

OpenGL 7

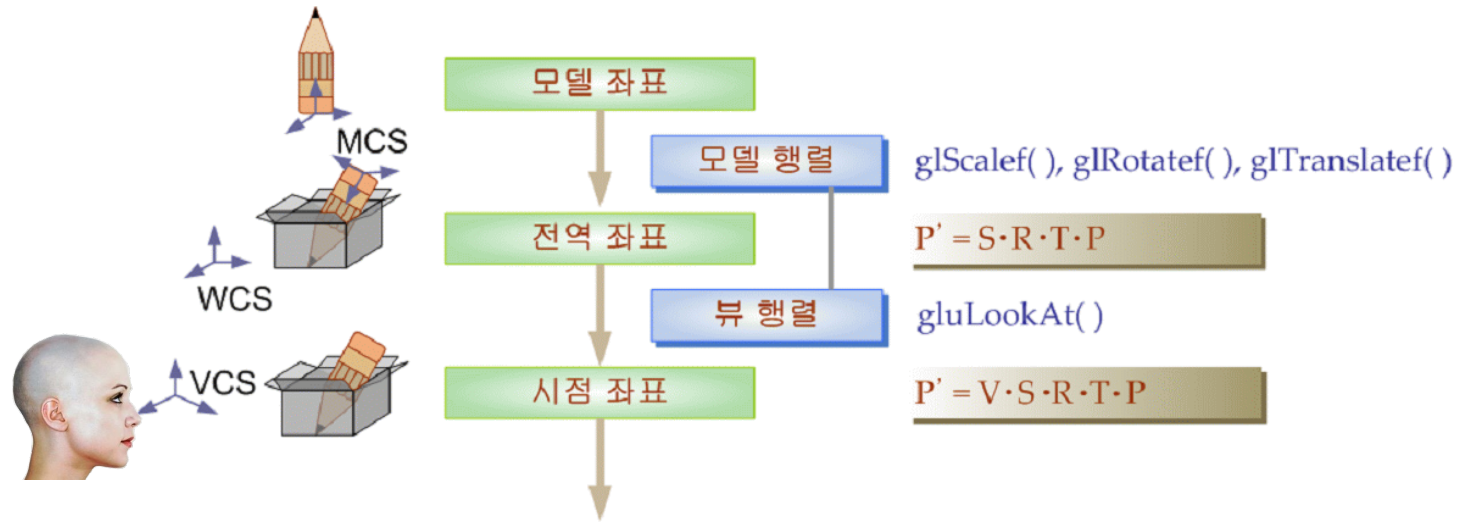
가상현실론

2021/03/18

목차

- GL의 시점변환
- 투상 변환과 뷰포트 변환
 - 투상
 - 평행투상
 - 원근투상
 - GL의 투상변환

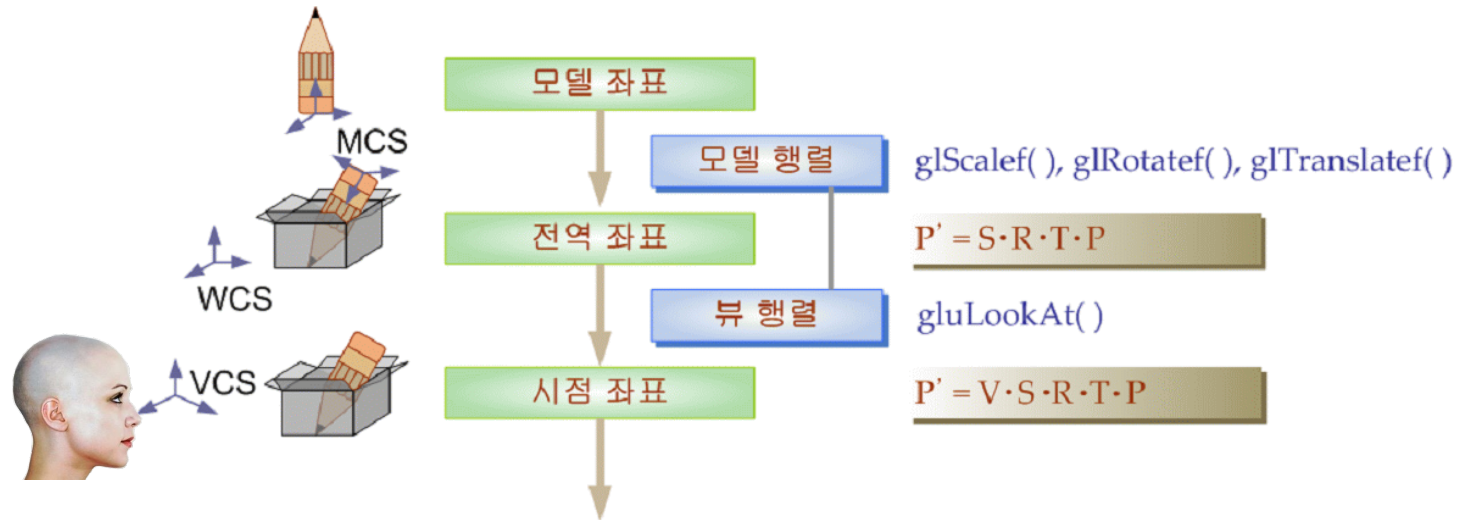
GL의 시점 변환



• 시점 좌표계 (VCS: View Coordinate System)

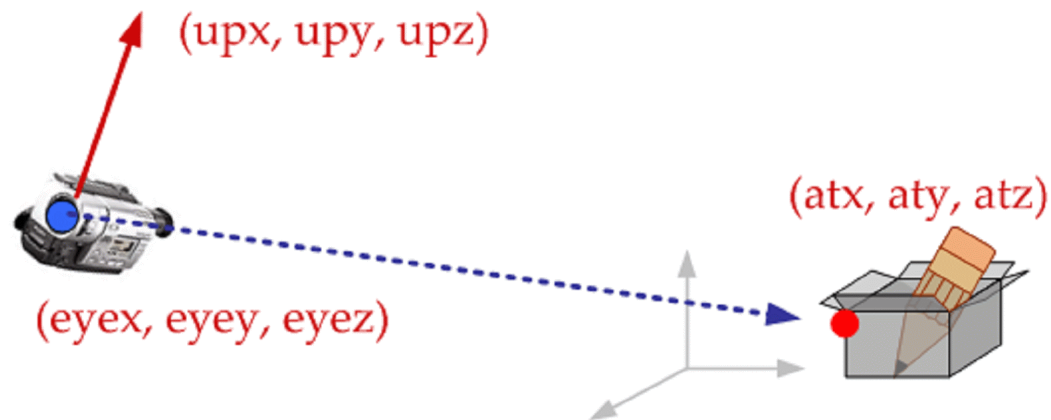
- 시점: 물체를 바라보는 위치. 물체, 즉 피사체를 찍는 카메라의 위치와 같은 개념이기 때문에 일명 카메라 위치 (Camera Position)이라고도 함.
- 시점을 표시하기 위해서 시점 좌표계 (VCS: View Coordinate System) 사용
- 모델행렬을 통해서 전역좌표계를 모델좌표계와 일치시킴. 그래픽 파이프라인의 다음 과정은 전역 좌표계 기준의 좌표를 관찰자 시점으로 기준이 설정된 시점 좌표계 (VCS)로 변환하는 것

GL의 시점 변환



- vcs 기준으로 변환이 필요한 이유는 동일한 장면이라도 시점의 위치에 따라서 다른 모습이 보이기 때문
- 전역 좌표계를 모델 좌표계와 일치시키기 위한 변환 행렬을 모델 좌표에 곱하면 전역 좌표로 바뀌듯 시점 좌표계를 전역 좌표계와 일치시키기 위한 변환행렬을 전역 좌표에 곱하면 시점 좌표로 변환됨.
- 일반적으로 시점 변환은 뷰 행렬 (View matrix)라는 별도의 행렬로 표현되나 GL은 모델 행렬과 뷰 행렬을 합하여 하나의 행렬로 취급.

