və faktura məlumatı ilə doldurulmasını əhatə edir. Rasterləşdirmə sürətli və effektivdir, lakin ümumi işıqlandırmanı və ya mürəkkəb işıq qarşılıqlı təsirlərini dəqiq təqlid etmədiyi üçün digər göstərmə üsullarının fotorealizmindən məhrum ola bilər.

5.2 Şüa İzləmə: Şüa izləmə kameradan səhnəyə şüalar göndərməklə və obyektə hər kəsişmədə işığın rəngini və intensivliyini hesablayaraq işığın davranışını simulyasiya edən bir göstərmə texnikasıdır. Bu texnika dəqiq kölgələr, əkslər və qırılmalarla son dərəcə real təsvirlər yarada bilər, lakin hesablama baxımından bahalıdır və onu real vaxt tətbiqləri üçün daha az uyğun edir. Bununla belə, aparat və proqram təminatı sahəsindəki son irəliləyişlər bəzi video oyunlarda və proqramlarda məhdud real vaxtda şüa izləməyə imkan verdi.

5.3 Ray tökmə: Ray tökmə şüaların kameradan səhnəyə töküldüyü və onların kəsişdiyi ilk obyektin müvafiq pikselin rəngini təyin etdiyi şüa izləmənin daha sadə formasıdır. Tam şüa izləmə ilə müqayisədə daha az dəqiq və real olsa da, şüa tökmə hələ də inandırıcı nəticələr verə bilər və daha az hesablama tələb edir.

5.4 Path Tracing: Path Tracing Monte Carlo şüa izləmə texnikasının bir növüdür və səhnə ətrafında sıçrayan işıq şüalarının yollarını simulyasiya edərək qlobal işıqlandırma, dolaylı işıqlandırma və digər mürəkkəb işıq qarşılıqlı təsirlərini dəqiqliklə çəkir. Yol izləmə kifayət qədər real təsvirlər yarada bilsə də, hesablama baxımından intensivdir və səs-küyə meyllidir, bu da təmiz görüntü yaratmaq üçün hər pikselə çoxlu sayda nümunə tələb edir.

5.5 Radiosity: Radiosity, səhnədəki səthlər arasında işığın diffuz əksini hesablayan qlobal işıqlandırma texnikasıdır. Bu texnika bütün səhnəni bir-biri ilə əlaqəli hissələrin toplusu kimi nəzərdən keçirir və hər bir hissə tərəfindən buraxılan və qəbul edilən işığın miqdarını hesablayır, nəticədə yumşaq, real kölgəlik əldə edilir. Radiosity əsasən səpələnmiş materialdan ibarət səhnələr üçün ən uyğundur və statik

səhnələr üçün əvvəlcədən hesablanmışdır, bu da iş vaxtının hesablamaya xərclərini azaldır.

**5.6 Bidirectional Path Tracking (BDPT):** BDPT həm kameradan, həm də işıq mənbələrindən işıq yollarını eyni vaxtda izləməklə həm irəli, həm də əks yol izləməni birləşdirən qabaqcıl emal texnikasıdır. Bu yanaşma mürəkkəb işıq qarşılıqlı təsirlərini daha səmərəli şəkildə çəkməyə və xüsusilə kiçik, parlaq işıq mənbələri və ya çətin işıqlandırma şəraiti olan səhnələri göstərmək üçün faydalıdır.

**5.7 Foton Xəritələşdirmə:** Foton xəritələşdirilməsi şüa izləmə və radiosite xüsusiyyətlərini birləşdirən iki keçidli emal üsuludur. Birinci keçiddə fotonlar işıq mənbələrindən yayılır və səhnə ilə qarşılıqlı əlaqədə olduqdan sonra foton xəritəsində saxlanılır. İkinci keçiddə foton xəritəsi səhnənin hər bir nöqtəsində dolaylı işıqlandırmanı qiymətləndirmək üçün istifadə olunur, birbaşa işıqlandırma isə ənənəvi şüa izləmə üsulları ilə hesablanır. Bu texnika təmiz şüa izləmə və ya yol izləmə yanaşmalarından daha səmərəli olmaqla real qlobal işıqlandırma yarada bilər.

