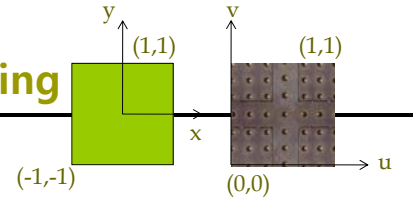
Blending

514780
2017년 가을학기
11/23/2017
단국대학교 박경신

Single-Pass Multitexturing




```
void SetMultitexturSquareData() { // 중간생략..
glGenBuffers(4, &vbo[0]);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vbo[0]);
glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, 4*sizeof(glm::vec3), &quadVertices[0], GL_STATIC_DRAW);
glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
glEnableVertexAttribArray(0);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vbo[1]);
glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, 4*sizeof(glm::vec3), &quadNormals[0], GL_STATIC_DRAW);
glVertexAttribPointer(1, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
glEnableVertexAttribArray(1);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vbo[2]);
glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, 4*sizeof(glm::vec2), &quadTextureCoords[0], GL_STATIC_DRAW
glVertexAttribPointer(2, 2, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
glEnableVertexAttribArray(2);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vbo[3]);
glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, 4*sizeof(glm::vec2), &quadTextureCoords[0], GL_STATIC_DRAW
glVertexAttribPointer(3, 2, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
glEnableVertexAttribArray(3);
}
```

Single-Pass Multitexturing

- Bind and enable two 2D multitextures to draw a quad

```
// stage 0 activate
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture0);
// stage 1 activate
glActiveTexture(GL_TEXTURE1);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture1);
// draw multitexture square
drawSquare();
// texture disabled
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);
```

Single-Pass Multitexturing

- GLSL fragment shader

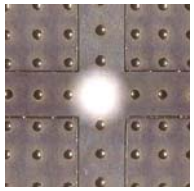
```
uniform sampler2D gTextureSampler1, gTextureSampler2;
uniform int gModulate;

// Material properties
if (gModulate == 1)
    MaterialDiffuseColor = texture2D(gTextureSampler1, TexCoordPass0).rgba *
    texture2D(gTextureSampler2, TexCoordPass1).rgba;
else
    MaterialDiffuseColor = texture2D(gTextureSampler1, TexCoordPass0).rgba +
    texture2D(gTextureSampler2, TexCoordPass1).rgba;
vec4 MaterialAmbientColor = gMaterialAmbientColor * MaterialDiffuseColor;
vec4 MaterialSpecularColor = gMaterialSpecularColor;
```

Multipass Multitexturing

- 같은 물체를 다른 모드를 사용하여 여러 번 렌더링하는 것
  - 예를 들어, 라이트맵(lightmap) 효과를 위해 물체를 정상적으로 그리고 난 후 블렌딩 함수를 사용하여 같은 물체를 다시 한번 그려줌

```
// first pass – 일반 텍스쳐를 사용하여 정상적으로 그림
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureID1);
drawSquare();
// second pass – 라이트맵 텍스쳐와 원래 텍스쳐를 블랜딩함
glDepthFunc(GL_LEQUAL); // accept co-planar fragments
glEnable(GL_BLEND);
glBlendFunc(GL_ONE, GL_ONE); // Add Blending
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureID2);
drawSquare();
glDepthFunc(GL_LESS);
glDisable(GL_BLEND);
```



Alpha Channel

- Alpha Channel Model
  - Porter & Duff's "Compositing Digital Images", SIGGRAPH'84
- RGBA – alpha는 4번째 색으로 불투명도(opacity of color) 조절에 사용함
  - 불투명도 (opacity)는 얼마나 많은 빛이 면을 관통하는가의 척도임
  - 투명도 (transparency)는 1 – alpha로 주어짐
  - Alpha=1.0 – 완전히 불투명
  - Alpha=0.5 - 반투명
  - Alpha=0.0 – 완전히 투명

Blending

- 프레임 버퍼의 색과 물체의 색을 합성함
- 일반적인 블렌딩 공식

  $R = SourceFactor * R_s + DestinationFactor * R_d$

  $G = SourceFactor * G_s + DestinationFactor * G_d$

  $B = SourceFactor * B_s + DestinationFactor * B_d$
  - Source color (R_s, G_s, B_s)는 물체의 색
  - Destination color (R_d, G_d, B_d)는 프레임버퍼에 있는 색
  - SourceFactor, DestinationFactor는 glBlendFunc() 함수로 지정함
- glBlendFunc()함수에서 쓰이는 블렌딩 공식
  - 알파 블렌딩의 경우

  glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA);

  GLSL 알파 블렌딩

  Gvec4 result = vec4(gl_FragColor.a) * gl_FragColor + vec4(1.0 - gl_FragColor.a) * pixel_color;

