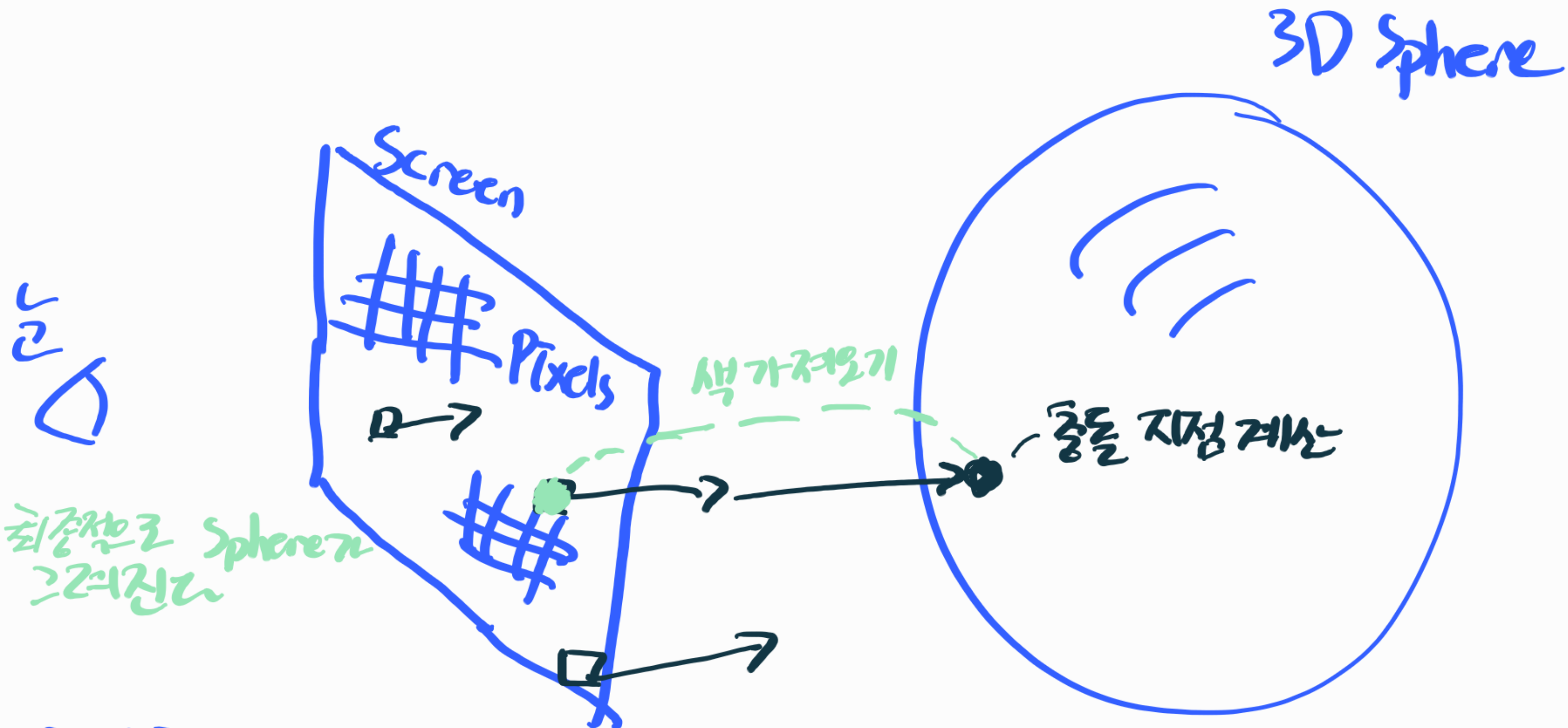
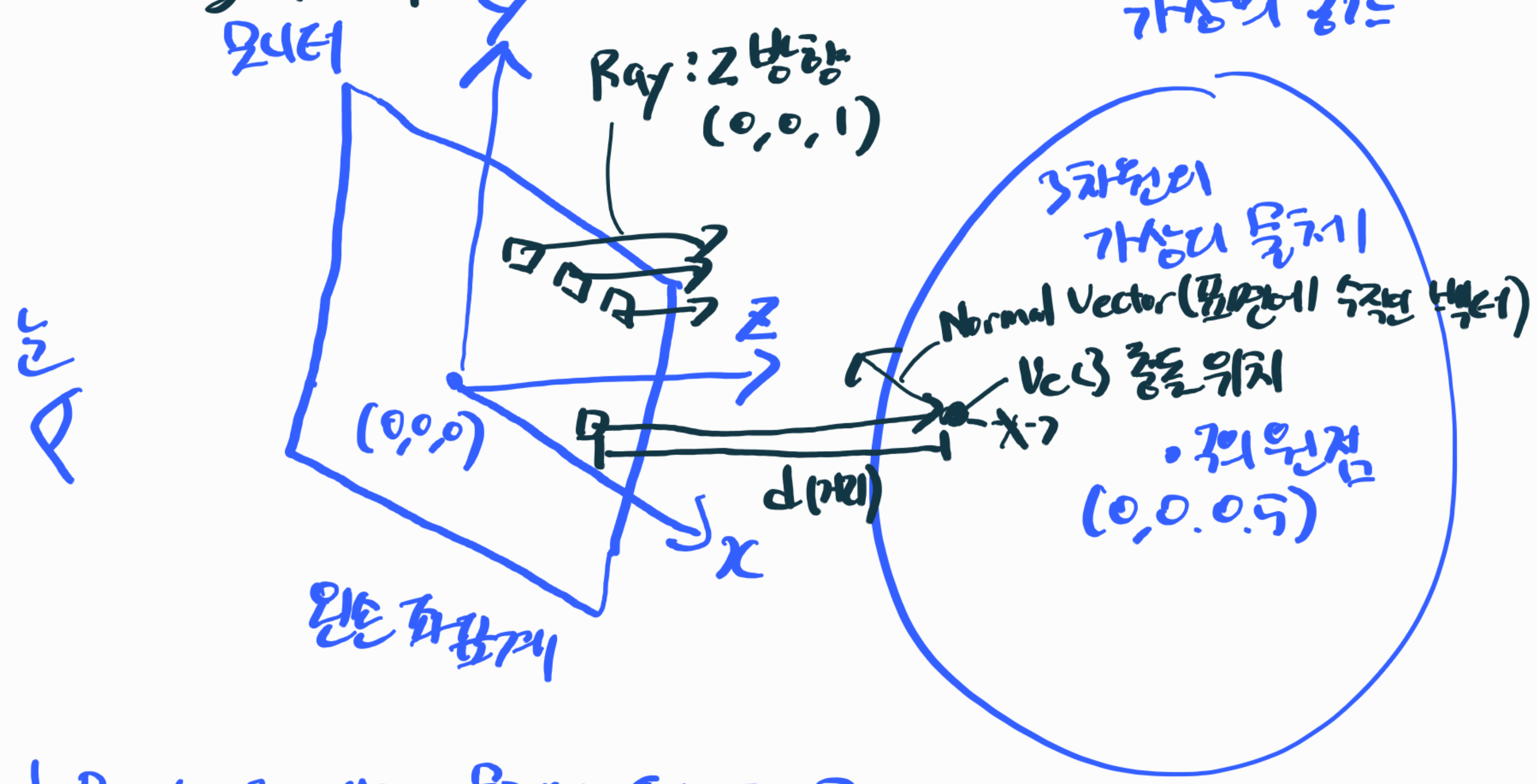
광추적기의 기본 구조 with Orthographic Projection(정투영)