GL의 시점좌표계



- GL의 시점좌표계는 다음 3가지 요소에 의해서 정의
 - 카메라 위치
 - 카메라가 바라보는 점, 즉 초점의 위치
 - 카메라 기울기(orientation)
- `void gluLookAt(GLdouble eyex, GLdouble eyey, GLdouble eyez, GLdouble atx, GLdouble aty, GLdouble atz, GLdouble upx, GLdouble upy, GLdouble upz);`
 - GL의 시점 좌표계 설정
 - $(eyex, eyey, eyez)$ 에 있는 카메라가 (atx, aty, atz) 에 있는 초점을 바라보게 하라는 것.
 - (upx, upy, upz) 는 카메라의 상향벡터.
 - 9개의 파라미터를 통해 카메라 위치, 초점, 기울기 정보를 도출함

GL의 시점좌표계



- 뷰 행렬은 `gluLookAt()`에 의해 정의된 시점 좌표계(VCS)를 전역좌표계(WCS)에 일치시키는 행렬.
- 뷰 행렬을 V , 모델 행렬을 M 이라고 하면 다음과 같은 관계가 성립
 - $P_{WCS} = M \cdot P_{MCS}$ (eq 1)
 - $P_{VCS} = V \cdot P_{WCS} = V \cdot M \cdot P_{MCS}$ (eq 2)
- eq 1: 모델 행렬 M 을 모델 좌표계 기준의 정점 p 에 곱하면 전역 좌표계를 기준으로 표시
- eq2: 뷰 행렬을 전역 좌표계 기준의 정점 p 에 곱하면 시점 좌표계 기준으로 표시

예제

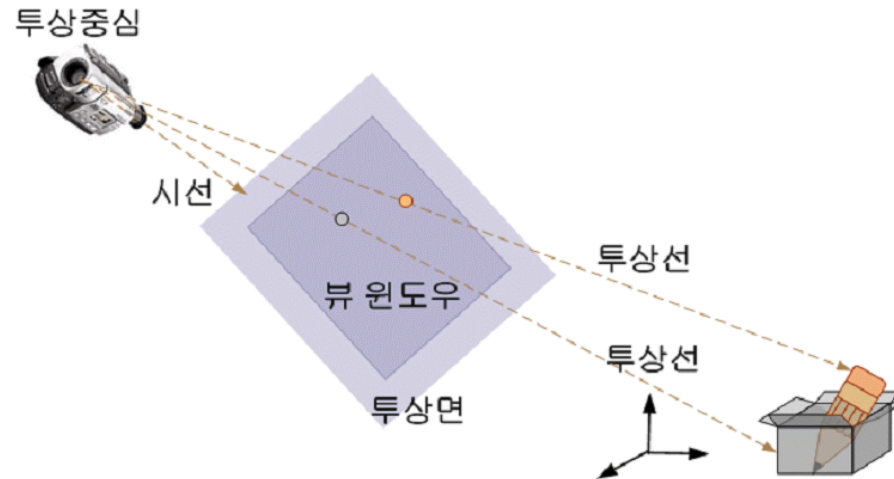
```
void display() {  
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);  
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);  
    glLoadIdentity();  
    gluLookAt(0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, -1.0, 1.0, 1.0, 0.0);  
    glutSolidTeapot(0.5);  
    glFlush();  
}
```

```
void myInit() {  
    GLfloat mat_diffuse[] = { 0.5, 0.4, 0.3, 1.0 };  
    GLfloat mat_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };  
    GLfloat mat_ambient[] = { 0.5, 0.4, 0.3, 1.0 };  
    GLfloat mat_shininess[] = { 15.0 };  
    GLfloat light_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };  
    GLfloat light_diffuse[] = { 0.8, 0.8, 0.8, 1.0 };  
    GLfloat light_ambient[] = { 0.3, 0.3, 0.3, 1.0 };  
    GLfloat light_position[] = { -3, 6, 3.0, 0.0 };  
  
    glShadeModel(GL_SMOOTH);  
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);  
    glEnable(GL_LIGHTING);  
    glEnable(GL_LIGHT0);  
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);  
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);  
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);  
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);  
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);  
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);  
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);  
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_shininess);  
    glClearColor(0.4, 0.4, 0.4, 0.0);  
}
```

