Mochammad Qaynan Mahdaviqya
24060122140170

ESSAI LIGHTNING DAN SHADOW

1. Lighting

What?

Lighting (pencahayaan) dalam konteks grafika komputer mengacu pada proses mensimulasikan efek cahaya pada objek virtual untuk menciptakan tampilan yang lebih realistis. Ini mencakup berbagai fenomena cahaya seperti pemantulan, penyerapan, dan pembiasan yang terjadi ketika cahaya bertemu dengan permukaan objek. Melalui teknik-teknik pencahayaan, kita dapat menciptakan ilusi kedalaman, tekstur, dan dimensi dalam dunia virtual.

Why?

Implementasi pencahayaan dalam grafika komputer penting karena:

1. **Realisme**: Pencahayaan memberikan kesan realisme pada objek virtual, membuatnya terlihat lebih nyata dan menarik bagi pengguna.
2. **Kedalaman dan Dimensi**: Cahaya memungkinkan penciptaan kedalaman dan dimensi dalam ruang virtual, sehingga objek terlihat lebih hidup dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.
3. **Atmosfer dan Mood**: Pencahayaan dapat digunakan untuk menciptakan atmosfer dan mood tertentu dalam sebuah adegan, seperti suasana malam yang gelap atau suasana siang yang cerah.
4. **Visualisasi Data**: Dalam aplikasi visualisasi data, pencahayaan membantu menyoroti informasi penting dan membuat visualisasi lebih mudah dipahami.
5. **Estetika**: Pencahayaan juga memainkan peran penting dalam estetika sebuah karya grafis, membantu menentukan nuansa warna dan komposisi keseluruhan.

Mochammad Qaynan Mahdaviqya
24060122140170

How?

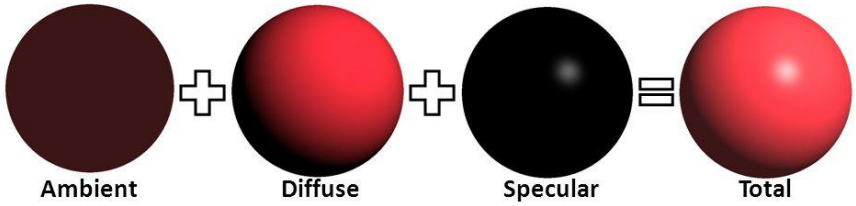
Ada beberapa cara untuk mengimplementasikan pencahayaan dalam grafika komputer, antara lain:

1. **Diffuse Lighting**: Pencahayaan difus adalah jenis pencahayaan yang disebabkan oleh cahaya yang tersebar secara merata di semua arah setelah memantul dari permukaan kasar atau tidak rata. Ini adalah jenis pencahayaan yang paling umum ditemui dalam grafika komputer. Untuk mengimplementasikannya, Anda perlu memperhitungkan sudut antara vektor normal permukaan dan arah cahaya yang datang. Intensitas cahaya pada titik tertentu di permukaan akan bergantung pada sudut antara vektor normal dan vektor arah cahaya. Semakin besar sudutnya, semakin kecil intensitas cahayanya.
2. **Specular Lighting**: Pencahayaan spekular adalah jenis pencahayaan yang disebabkan oleh cahaya yang dipantulkan secara teratur dari permukaan yang sangat halus atau mulus. Ini menciptakan efek kilau atau highlight pada permukaan objek. Untuk mengimplementasikannya, Anda perlu memperhitungkan sudut antara arah pandangan kamera (atau mata) dan arah cahaya yang dipantulkan. Efek spekular ini biasanya memiliki intensitas yang tinggi dan terkonsentrasi di sekitar titik di mana sinar cahaya memantul secara langsung ke arah mata.
3. **Ambient Lighting**: Pencahayaan ambien adalah jenis pencahayaan yang merujuk pada cahaya yang tersebar secara merata di sekitar lingkungan, tanpa sumber cahaya yang jelas. Ini adalah cahaya yang dipantulkan atau tersebar dari berbagai permukaan di lingkungan. Dalam implementasinya, Anda biasanya menetapkan nilai ambien yang konstan untuk memberikan efek pencahayaan minimal pada objek, terlepas dari sumber cahaya utama. Pencahayaan ambien digunakan untuk mewakili cahaya yang tersebar di sekitar objek karena pemantulan dan pembiasan cahaya dari berbagai permukaan.