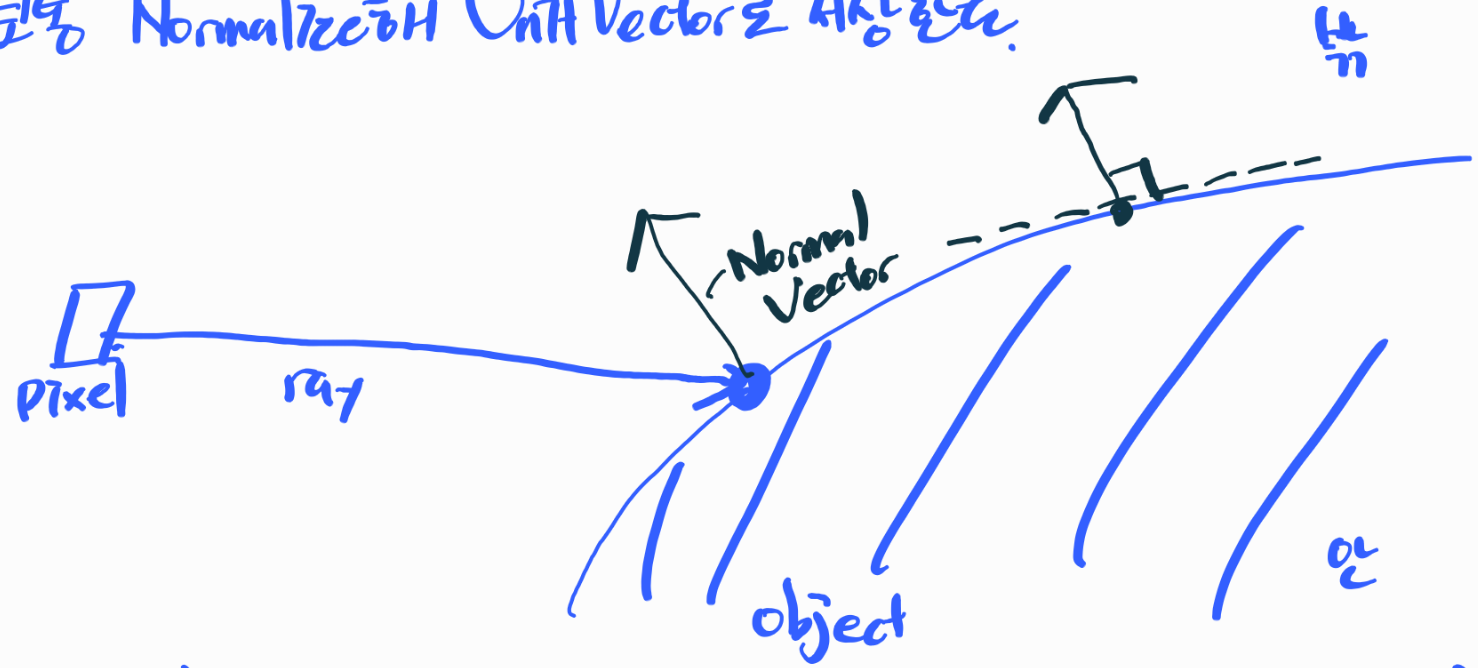
역방향 광추적에서는 각 Pixel에서 역방향 광선(Ray)을 쏴준다
정밀도를 높이기 위해 한 Pixel에서 여러개의 Ray를 쏘기도 한다.

