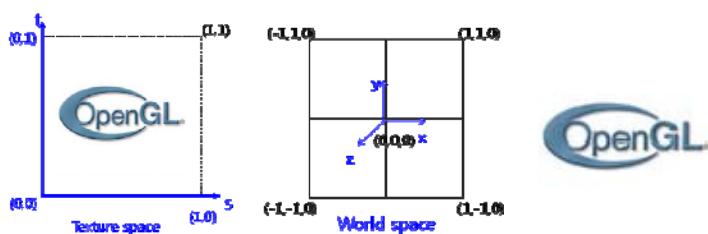


기말고사

담당교수: 단국대학교 멀티미디어공학전공 박경신

- 답은 반드시 답안지에 기술할 것. 공간이 부족할 경우 반드시 답안지 몇 쪽의 뒤에 있다고 명기한 후 기술할 것. 그 외의 경우의 답안지 뒤쪽이나 연습지에 기술한 내용은 답안으로 인정 안 함. 답에는 반드시 네모를 쳐서 확실히 표시할 것.
- 답안지에 학과, 학번, 이름 외에 본인의 암호를 기입하면 성적공고시 학번 대신 암호를 사용할 것임.

1. 다음은 OpenGL 환경에서 텍스쳐 매핑과 블렌딩에 관한 문제이다. 아래의 질문에 답하시오. (45점)



- 1) 다음은 Quad 메쉬를 그리는 OpenGL 프로그램의 일부이다. 위 결과 그림과 같이 나타나게 하기 위하여 빈 칸의 텍스쳐 좌표를 채우시오. (10점)

```
void drawTextureQuad()
{
    glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_DECAL);
    glEnable(GL_TEXTURE_2D);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureID);
    glBegin(GL_QUADS);
    glNormal3f(0, 0, 1);
    glTexCoord2f(0.0, 0.0);
    glVertex3f(-1, -1, 0);
    glTexCoord2f(0.5, 0.0);
    glVertex3f( 0, -1, 0);
    glTexCoord2f(0.5, 0.5);
    glVertex3f( 0, 0, 0);
    glTexCoord2f(0.0, 0.5);
    glVertex3f(-1, 0, 0);

    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f(-1, 0, 0);
    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f( 0, 0, 0);
    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f( 0, 1, 0);
    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f(-1, 1, 0);

    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f( 0, -1, 0);
    glTexCoord2f(_____, _____);
    glVertex3f( 1, -1, 0);
```

```

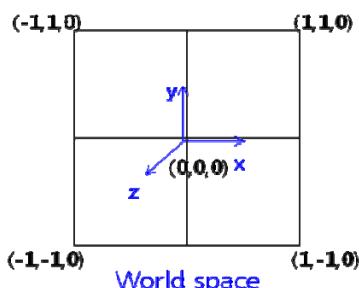
glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 1, 0, 0);
glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 0, 0, 0);

glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 0, 0, 0);
glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 1, 0, 0);
glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 1, 1, 0);
glTexCoord2f(_____, _____);
glVertex3f( 0, 1, 0);
glEnd();
glDisable(GL_TEXTURE_2D);
}
    
```

- 2) 1)번 문제의 Quad 메쉬 OpenGL 프로그램에 텍스쳐 랩 (wrap) 모드는 GL_CLAMP을 사용하고 모두 동일한 렌더링 인자를 사용하는 상황에서, 아래의 OpenGL 코드에서 보이는 텍스쳐 행렬 스택만 조작하여 삽입하였을 때 나타나는 결과 화면을, 아래 그림 위에 표시하고 설명하라. (10점) (힌트: 정점은 그대로인 상태에서 텍스쳐 좌표계만 변환)

```

glMatrixMode(GL_TEXTURE);
glTranslatef(0.5, 0.5, 0);
glScalef(2, 2, 1);
glTranslatef(-0.5, -0.5, 0);
drawTextureQuad();
    
```



- 3) 1) 2)번 문제의 Quad 메쉬를 그리는 OpenGL 프로그램에서, 만약 조명 (Lighting)이 작동되지 않는다면, 무엇이 문제인지 해결 방법을 자세히 설명하라. (10점) (힌트: 텍스쳐 매핑을 위한 환경 변수 설정)

4) 다음은 OpenGL Extension에서 제공하는 Point Sprites에 대해 자세히 설명하라. (5점)

5) 다음은 블렌딩 방식에 따른 SourceFactor와 DestinationFactor값을 빈 칸에 적어라. (5점)

블렌딩 공식: $C = \text{SourceFactor} \cdot C_s + \text{DestinationFactor} \cdot C_d$

알파 블렌딩 (alpha blending): $C = (S_a, S_a, S_a, S_a) \cdot C_s + (1-S_a, 1-S_a, 1-S_a, 1-S_a) \cdot C_d$

SourceFactor는 Source의 alpha값인 (S_a, S_a, S_a, S_a)

DestFactor는 Source의 inverse alpha값인 $(1-S_a, 1-S_a, 1-S_a, 1-S_a)$

블렌딩 공식에서 C_s 와 C_d 는 무엇인가?