Blending

- 알파 블렌딩 – 물체의 색을 투명하게 나타나게 함

  Alpha blending = $A_s * C_s + (1 - A_s) * C_d$

```
// alpha blending - alpha에 의해 그리고자 하는 물체의 투명도 결정
glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA);
```

  - $R = A_s * R_s + (1 - A_s) * R_d$
  - $G = A_s * G_s + (1 - A_s) * G_d$
  - $B = A_s * B_s + (1 - A_s) * B_d$
  - $A = A_s * A_s + (1 - A_s) * A_d$

// 즉, 소스 alpha = 0.3
  - $R = 0.3 * R_s + 0.7 * R_d$
  - $G = 0.3 * G_s + 0.7 * G_d$
  - $B = 0.3 * B_s + 0.7 * B_d$
  - $A = 0.3 * A_s + 0.7 * A_d$

대상 색상 값 C_d = vec4(0.5, 1, 1, 1)
소스 색상 값 C_s = vec4(1, 0, 1, 0.3)

R = 0.3*1 + 0.7*0.5 = 0.65
G = 0.3*0 + 0.7*1 = 0.7
B = 0.3*1 + 0.7*1 = 1
A = 0.3*0.3 + 0.7*1 = 0.79

Blending Functions

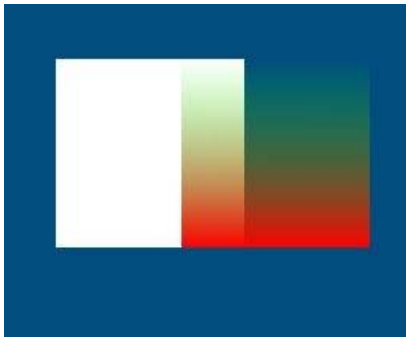
Factor name	Computed Factor
GL_ZERO	vec4(0.0)
GL_ONE	vec4(1.0)
GL_SRC_ALPHA	vec4(gl_FragColor.a)
GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA	vec4(1.0 – gl_FragColor.a)
GL_DST_ALPHA	pixel_color.a
GL_ONE_MINUS_DST_ALPHA	vec4(1.0 – pixel_color.a)
GL_CONSTANT_ALPHA	vec4(color.a)
GL_ONE_MINUS_CONSTANT_ALPHA	vec4(1.0 – color.a)
GL_SRC_COLOR	gl_FragColor
GL_ONE_MINUS_SRC_COLOR	vec4(1.0) - gl_FragColor
GL_DST_COLOR	pixel_color
GL_ONE_MINUS_DST_COLOR	vec4(1.0) - pixel_color
GL_CONSTANT_COLOR	color
GL_ONE_MINUS_CONSTANT_COLOR	vec4(1.0) – color

OpenGL Blending

- 블렌딩 활성화
  - glEnable(GL_BLEND)
- 블렌딩 함수 정의
  - glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA)
- [0, 1]영역의 알파값 추가
  - RGBA vec4(1, 0, 0, 0.5) // transparency 50% red
- 혹은 알파가 있는 RGBA 텍스쳐 이미지를 사용함

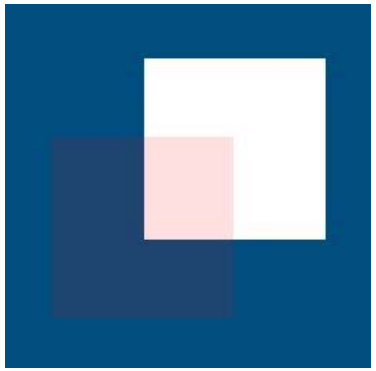
Smooth-shaded Alpha

- R,G,B 색들과 마찬가지로 응용프로그램에서 각각의 픽셀에 대한 Alpha 값을 제어 할 수 있음
  - 만약 알파값이 각 정점에 다르게 지정되어 있으면, 알파값도 보간되어 나타남 – 그래서 부드러운 면 (soft edge)을 형성할 수 있음