투상 변환과 뷰 포트 변환

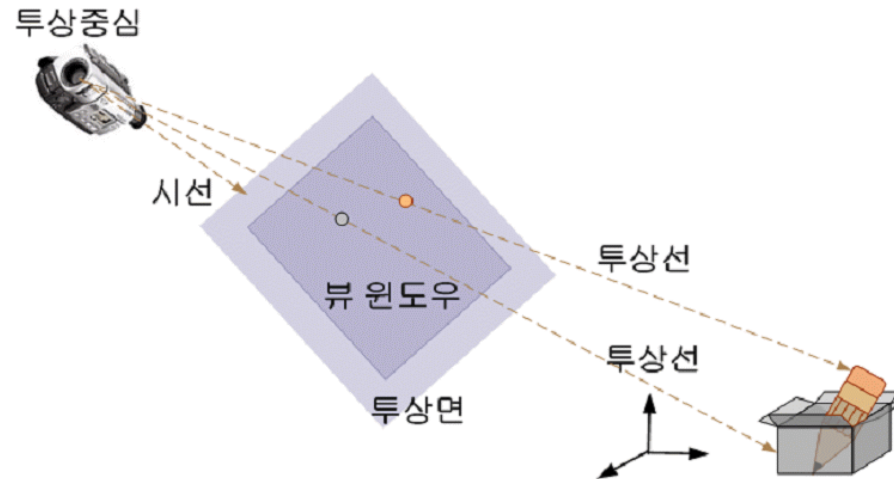
OpenGL

투상 (Projection)



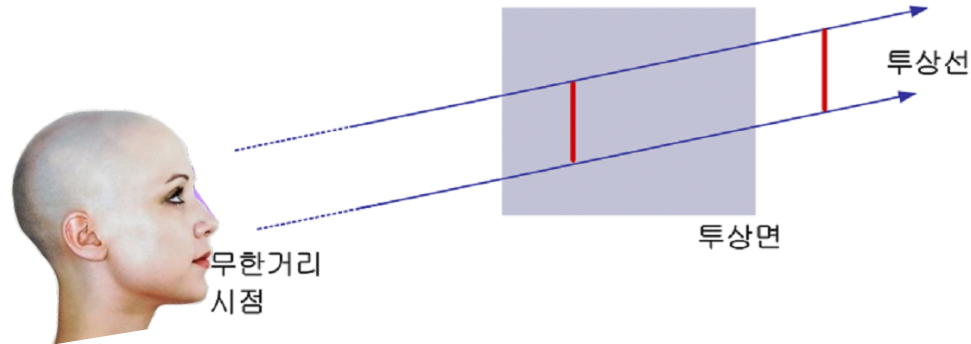
- 투상 (Projection): 3차원 물체를 2차원 화면으로 사상하기 위한 작업. 모델 좌표계, 전역 좌표계, 시점 좌표계를 순차적으로 거친 다각형 정점 좌표를 2차원 투상면(View Plane, Projection Plane)으로 사상시키는 과정
- 관찰자 위치(View Point, Eye Position, Camera Position): 관찰자(카메라)의 눈의 위치 (시점좌표)
- 투상 중심(COP: Center of Projection): 시점좌표계 원점
- 투상선 (Projectors): 투상 중심과 물체를 연결한 선

투상 (Projection)



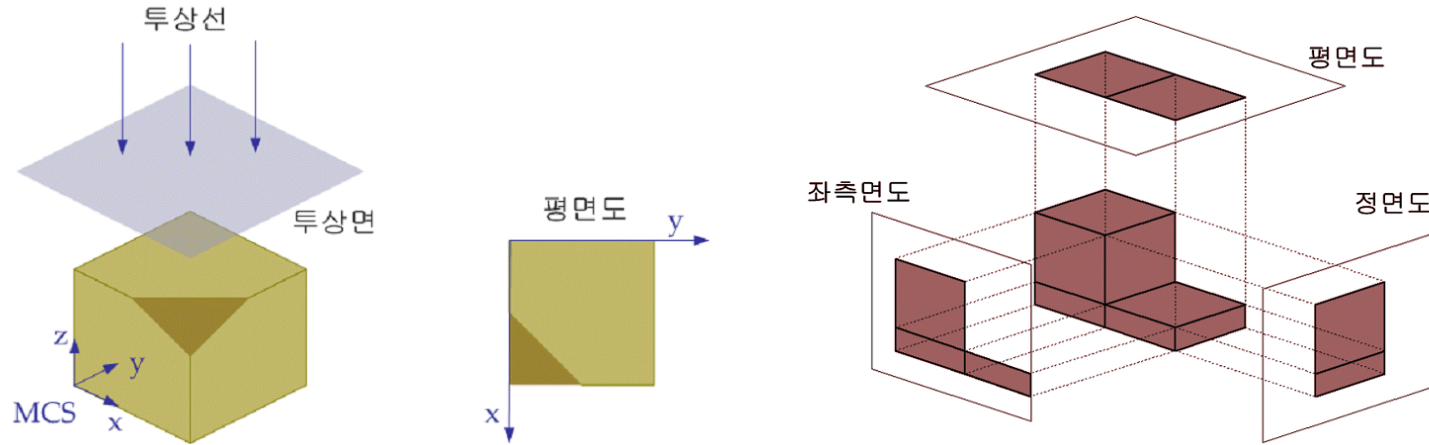
- 시선 (Line of Sight): 카메라가 바라보는 방향. 카메라 설정 방법에 따라서 시선은 전역좌표계 원점을 향하기도 하고, 임의 위치의 초점을 향하기도 함
- 투상면 (Projection Plane, View Plane): 물체 영상이 맺히는 화면 (영화관 스크린과 같은 역할). 일반적으로 시선에 수직으로 놓인다.
- 투상중심에서 물체 정점을 향한 투상선이 투상면과 만나는 곳에 해당 정점이 투상(Projection)됨.
- 투상은 평행 투상과 원근 투상으로 구분