### Animasiya Texnikaları

**6.1 Əsas kadrların göstərilməsi:** Əsas kadrların göstərilməsi animatorun obyektin və ya simvolun başlanğıc və son mövqələrini (və ya əsas kadrlarını) müəyyən etdiyi və kompüterə interframları hesablamağa imkan verdiyi əsas animasiya texnikasıdır. Bu texnika adətən 3D səhnələrdə personajları, kameraları və obyektləri canlandırmaq üçün istifadə olunur. Əsas kadrlar arasında hamar keçidlər yaratmaq üçün xətti, spline əsaslı və ya quaternion əsaslı kimi interpolasiya üsullarından istifadə edilir.

**6.2 Motion Capture:** Motion Capture real aktyorların və ya obyektlərin hərəkətini qeyd edən və hərəkət məlumatlarını 3D modellərə xəritələyən texnikadır. Bu texnika xüsusilə insan personajları və ya heyvanlar üçün daha real və mürəkkəb animasiyalar yaratmağa imkan verir. Hərəkətin tutulması optik, maqnit və ya ətalət sistemləri kimi müxtəlif üsullardan istifadə etməklə əldə edilə bilər, onların hər birinin öz güclü tərəfləri və məhdudiyyətləri var.

**6.3 Prosedur animasiyası:** Prosedur animasiyası avtomatik olaraq hərəkət yaratmaq üçün

alqoritmlərdən, qaydalardan və ya riyazi funksiyalardan istifadə etməyi nəzərdə tutur. Bu texnika tez-tez sürü davranışı, hissəcik sistemləri və ya külək və su kimi təbii hadisələr kimi ikinci dərəcəli və ya təkrarlanan hərəkətləri simulyasiya etmək üçün istifadə olunur. Prosedur animasiyası daha mürəkkəb və dinamik səhnələr yaratmaq üçün açar kadrlar və ya hərəkətin çəkilişi kimi digər üsullarla birləşdirilə bilər.

**6.4 Tərs Kinematika (İK):** Tərs kinematika, son effektorun (məsələn, əl və ya ayaq) istədiyiniz mövqeyinə əsaslanaraq, simvolların qolları və ayaqları kimi oynaq strukturlarının birgə bucaqlarını hesablamaq üçün istifadə olunan bir texnikadır. İK xüsusilə xarakterin ətraf mühit və ya obyektlərlə qarşılıqlı əlaqəsi kimi vəzifələr üçün faydalıdır, çünki o, animatorun hər bir birləşməni əl ilə tənzimləməkdənsə, diqqətini son məqsədə yönəltməsinə imkan verməklə animasiya prosesini asanlaşdırır.

### Kompüter Qrafikası və Modelləşdirmə Tətbiqləri

#### 7.1 Əyləncə Sənayesi

Kino və oyun sənayesi heyrətamiz vizual effektlər və immersiv təcrübələr yaratmaq üçün böyük ölçüdə kompüter qrafikasına güvənir. Pixar-ın cizgi filmlərindən tutmuş fotorealistik AAA oyunlarına qədər kompüter qrafikası hekayə və nişanlanma üçün vacib alətə çevrilib.

#### 7.2 Sənaye Dizaynı və Mühəndisliyi

CAD proqramı və 3D modelləşdirmə memarlıq, avtomobil dizaynı və aerokosmik mühəndislikdə inqilab etdi. Onlar dizaynerlərə dəqiq modellər yaratmağa, mürəkkəb sistemləri vizuallaşdırmağa və müxtəlif şərtlər altında onların performansını simulyasiya etməyə imkan verir.