$C_s =$ _____

$C_d =$ _____

덧셈 블렌딩 (addition blending)의 경우

SourceFactor는 _____

DestinationFactor는 _____

$C =$ _____

곱셈 블렌딩 (multiply blending)의 경우,

SourceFactor는 _____

DestinationFactor는 _____

$C =$ _____

블렌딩을 설정한 채 불투명한 것을 그리고자 할 (no blending) 경우

SourceFactor는 _____

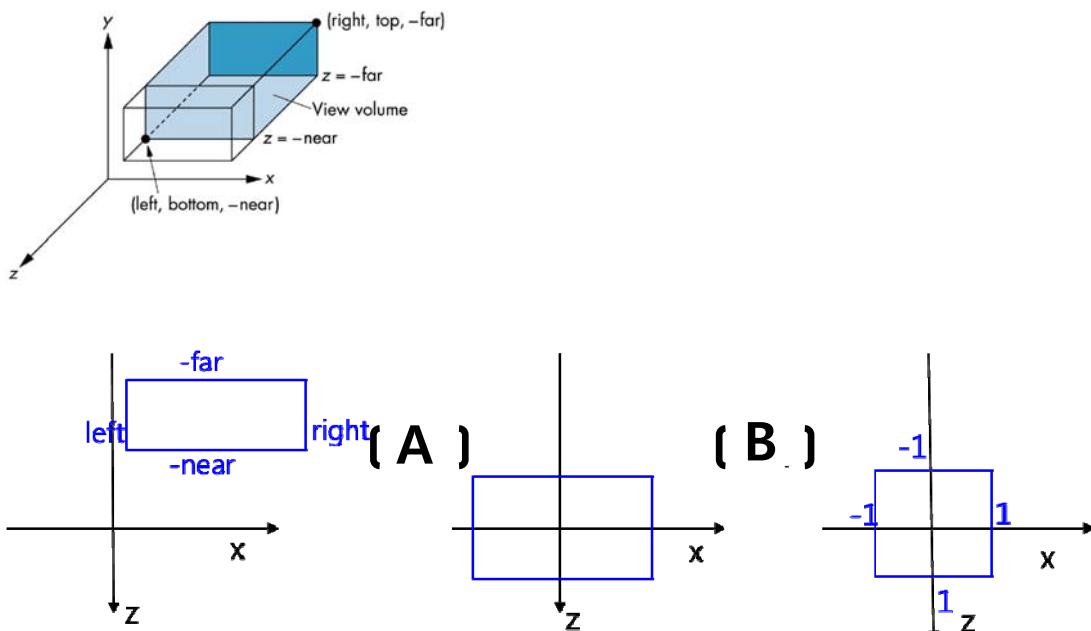
DestinationFactor는 _____

$C =$ _____

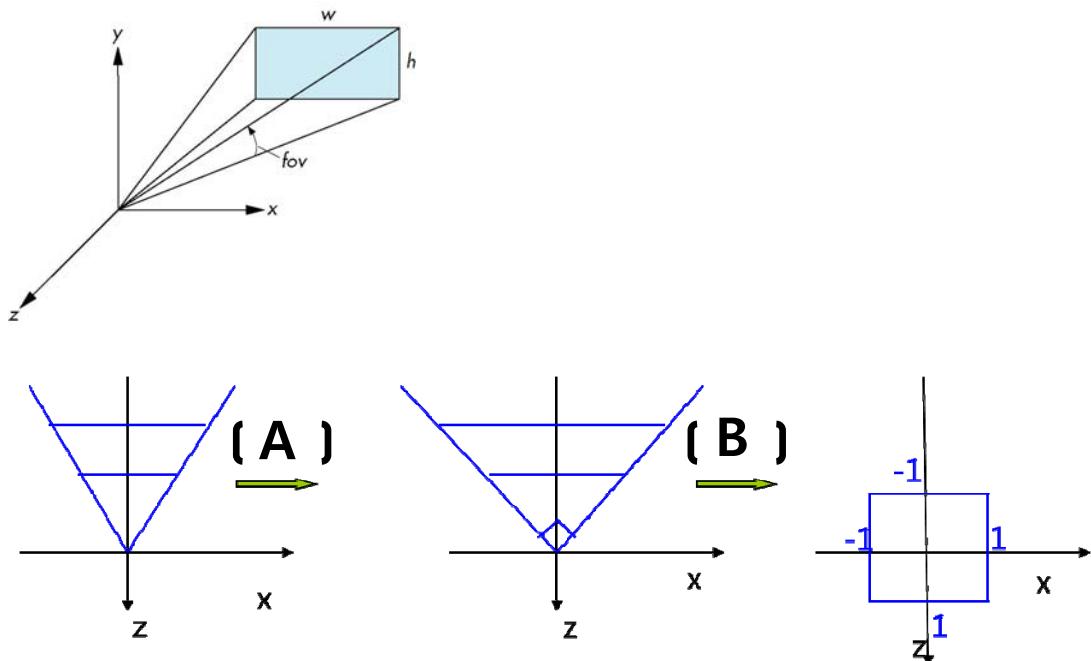
6) 블렌딩을 이용한 라이트 맵핑(light mapping)은 어떻게 만드는지 자세히 설명하라. (5점)