평행 투상 (Parallel Projection)



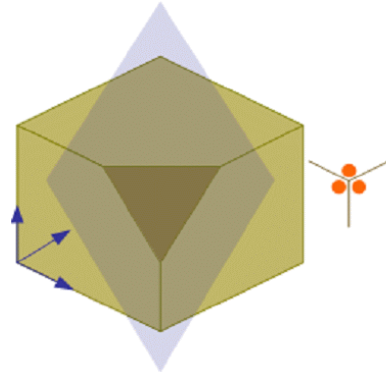
- 평행 투상(Parallel Projection): 시점이 물체로부터 무한대의 거리에 있다고 간주하여 투상선을 나란히 가져가는 투상법.
- 태양이 지구로부터 매우 먼 거리에 위치해있기 때문에 태양에서 출발한 빛은 지구에 도착할 때 평행광선이라는 것에 비유할 수 있음.
- 평행 투상에서 원래 물체의 평행선은 투상 후에도 평행.
- 평행투상은 정사 투상, 축측 투상, 경사 투상으로 구분됨

평행 투상-정사투상

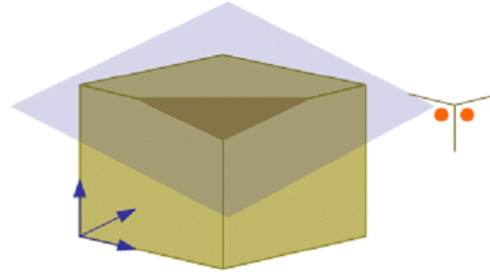


- 정사투상(Orthographic Projection): 평면도(상하, Top/Bottom View), 입면도 (전후, Front/Rear View), 측면도 (좌우, Left/Right View) 등을 말함.
- 모델 좌표계의 주축 (Principal Axes)인 x , y , z 에 의해 형성되는 x - y , y - z , z - x 를 주 평면(Principal Plane)이라고 하면, 정사 투상의 투상면은 주 평면 중 하나와 놓이게 됨.
- 정사 투상에서 투상선은 투상면과 직교함.
- Projection된 상이 원래 물체의 길이를 정확히 보존하기 때문에 정사 투상은 정확성을 요하는 공학 도면에 주로 사용.
- 투상선이 반드시 투상면과 직교해야 하므로 정사 투상에서 시점 위치가 제한됨.

평행투상-축측투상



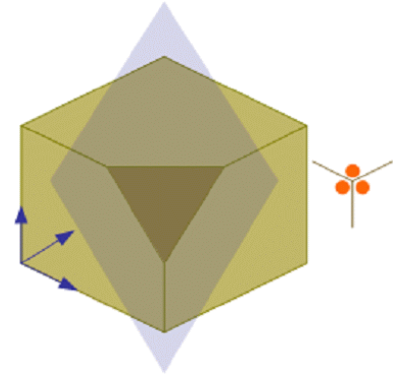
등각투상



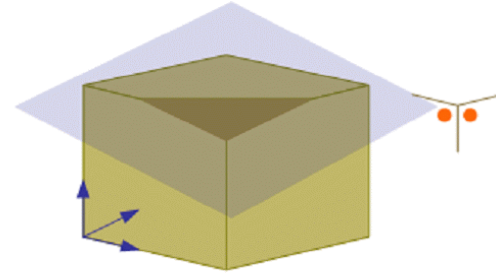
양각투상

- 축측 투상(Axometric Projection): 한꺼번에 여러 면(주평면)을 보여줌
- 투상선이 투상면과 직교한다는 면에서 정사 투상과 같지만 투상면이 반드시 주 평면들과 나란하지 않음
- 투상면이 임의의 위치에 놓일 때를 삼각(삼중형, Trimetric) 투상, 2개의 주 평면에 대해서 대칭적으로 놓일 때를 양각(이중형, Dimetric) 투상, 3개의 주 평면이 만나는 모서리에서 모든 평면에 대해 대칭적으로 놓일 때를 등각(동형, Isometric) 투상이라고 함

