

ID(학번) : 201720970

NAME(이름): 권 대 한

1. 다음 두개의 벡터 $\mathbf{a}=\langle 2,-1,3 \rangle$, $\mathbf{b}=\langle 3,2,0 \rangle$ 의 내적을 계산하고, 두 벡터의 끼인각이 예각, 둔각, 직각중 어디에 해당하는지 내적값을 기반으로 설명하라 (10점).

벡터 a와 b의 내적 계산을 위해서는 Dot Product를 사용해 유추해야 합니다.

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}| \cdot \cos x = 6 + (-2) + 0 = 4$$

내적 값이 4이기에 0보다 크며, 즉 $\cos x > 0$ 이라 볼 수 있습니다.

$\cos x$ 가 양수 일 때는 0 ~ 90도의 각도를 가지기 때문에, 정답은 예각입니다.

2. 다음 주어진 행렬 M 에 대한 두가지 연산을 각각 실행하라 (10점).

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

3. 행렬 기반의 그래픽스 Pipeline에서 등차좌표계 (Homogeneous Coordinate)가 필요한 이유를 설명하라 (10점).

교환법칙이 성립하지 않는 Matrix 연산에서 등차좌표계를 사용해서, 자신이 원하는 Translation, Rotation, Scaling 계산이 완료된 1개의 행렬만으로 Matrix 연산이 가능하기 때문입니다.

4. Texture Mapping의 필요성을 설명하고 (5점), Texture를 활용한 특수기능인 Bump mapping 과 environmental mapping 에 대해 각각 설명하라(10점).

Texture Mapping으로 직접 Vertex를 입력해 표현하기 힘들때, 도형 표면에 Texture를 입혀, 표현하고자 하는 질감이나 색상을 보다 편리하게 나타낼 수 있습니다.

그러나 매끈한 도형 표면에 Texture만 입히는 것은 단순히 매끈한 표면에 그림만 붙어있는 것이며, 그 물체가 가진 곡률을 실제로 가진 것이 아니기 때문에 이질감이 들 수 있습니다. 이 경우 Bump Mapping을 사용합니다. 법선 벡터를 적절히 조정해, 표면의 높낮이를 다르게 보이게 해서 인위적으로 도형에 굴곡이 있어보이게 만드는 기법입니다. Environmental Mapping은 반사되는 도형에 주변 배경을 매핑하는 기법으로, 광선 추적을 해서 표면에 반사시키는 방법도 있지만 실시간으로 렌더하기에는 시스템의 자원이 많이 들기 때문에 실제 배경을 물체에 적절히 매핑해서 반사되는 표면처럼 보여주는 기법입니다.

이 기법을 사용하면 물체의 표면은 반사되는 유광 형태의 금속 같이 표현되게 됩니다.

5. Kinematics를 정의하고 (5점), Forward kinematics와 inverse kinematics 두 방식의 차이점을 논하라 (10점).

Kinematics는 우리 관절체(Articulated body)의 움직임을 만드는 방식이며, 커브기반으로 만들어진, 키프레임 애니메이션 입니다. 그리고 커브가 관절마다 들어가 있어서 우리 몸 같은 움직임을 보여줍니다.

Forward Kinematics는 컴퓨터에게 상위 관절들의 각도를 제시하면, 마지막 관절의 위치(End Effect)를 찾아주는 기법입니다.

반대로 Inverse Kinematics는 컴퓨터에 마지막 관절의 위치를 설정해주면, 다른 상위 관절들의 각도를 찾아주는 기법입니다.

6. 곡선의 연속성 (Continuity) 중 C^1 연속성을 만족하는 조건을 설명하라 (10점).

C^1 연속성은 Degree가 2인 2차식에서 서로 다른 식을 연결 할 때, Tangent 값을 같게 해 부드러운 연결된 상태를 만족하는 것입니다.