Mochammad Qaynan Mahdaviqya
24060122140170

OpenGL Material

- OpenGL separates surface reflection into three components:



- Therefore, you should define three material properties. Each of them contributes to a reflection component:
  - Ambient
  - Diffuse
  - Specular

4. **Pencahayaan Terarah (Directional Lighting)**: Menggunakan sumber cahaya yang memiliki arah tertentu, seperti sinar matahari, untuk memberikan iluminasi pada objek.
5. **Pencahayaan Titik (Point Lighting)**: Mensimulasikan sumber cahaya yang tersebar dari titik tertentu dalam ruang, seperti lampu pijar, yang menghasilkan bayangan dan highlight pada objek.
6. **Pencahayaan Area (Area Lighting)**: Menggunakan sumber cahaya yang memiliki area tertentu, seperti layar, untuk menciptakan efek pencahayaan yang lebih halus dan alami.
7. **Pencahayaan Global (Global Illumination)**: Memperhitungkan interaksi cahaya yang kompleks antara objek di dalam suatu adegan, termasuk pemantulan dan pembiasan cahaya dari berbagai permukaan.

Implementasi (Diffuse , Specular dan Ambient)

1. **Vertex Shader**

```
#version 330 core

// Input vertex data, different for all executions of this shader.
layout(location = 0) in vec3 vertexPosition_modelspace;
layout(location = 1) in vec2 vertexUV;
```

```
layout(location = 2) in vec3 vertexNormal_modelspace;

// Output data ; will be interpolated for each fragment.
out vec2 UV;
out vec3 Position_worldspace;
out vec3 Normal_cameraspace;
out vec3 EyeDirection_cameraspace;

// Values that stay constant for the whole mesh.
uniform mat4 MVP;
uniform mat4 V;
uniform mat4 M;

void main(){

	// Output position of the vertex, in clip space : MVP * position
	gl_Position =  MVP * vec4(vertexPosition_modelspace,1);

	// Position of the vertex, in worldspace : M * position
	Position_worldspace = (M * vec4(vertexPosition_modelspace,1)).xyz;

	// Vector that goes from the vertex to the camera, in camera space.
	// In camera space, the camera is at the origin (0,0,0).
	vec3 vertexPosition_cameraspace = ( V * M * vec4(vertexPosition_modelspace,1)).xyz;
	EyeDirection_cameraspace = vec3(0,0,0) - vertexPosition_cameraspace;

	// Normal of the the vertex, in camera space
	Normal_cameraspace = ( V * M * vec4(vertexNormal_modelspace,0)).xyz; // Only correct if ModelMatrix does not scale the model ! Use its inverse transpose if not.

	// UV of the vertex. No special space for this one.
```

```
      UV = vertexUV;
}
```

2. Fragment Shader

```
#version 330 core

// Interpolated values from the vertex shaders
in vec2 UV;
in vec3 Position_worldspace;
in vec3 Normal_cameraspace;
in vec3 EyeDirection_cameraspace;
in vec3 LightDirection_cameraspace;

// Output data
out vec3 color;

// Values that stay constant for the whole mesh.
uniform sampler2D textureSampler;
uniform mat4 MV;
uniform vec3 LightPosition_worldspace;

void main(){

    // Light emission properties
    // You probably want to put them as uniforms
    vec3 LightColor = vec3(1,1,1);
    float LightPower = 100.0f;

    // Material properties
    vec3 MaterialDiffuseColor = texture( textureSampler, UV ).rgb;
         vec3    MaterialAmbientColor    =    vec3(0.1,0.1,0.1)    *
MaterialDiffuseColor;
    // vec3 MaterialAmbientColor =  MaterialDiffuseColor;
    vec3 MaterialSpecularColor = vec3(0.3,0.3,0.3);

    // Distance to the light
```

```
        float distance = length( LightPosition_worldspace -
Position_worldspace );

    // Normal of the computed fragment, in camera space
    vec3 n = normalize( Normal_cameraspace );

    // Direction of the light (from the fragment to the light)
    vec3 l = normalize( LightDirection_cameraspace );
     // Cosine of the angle between the normal and the light
direction,
    // clamped above 0
    //  - light is at the vertical of the triangle -> 1
    //  - light is perpendicular to the triangle -> 0
    //  - light is behind the triangle -> 0
    float cosTheta = clamp( dot( n,l ), 0,1 );

    // Eye vector (towards the camera)
    vec3 E = normalize(EyeDirection_cameraspace);

    // Direction in which the triangle reflects the light
    vec3 R = reflect(-l,n);

    // Cosine of the angle between the Eye vector and the Reflect
vector,
    // clamped to 0
    //  - Looking into the reflection -> 1
    //  - Looking elsewhere -> < 1
    float cosAlpha = clamp( dot( E,R ), 0,1 );

    color =
        // Ambient : simulates indirect lighting
        MaterialAmbientColor +
        // Diffuse : "color" of the object
        MaterialDiffuseColor * LightColor * LightPower * cosTheta /
(distance*distance) + //; // +
        // Specular : reflective highlight, like a mirror
```

```
            MaterialSpecularColor * LightColor * LightPower *
pow(cosAlpha,5) / (distance*distance);


}
```