#### 7.3 Elmi vizuallaşdırma

Tibb, geologiya və meteorologiya kimi sahələrdə tədqiqatçılar mürəkkəb məlumatları vizuallaşdırmaq və təhlil etmək üçün kompüter qrafikasıdan istifadə edirlər. Məsələn, tibb mütəxəssisləri insan bədənini öyrənmək üçün 3D modellərdən istifadə edə, meteoroloqlar isə daha yaxşı başa düşmək və proqnozlaşdırmaq üçün hava modellərini simulyasiya edə bilərlər.

#### Kompüter qrafikasının gələcəyi

Kompüter qrafikası və 3D modelləşdirmənin gələcəyi perspektivli və maraqlı inkişaflarla do-



ludur. Texnologiya inkişaf etməyə davam etdikcə biz kompüter qrafikası və 3D modelləşdirmə alətlərinin keyfiyyətində, sürətində və imkanlarında əhəmiyyətli irəliləyişlər gözləyə bilərik. Bu sahənin gələcəyini formalaşdıracaq bəzi tendensiyalar və perspektivlər bunlardır:

8.1 Real vaxtda şüa izləmə: Şüa izləmə kompüter tərəfindən yaradılan şəkillərdə daha real işıqlandırma, kölgələr və əks etdirmə təmin edən render texnikasıdır. Real vaxt rejimində şüa izləmə üçün xüsusi avadanlıq dəstəyi ilə GPU-ların tətbiqi ilə biz bu texnologiyanın video oyunlar, virtual reallıq (VR) və genişlənmiş reallıq (AR) kimi müxtəlif tətbiqlərdə daha geniş tətbiqini gözləyə bilərik.

8.2 Süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsi: Süni intellektin və maşın öyrənmənin kompüter qrafikası və 3D modelləşdirmə alətlərinə inteqrasiyası daha ağıllı və səmərəli iş axınına imkan verəcək. Süni intellekt göstərmə, üslub ötürmə, animasiya və prosedural modelləşdirmə kimi tapşırıqlarda köməklik göstərə bilər ki, bu da daha sürətli və daha real nəticələrə gətirib çıxarır.

8.3 Virtual və genişlənmiş reallıq: VR və AR texnologiyaları kompüter qrafikası və 3D modelləri ilə qarşılıqlı əlaqəmizi dəyişdirir. Bu texnologiyalar daha geniş yayıldıqca, oyun və əyləncədən tutmuş memarlıq və sənaye dizaynına qədər immersiv və interaktiv təcrübələr yaratmaq üçün yeni alətlər və texnikalar gözləyə bilərik.

8.4 Bulud əsaslı emal və əməkdaşlıq: Bulud əsaslı xidmətlər paylanmış hesablamanın gücündən istifadə etməklə emal proseslərini əhəmiyyətli dərəcədə sürətləndirmək potensialına malikdir. Bu, rəssamlara və dizaynerlərə daha sürətli dönüş müddəti ilə daha mürəkkəb layihələr üzərində işləməyə imkan verəcək. Bundan əlavə, bulud əsaslı əməkdaşlıq alətləri daha geniş yayılacaq və komandalara real vaxt rejimində dünyanın istənilən yerindən layihələr üzərində əməkdaşlıq etməyə imkan verəcək.

8.5 Haptik əks əlaqə və 3D qarşılıqlı əlaqə: VR əlcəkləri və stiluslar kimi haptik əks əlaqə və 3D qarşılıqlı əlaqə cihazlarında irəliləyişlər rəssamlar və dizaynerlər üçün 3D modellər və kompüter qrafikası ilə qarşılıqlı əlaqədə olmaq üçün daha intuitiv və immersiv yollar təmin edəcək. Bu, yaradıcı ifadə üçün yeni imkanlara,

eləcə də daha təbii və səmərəli iş axınına səbəb ola bilər.

8.6 Generativ və prosedural modelləşdirmə: Generativ və prosedural modelləşdirmə üsulları alqoritm və qaydalardan istifadə edərək mürəkkəb 3D modelləri və mühitləri yaratmağa imkan verir. Bu üsullar inkişaf etməyə davam etdikcə, biz video oyunlar, filmlər və memarlıq vizuallaşdırması kimi müxtəlif tətbiqlərdə daha mürəkkəb və real prosedural məzmunu gözləyə bilərik.