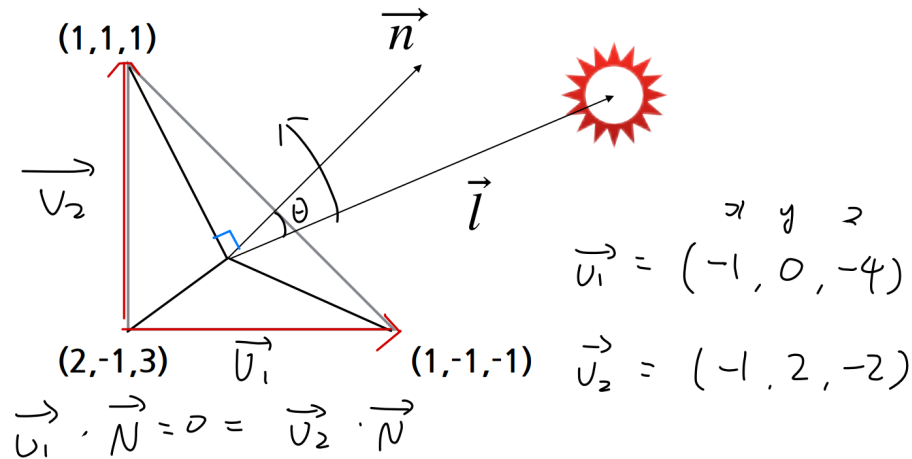
예를 들어, 이차식 $F(x)$, $G(x)$ 가 있고, 곡선의 시작을 F_0 , G_0 끝을 F_1 , G_1 이라 할 때

$F'_1 = G'_0$ 이라면(연결되는 부분의 기울기가 같고 부드럽게 연결된 상태), C^1 연속성을 만족합니다.

7. Fragment(pixel) shader가 일반적인 CPU기반의 계산에 비해 가지는 장점을 설명하라 (10점).

대포 같은 CPU는 AVX 연산 같은 큰 규모의 명령어 연산을 위해 설계 되었기에, 그래픽 처리에 비효율적인 순차적 계산을 하는데, 병렬처리에 최적화된 GPU로 GPGPU 기술을 사용해 Matrix 계산을 시킨다면 빠르게 한 번에 처리 할 수 있어, 그래픽 계산에서는 GPU가 매우 유리합니다.

8. 다음 주어진 3개의 vertex에 의해 정의된 삼각형에 대해서 각각의 문제를 해결하라.



8.1> 삼각형의 정규화(normalized) 된 법선 vector \vec{n} 을 계산하라 (cross product 계산을 위한 아래식 참조) (10점).

$$\vec{w} = \vec{u} \times \vec{v} = ((u_y v_z - u_z v_y), (u_z v_x - u_x v_z), (u_x v_y - u_y v_x))$$

$$\vec{u}_1 \times \vec{u}_2 = ((0 \cdot (-2) - (-4) \cdot 2), (-4 \cdot (-1) - (-1) \cdot (-2)), (-1 \cdot 2 - (0 \cdot (-1)))$$

$$= (8, 2, -2)$$

$$\sqrt{64+4+4} = \sqrt{72} = 6\sqrt{2}$$

$$\vec{n} = (\frac{4}{3\sqrt{2}}, \frac{1}{3\sqrt{2}}, -\frac{1}{3\sqrt{2}}) = (\frac{2\sqrt{2}}{3}, \frac{\sqrt{2}}{6}, -\frac{\sqrt{2}}{6})$$

$$\therefore \vec{n} = (\frac{2\sqrt{2}}{3}, \frac{\sqrt{2}}{6}, -\frac{\sqrt{2}}{6})$$

8.2> $\vec{l} = \langle \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{\sqrt{2}} \rangle$ 일때 Flat shading 계산을 위한 조명계산식 중 diffuse reflection 값을 계산하라. (10점).

$$k_d = I_d (\cos \theta) \quad (\cos \theta = \frac{\vec{l} \cdot \vec{n}}{|\vec{l}| |\vec{n}|})$$

$$|\vec{l}| \cdot |\vec{n}| = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{8}{9} + \frac{2}{36} + \frac{2}{36}} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\vec{l} \cdot \vec{n} = (\frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{2}}{6} \cdot -\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{6}) = (\frac{\sqrt{2}}{3} - \frac{\sqrt{2}}{12} - \frac{1}{6})$$

$$= \frac{4\sqrt{2}}{12} - \frac{\sqrt{2}}{12} - \frac{2}{12} = \frac{3\sqrt{2}}{12} - \frac{2}{12} = \frac{\sqrt{2}}{4} - \frac{1}{6}$$

$$\therefore \vec{l} \cdot \vec{n} = \frac{\sqrt{2}}{4} - \frac{1}{6}$$