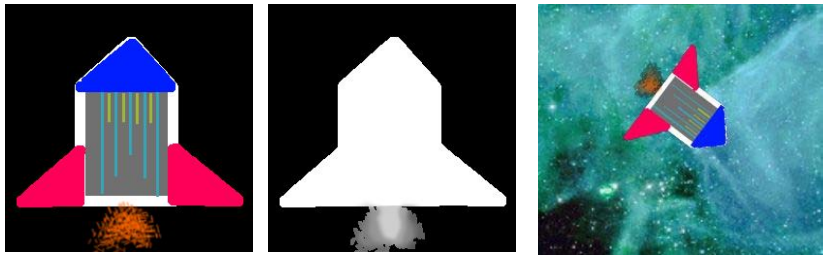
Time-Varying Alpha

- 시간의 경과에 따라 알파값을 변하게 주어 fade-in 또는 fade-out 효과를 줄 수 있음



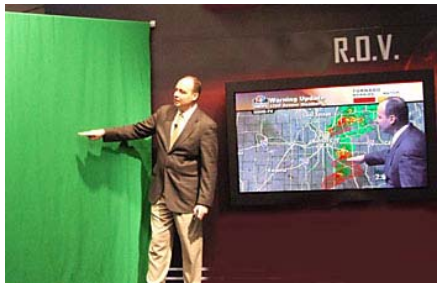
Texture Alpha

- RGBA 4채널 텍스쳐 이미지를 사용하여 보다 복잡한 형체를 간단한 기하객체를 사용하여 구성할 수 있음



Chroma Keying

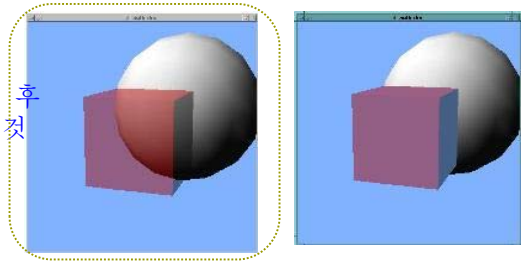
- 영화나 비디오 프로덕션에서 많이 사용
- 크로마키잉의 단적인 예로, 기상 캐스터의 TV 날씨 방송에서 실시간 액터 (live actor)의 이미지와 그래픽적인 날씨 정보의 합성을 들 수 있음
- 배경색을 찾아서 그 값을 알파값으로 지정하여 사용함



Blending & Drawing Order

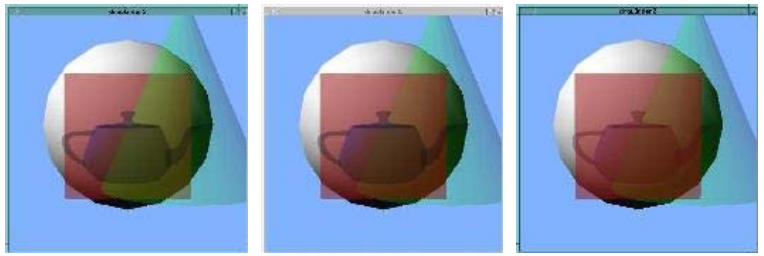
- 블렌딩은 현재 그리고자 하는 물체와 이전에 그려진 물체의 그림 그리는 순서(drawing order)가 중요함
  - 블렌딩 함수의 source color(현재 그리고자 하는 물체의 색)와 destination color (이미 그려진 프레임버퍼의 색)로 작용함
- 만약 투명한 물체와 불투명한 물체를 같이 그리고자 한다면, 불투명부터 먼저 그린 후에 투명한 것을 그릴 것
  - Depth-buffering이 블렌딩 전에 실행되도록 함

구를 먼저 그린 후 입방체를 그릴 것



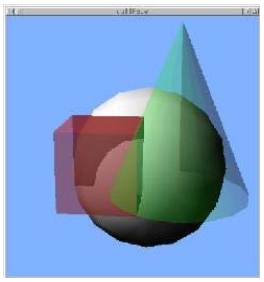
Blending & Drawing Order

- 만약 여러 개의 투명한 물체를 같이 그리고자 한다면, 전향 순서 (back-to-front order)로 그릴 것
  - 이 순서는 카메라의 위치에 의해서 달라질 수 있음
- 여러 개의 투명한 물체를 같이 그릴 때, 서로를 가리는 현상 (occlusion)을 막기 위해서 depth mask를 비활성화함
  - glDepthMask(GL_FALSE)를 통하여 깊이버퍼를 read-only로 만듬

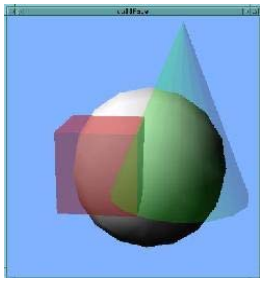


Backface Culling

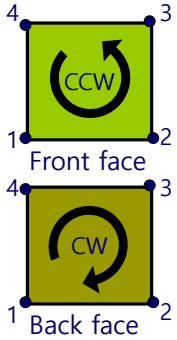
- 투명한 물체를 그릴 때는 후면 추리기 (backface culling)를 활성화할 것
  - 투명한 물체는 일반적으로 후면이 보이게 됨
  - glEnable(GL_CULL_FACE)는 물체의 후면 (backface)를 그리는 것을 막아줌



glDisable(GL_CULL_FACE)