평행투상-축측투상



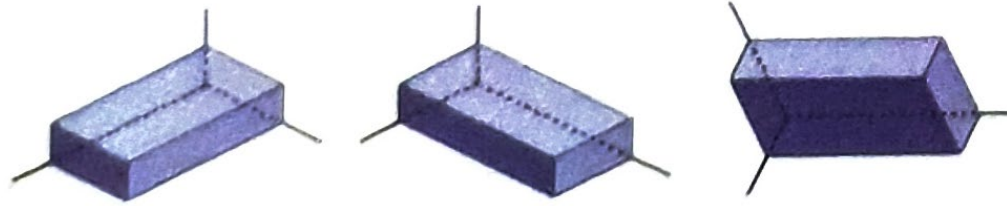
등각투상



양각투상

- 등각투상에서는 3개의 주평면이 대칭인 곳에 위치하는 것을 알 수 있음.
- 모서리 부근에서 3개의 주축이 서로 120도를 유지함. 따라서 정삼각형의 단면은 그대로 정삼각형으로 투상.
- 양각투상에서는 투상면이 2개의 주평면에 대칭인 곳에 놓임.
- 정삼각형의 단면이 이등변 삼각형으로 투상. 이 경우 교차하는 3개의 주축이 이루는 각도 중 2개만 동일해짐.

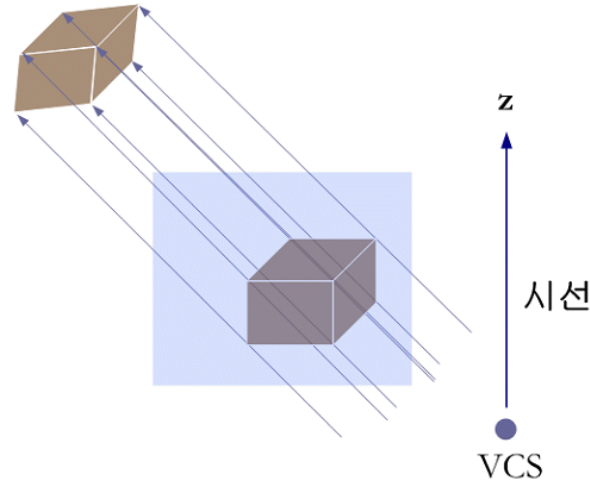
평행투상-축측투상



등각 투상의 대칭 축

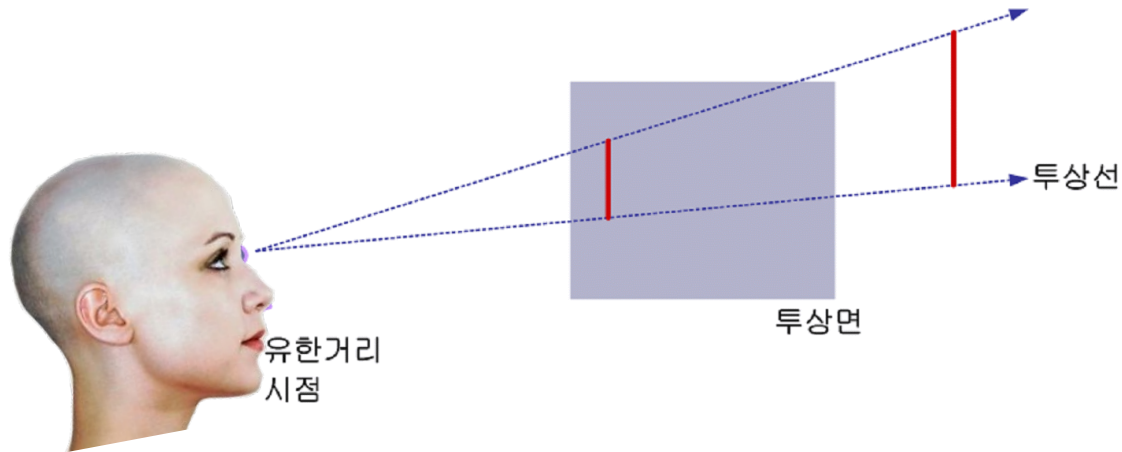
- 축측 투상의 결과는 일반적으로 물체의 실제 모습이 아님. 즉, 실제 길이가 보존되지 않으면 각 축의 방향으로 서로 다른 축소율(Foreshortening Factor)를 보임.
- 세축 방향 모두 서로 다른 축소율을 보이는 것이 삼각 투상, 두 축에 대해서 동일한 축소율을 보이는 것이 양각 투상, 세 축 모두 동일한 축소율을 보이는 것이 등각 투상