2. 관측과 관련된 다음 문제에 답하시오. (25점)

- 1) 다음은 `glOrtho(left, right, bottom, top, near, far)` 함수가 직육면체 관측공간에서 정규화된 관측 공간으로 변환시키는 직교 투영 행렬 (orthographic projection matrix)을 생성해 내는 과정을 보여주고 있다. 각 단계별로 필요한 (A)와 (B) 변환행렬을 자세히 설명하시오. (5점)



- 2) 다음은 `gluPerspective(fov, aspect, near, far)` 함수가 절두체에서 정규화된 관측 공간으로 변환시키는 원근 투영 행렬 (perspective projection matrix)을 유도하는 과정을 보여주고 있다. 각 단계별로 필요한 (A)와 (B) 변환행렬을 자세히 설명하시오. (5점)



- 3) 다음 M_{pers} 는 3차원 공간의 한 점 $p(x, y, z)$ 를 투영면의 한 점 $q(x, y)$ 로 투영하는 원근 투영 행렬(Perspective Projection Matrix)이다. M_{pers} 4x4 행렬을 유도하라. (5점)

$$M_{\text{perp}} =$$

- 4) 다음 OpenGL 코드에서 밑줄 친 (A) gluLookAt 함수를 제거하고, 화면에 동일하게 그림이 나타나도록 OpenGL 기본 변환함수인 glTranslatef, glRotatef, glScalef 등을 사용하여 코드를 작성하라. (5점)

```
void display(void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
    gluLookAt(0.0, 0.0, 5.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0); // (A)
    glutWireTeapot(2);
    glutSwapBuffers();
}
```

- 5) Depth Fighting이 무엇인지 간단히 서술하시오. (5점)

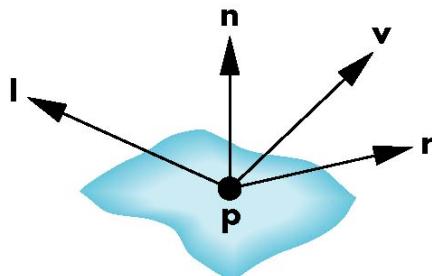
3. 다음은 조명 (lighting)과 쉐이딩 (shading)에 관한 문제이다. 아래의 질문에 답하시오. (30점)

- 1) 다음은 풍 조명 모델 (Phong Illumination Model) 공식을 보여주고 있다. 램버트 코사인 법칙 (Lambert's Cosine Law)이 무엇인지 설명하고 이 공식에서 어느 변수인지 서술하라. (5점)

$$I = K_a I_a + \sum_{i=0}^{m-1} \frac{1}{a + bd + cd^2} \left\{ K_d I_d (N \bullet L) + K_s I_s (R \bullet V)^\alpha \right\} + E$$

- 2) 이 공식에서 $R \bullet V$ 대신 다른 변수를 사용하여 표현하라. (힌트: OpenGL에서 기본으로 사용하는 조명 모델) (5점)

- 3) 카메라의 위치 V (2.0, 2.0, 1.0)이고, 광원의 위치가 (-2.0, 3.0, -1.0)이고, 물체 표면의 정점 좌표 P (0.0, 0.0, 0.0)이고, 표면의 법선 벡터 N (0.0, 1.0, 0.0) 일 때, 정반사 계산에 쓰이는 반사 벡터 R 의 값을 구하는 계산과정을 보여라. (5점)



- 4) OpenGL에서 기본값으로 설정된 셰이딩(Shading)이 무엇인지 간단히 설명하라. (5점)

- 5) 다음 OpenGL 코드에서 **LIGHT0**와 **GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT** 광원은 무엇인지(색과 위치) 설명하고, 광원과 재질의 ambient, diffuse, specular는 어떻게 사용되는 지 간단히 설명하라. (10점)

```

void init(void)
{
    GLfloat ambient[] = {0.0, 0.0, 0.0, 1.0};
    GLfloat diffuse[] = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0};
    GLfloat specular[] = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0};
    GLfloat position[] = {0.0, 3.0, 3.0, 0.0};
    GLfloat lmodel_ambient[] = {0.2, 0.2, 0.2, 1.0};
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, ambient);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, specular);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, position);
    glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, lmodel_ambient);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glEnable(GL_LIGHT0);
}

void renderTeapot(GLfloat x, GLfloat y,
    GLfloat ambr, GLfloat ambg, GLfloat ambb,
    GLfloat difr, GLfloat difg, GLfloat difb,
    GLfloat specr, GLfloat specg, GLfloat specb, GLfloat shine)
{

```

```
GLfloat mat[4];
glPushMatrix();
glTranslatef(x, y, 0.0);
mat[0] = ambr; mat[1] = ambg; mat[2] = ambb; mat[3] = 1.0;
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat);
mat[0] = difr; mat[1] = difg; mat[2] = difb;
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat);
mat[0] = specr; mat[1] = specg; mat[2] = specb;
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat);
glMaterialf(GL_FRONT, GL_SHININESS, shine * 128.0);
glCallList(teapotList);
glPopMatrix();
}
```

-끝-