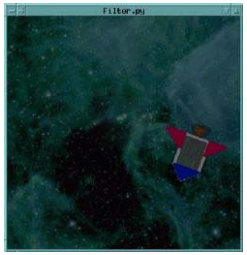
glEnable(GL_CULL_FACE)



Filtering

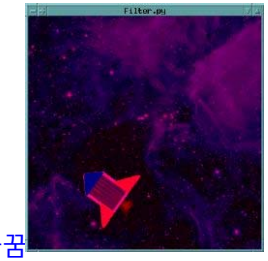
- 블렌딩은 전체 장면의 색을 필터링하는 효과에 사용될 수 있음
  - 전체 화면의 크기를 가진 사각형을 그리고 블렌딩 함수를 적용함

```
// 전체 장면을 어둡게 함
glBlendFunc(GL_ZERO, GL_SRC_ALPHA)
```

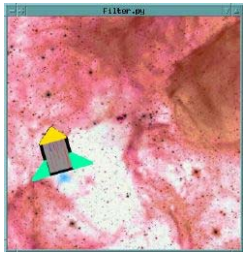


Filtering

```
// 전체 장면에 원하는 색 (즉, 보라색)으로 만듬
glBlendFunc(GL_ZERO, GL_SRC_COLOR);
glColor4f(1.0, 0.0, 0.5, 1.0);
```



```
// 전체 장면의 색을 보색(inverted color)으로 바꿈
glBlendFunc(GL_ONE_MINUS_DST_COLOR, GL_ZERO);
glColor4f(1.0, 1.0, 1.0, 1.0)
```

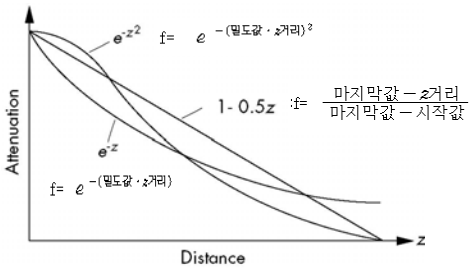


Fog

- 연무 효과 (fog effect)
  - 깊이에 의존적인 색으로 블렌딩함으로써 물체와 관측자 사이의 부분적인 반투명 공간의 느낌을 생성함
  - Fog를 컴퓨터 그래픽스에서 구현하려면 관측점에서 멀리있는 물체를 작고 희미하게 보이도록 표현함
  - OpenGL에서 Fog를 지원하는데, 연무 효과를 적용하는 시점은 좌표변화, 광원 설정, 텍스쳐 매핑 등의 그리기 과정에서 제일 마지막에 수행함

Fog

- 연무 블렌딩 함수
  finalColor = FogFactor * fragmentColor + (1 – FogFactor) * fogColor
- 연무 함수
  - void glFogifv(Glenum pname, TYPE param)
- 연무계수 (fog factor)
  - Exponential
  - Gaussian
  - Linear (depth cueing)



OpenGL Fog

- OpenGL에서 연무효과는 연무 색과 단편 (fragment)의 색이 합성되는 것임. 합성의 정도는 렌더링될 단편과 관측자와의 거리 함수로 계산됨.

```
GLfloat fcolor[4] = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0}:
glEnable(GL_FOG);
glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
glFogf(GL_FOG_START, 5.0);
glFogf(GL_FOG_END, 40.0);
glFogfv(GL_FOG, fcolor);
```

OpenGL Fog Mode

- 연무계수 (fog factor)
  - Linear
    - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
    - GL_FOG_START, GL_FOG_END
  - Exponential
    - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_EXP);
    - GL_FOG_DENSITY
  - Gaussian
    - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_EXP2);
    - GL_FOG_DENSITY

```
GLfloat fcolor[4] = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0}:
glEnable(GL_FOG);
glFogi(GL_FOG_MODE, GL_EXP);
glFogf(GL_FOG_DENSITY, 0.5);
glFogfv(GL_FOG, fcolor);
```

OpenGL Fog Mode

```
struct FogParameters {
vec4 vFogColor; // Fog color
float fStart; float fEnd; // This is only for linear fog
float fDensity; // For exp and exp2 equation
int iEquation; // 0 = linear, 1 = exp, 2 = exp2
};
float getFogFactor(FogParameters params, float fFogCoord) {
    float fResult = 0.0;
    if(params.iEquation == 0)
        fResult = (params.fEnd-fFogCoord)/(params.fEnd-params.fStart);
    else if(params.iEquation == 1)
        fResult = exp(-params.fDensity*fFogCoord);
    else if(params.iEquation == 2)
        fResult = exp(-pow(params.fDensity*fFogCoord, 2.0));
    fResult = 1.0-clamp(fResult, 0.0, 1.0);
    return fResult;
}
```