Mochammad Qaynan Mahdaviqya
24060122140170

2. Shadow

What?

Bayangan (shadow) dalam grafika komputer adalah efek visual yang dihasilkan ketika cahaya terhalang oleh suatu objek, menciptakan area gelap di belakang objek tersebut. Dalam dunia nyata, bayangan memberikan informasi tentang kedalaman dan posisi relatif objek dalam ruang. Dalam konteks grafika komputer, pembuatan bayangan membutuhkan pemodelan interaksi kompleks antara cahaya, objek, dan pencahayaan untuk menciptakan ilusi realisme.

Why?

Implementasi bayangan penting karena:

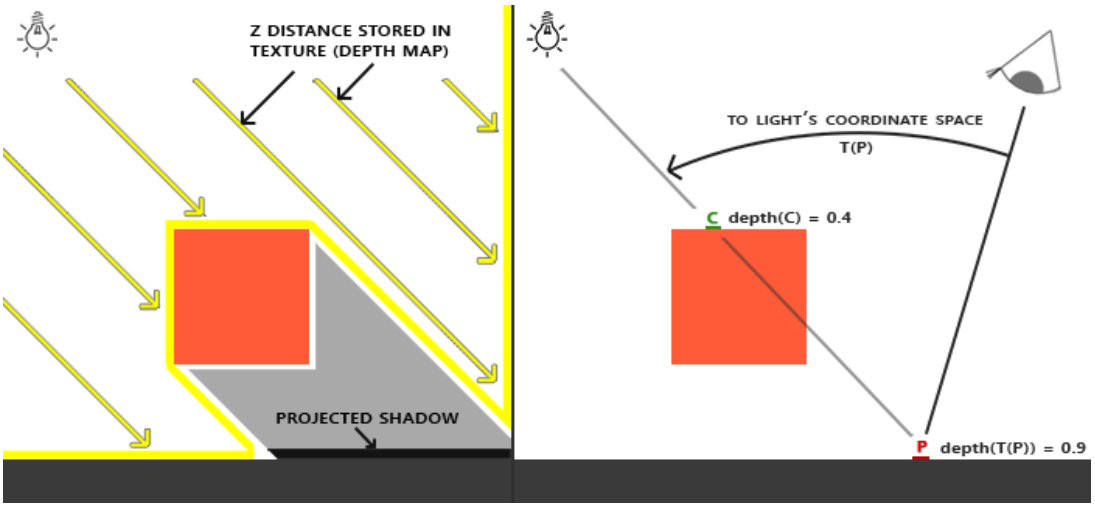
1. **Realisme**: Bayangan meningkatkan realisme visual dalam simulasi grafis dengan menciptakan ilusi kedalaman dan dimensi dalam sebuah adegan.
2. **Kedalaman**: Bayangan membantu memperjelas posisi relatif objek dalam ruang, membantu pemirsa memahami struktur dan jarak antar objek.
3. **Estetika**: Efek bayangan dapat digunakan untuk menciptakan komposisi visual yang menarik dan menambahkan nuansa dramatis atau artistik pada karya grafis.
4. **Informasi Spatial**: Bayangan memberikan informasi penting tentang bentuk dan posisi objek, memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan yang lebih tepat dalam aplikasi seperti simulasi, permainan, dan desain.