Ray를 스크린에 수직(0,0,1)으로만 쏘는걸(한 방향)
Orthographic Projection(정투영)이라 한다



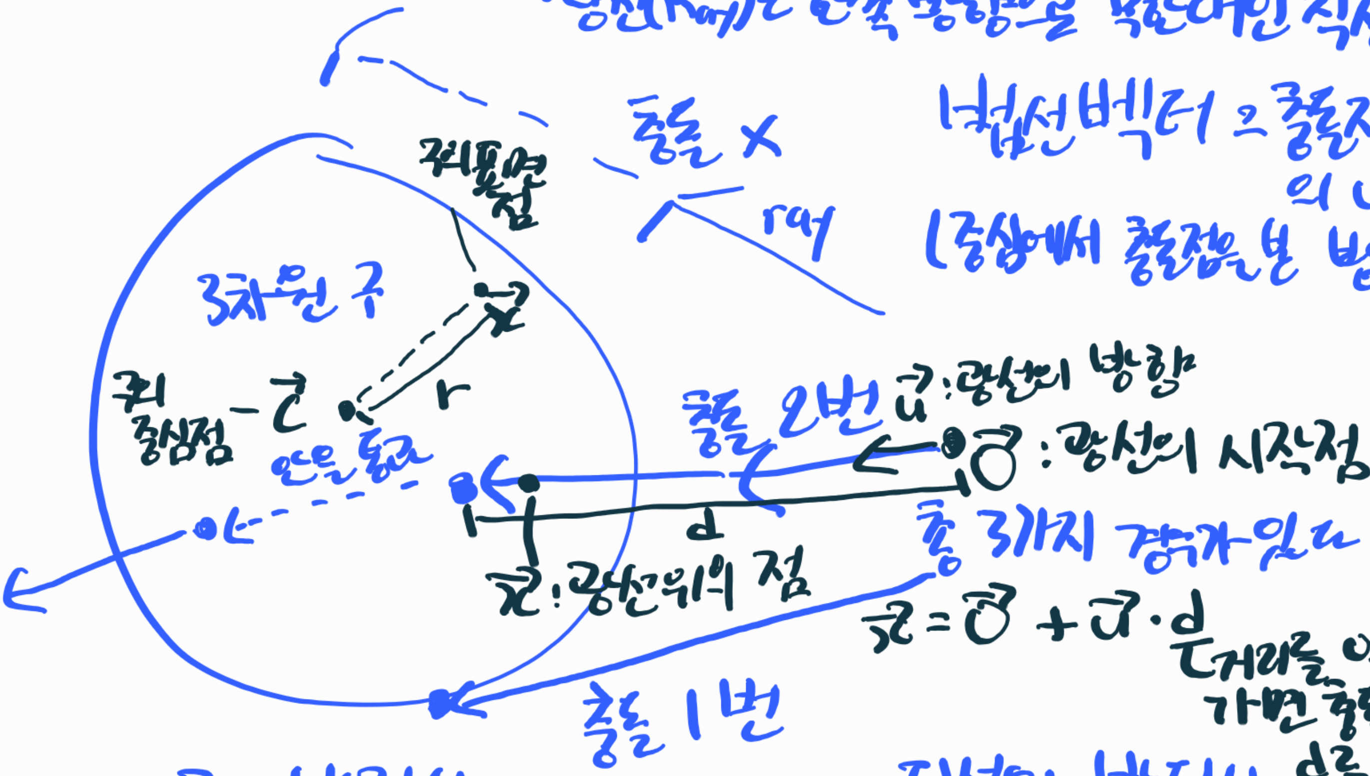
! Raytracing에선 물체의 특성들을 물체의 재질에서 직접 다룬다

Normal Vector는 표면에서 수직으로 물체의 바깥으로 향하는 벡터이다
보통 Normalize해서 Unit Vector로 저장한다.