8.7 3D çap və istehsal: 3D çap texnologiyasının artan əlçatanlığı və imkanları kompüter qrafikası və 3D modelləşdirməyə təsir etməyə davam edəcək. Rəssamlar və dizaynerlər məhsul dizaynı, səhiyyə və aerokosmik sənayə daxil olmaqla, müxtəlif sənayələr üçün fiziki obyektlər yaratmaq üçün 3D modellərdən istifadə edə bilirlər. 3D çap texnologiyası inkişaf etdikcə biz rəqəmsal modellər və fiziki istehsal arasında daha da qüsursuz inteqrasiya gözləyə bilərik.

### **Nəticə**

Kompüter qrafikası və modelləşdirmə yarandığı gündən bəri uzun bir yol keçərək, virtual aləmdə mümkün olanların sərhədlərini daim itələyir. Texnologiya irəliləməyə davam etdikcə, biz gələcəkdə real və rəqəmsal dünyalar arasındakı xətti daha da qarışdıracaq daha mürəkkəb və cəlbedici tətbiqlər gözləyə bilərik. İndi kompüter qrafikası müxtəlif sahələrdə istifadə olunur; sənaye, təhsil, tibbi və əyləncə məqsədləri üçün. Kompüter qrafikasının məqsədi real obyektləri və xəyali və ya digər mücərrəd əşyaları vizuallaşdırmaqdır

### **ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:**

1. Parent, R. Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers.2006.560 p.
2. Lengyel, E. Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics. Charles River Media.2003.566 p.
3. Zorana J., Branislav P., Misa S. Usage of 3D Computer Modelling in Learning Engineering Graphics,IntechOpen,2016,184 p.
4. Owens, J. D., Luebke, D., Govindaraju, N., Harris, M., Krüger, J., Lefohn, A. E., & Purcell, T. J. (2007).131 p.
5. Hwang, W., & Sheaffer, J. W.. GPU

Computing Gems Jade Edition. Morgan Kaufmann Publishers. (2011) 541 p.

**Гошгар Сейфулла АЛИЕВ**

**Ниязи Фаиг НАМАЗОВ**  
Западно-Каспийский университет

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

### **Резюме**

В этой статье представлен обзор области компьютерной графики и моделирования, исследуется ее эволюция, методы и приложения в различных отраслях. В статье описывается прогресс, достигнутый в этой области, от ранних разработок в области 2D-графики до появления 3D-графики и рендеринга в реальном времени. Обсуждаются ключевые методы моделирования, рендеринга и анимации, подчеркивая влияние компьютерной графики на индустрию развлечений, промышленный дизайн, проектирование и научную визуализацию. Статья призвана дать всестороннее представление о компьютерной графике и моделировании, подчеркнув при этом их растущую важность в эпоху цифровых технологий.

**Ключевые слова:** компьютерная графика, 3D-моделирование, методы рендеринга, анимация и моделирование, эволюция графики.

**Qoshqar Seyfulla ALIYEV**

**Niyazi Faig NAMAZOV**  
Western Caspian University

## **ORGANIZATION AND ANALYSIS OF THREE-DIMENSIONAL MODELING IN COMPUTER GRAPHICS**

### **Abstract**

This article provides an overview of the field of computer graphics and modeling, exploring its evolution, techniques, and applications across various industries. From the early developments in 2D graphics to the emergence of 3D graphics and real-time rendering, the article outlines the progress made in this domain. Key techniques in modeling, rendering, and animation are discussed, highlighting the impact of computer graphics on the entertainment industry, industrial design, engineering, and scientific visualization. The article aims to provide a comprehensive understanding of computer graphics and modeling, while emphasizing their growing importance in the digital era.

**Keywords:** computer graphics, 3D modeling, rendering techniques, animation and simulation, evolution of graphics.

**Daxil olub:** 18.04.2023