How?

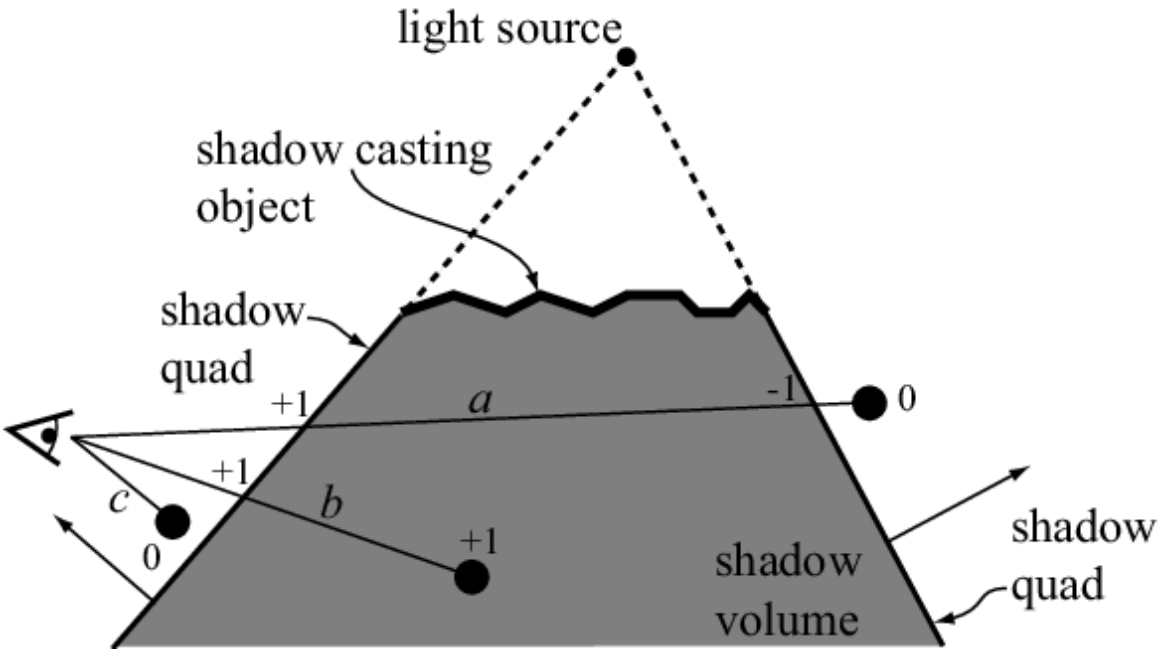
Terdapat beberapa teknik untuk mengimplementasikan bayangan dalam grafika komputer, di antaranya:

1. **Shadow Mapping**: Teknik yang paling umum digunakan untuk membuat bayangan dalam permainan video dan aplikasi 3D. Ini melibatkan membuat peta kedalaman (depth map) dari perspektif sumber cahaya, dan kemudian membandingkan posisi titik pandang pengamat dengan peta kedalaman untuk menentukan apakah suatu titik terkena bayangan atau tidak.

Mochammad Qaynan Mahdaviqya
24060122140170



2. **Shadow Volumes**: Teknik ini menggunakan informasi geometris untuk menciptakan volume bayangan di sekitar objek yang memancarkan bayangan. Ini melibatkan pemotongan objek yang menerima bayangan dengan volume bayangan yang dihasilkan oleh sumber cahaya, menciptakan ilusi bayangan di permukaan objek tersebut.



3. **Ray Tracing**: Metode ini menghasilkan bayangan dengan melacak jalur sinar cahaya dari sumber cahaya ke objek, dan kemudian menentukan apakah jalur sinar tersebut terhalangi oleh objek lain di sepanjang jalurnya. Meskipun ray tracing menghasilkan hasil yang sangat realistis, ini seringkali membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama daripada teknik lainnya.