평행투상-축측투상



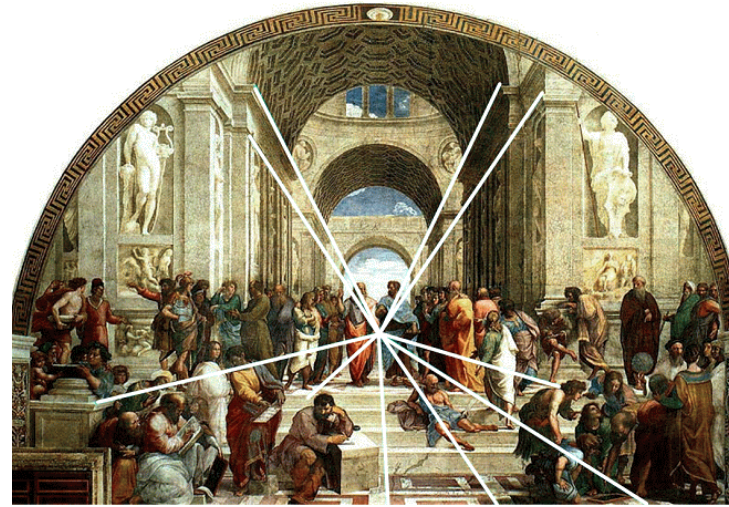
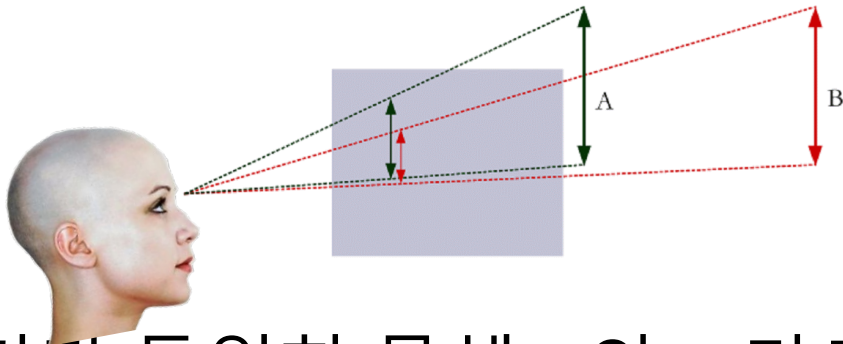
- 경사투상(Oblique Projection): 투상선이 나란하다는 점에서는 평행 투상에 속하지만 투상선이 투상면과 직교하지 않음
- 투상면은 시선에 수직이지만 투상면의 위치가 그림처럼 좌우로 비켜 서 있음.
- 고개를 돌리지 않고 눈동자만 돌려서 왼쪽 및 오른쪽 보는 것과 유사.

원근투상 (Perspective Projection)



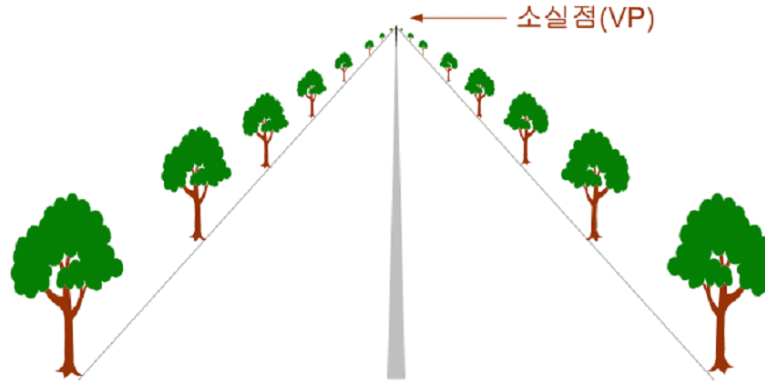
- 원근투상 (Perspective Projection): 시점이 물체로부터 유한한 거리에 있다고 간주하여 모든 투상선이 시점에서 출발하여 방사선 모양으로 퍼져가는 방법.
- 카메라나 사람의 눈이 실제로 물체를 포착하는 방법

원근투상 (Perspective Projection)



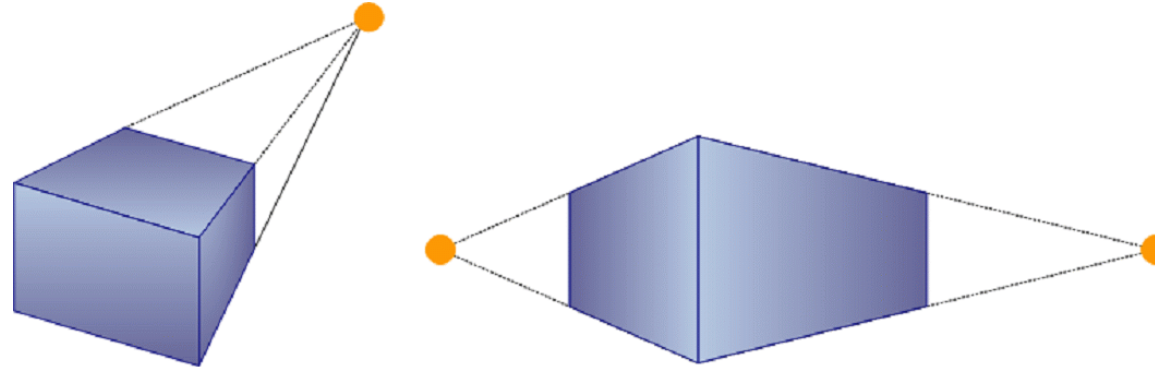
- 크기가 동일한 물체(A와 B)라도 시점으로부터 멀면(B) 작게 보이고 가까우면(A) 크게 보임.
- (중세~르네상스 시대 회화에서 이론이 정립)
- 이를 통해서 물체의 원근감(Depth Feeling)이 나타남.

원근투상 (Perspective Projection)



- 나무의 높이가 모두 동일하더라도 시점과의 거리가 멀 수록 작게 보임.
도로의 폭 역시 멀리 있는 것은 좁아보임.
- 곧게 뚫린 도로를 길 가운데에 서서 바라보면 멀리 한 점에서 만나듯이 원근 투상의 결과 실제 평행한 선이 만나게 됨.
- 소실점(VP: Vanishing Point): 시점 높이에서 평행선이 만나는 점

원근투상 (Perspective Projection)



- 소실점 수에 따라 원근 투상을 1점 투상 (One-point Projection), 2점 투상 (Two-point Projection), 3점 투상 (Three-point Projection) 등으로 나누기도 함.

GL의 투상변환

변환 종류	상태 변후 값(상수)	목적
모델 변환 시점 변환	GL_MODELVIEW	물체에 대한 기하변환 카메라 위치 및 방향에 대한 기하변환
투상 변환	GL_PROJECTION	촬영 방법 및 렌즈 선택에 대한 기하변환

- 모델 뷰 행렬에 의해 카메라의 위치와 방향이 설정되면 이를 실제로 찍는 작업이 필요함. 즉, 3차원 물체를 2차원 필름에 투상해야 함.

GL의 투상변환

- 투상행렬(Projection Matrix): 투상 변환을 행렬로 표시한 것 (모델 변환과 시점 변환을 행렬로 표시한 것은 모델 뷰 행렬)
- void glMatrixMode(GL_PROJECTION)
 - 행렬 모드를 투상 행렬로 설정하는 함수
- 행렬 모드를 설정하지 않을 경우의 기본값은 모델 뷰 행렬 (GL_MODELVIEW). 투상을 가하기 위해서는 반드시 이 함수를 호출해야 함.
- 호출 이후 다시 행렬 모드를 바꾸기 전까지 제 | 되는 모든 변환 함수는 투상 행렬에 반영.