Line-Sphere Intersection (선(ray)-구(sphere)의 교차로(충돌))

• 광선(Ray)는 한쪽 방향으로 무한대인 직선이다



법선벡터 = 충돌지점 - $\vec{c}$ 의 unit vector
(중심에서 충돌점을 본 방향)

총 3가지 경우가 있다

$\vec{x} = \vec{o} + \vec{u} \cdot d$ 는 거리를 얼마나 가면 충돌하는지 d를 찾는다.

구의 방정식

$$\|\vec{x}-\vec{c}\|^2 = r^2$$

$\vec{x}$ = points on the sphere
(표면 위의 점)
$\vec{c}$ = center point
r = radius

직선의 방정식

$$\vec{x} = \vec{o} + d\vec{u}$$

$\vec{x}$ = points on the line
$\vec{o}$ = origin of the line (Pixel)
d = distance from $\vec{o}$
$\vec{u}$ = direction of line (non-zero vector)
(보통 unit vector)

즉, 구의 방정식의 값와 직선의 방정식의 값가 같아지는 지점을 찾아주면 충돌 위치는 알수 있다.
(결국 구의 값와 직선의 값가 같아지는 d 를 찾아주면 된다)

$$\|\vec{o}+d\vec{u}-c\|^2=r^2$$

(구의 방정식에 직선의 방정식 대입)

$$(\vec{o}+d\vec{u}-c)\cdot(\vec{o}+d\vec{u}-c)=r^2$$

(어느 벡터의 절대값의 제곱은 자기자신의 Dot Product, 내적과 같다)

$$d^2\underbrace{(\vec{u}\cdot\vec{u})}_{\text{scalar}}+2d\underbrace{(\vec{u}\cdot\underbrace{(\vec{o}-\vec{c})}_{\text{vector}})}_{\text{Scalar}}+\underbrace{\underbrace{(\vec{o}-\vec{c})}_{\text{vector}}\cdot\underbrace{(\vec{o}-\vec{c})}_{\text{vector}}}_{\text{scalar}}-r^2=0$$

d = 근의 공식   근의 공식 $=\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

$$d=-(\underbrace{\hat{u}}_{\text{unit vector}}\cdot(\vec{o}-\vec{c}))\pm\sqrt{\nabla}$$

$$\nabla=(\hat{u}\cdot(\vec{o}-\vec{c}))^2-(\|\vec{o}-\vec{c}\|^2-r^2)$$

$\hat{u}$ = unit vector = 1

d1 = +한 값
d2 = -한 값
두개 저장

충돌의 경우

$\nabla<0$, 충돌 X

$\nabla=0$, 충돌 1번

$\nabla>0$, 충돌 2번
d값중 작은게 맞는 값

d가 음수면 충돌 X
(d의 값이 둘다 음수면 물체의 뒤쪽임, Ray의 반대에 있으므로 그려지면 안된다)

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = \vec{u} \cdot \vec{u} = \|\vec{u}\|^2$$

$$b = 2(\vec{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c}))$$

$$c = (\vec{o} - \vec{c}) \cdot (\vec{o} - \vec{c}) - r^2 = \|\vec{o} - \vec{c}\|^2 - r^2$$

$$d = \frac{-2(\vec{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c})) \pm \sqrt{2(\vec{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c})) - 4\|\vec{u}\|^2 (c)}}{2\|\vec{u}\|^2}$$

$$= \frac{-(\vec{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c})) \pm \sqrt{(\vec{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c})) - \|\vec{u}\|^2 (\|\vec{o} - \vec{c}\|^2 - r^2)}}{\|\vec{u}\|^2}$$

$\|\vec{u}\|^2 =$ unit vector $= 1$ (Simplify 가능)

$$\nabla(\text{nabla}) = (\hat{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c}))^2 - (\|\vec{o} - \vec{c}\|^2 - r^2)$$

$$= b^2/4 - c$$

$$d = -(\hat{u} \cdot (\vec{o} - \vec{c})) \pm \sqrt{\nabla}$$

∇가 0이 되는 경우는 거의 없다.
불투명한 물체는 d1과 d2의 값 중 작은 값이 먼저 Ray와 만난 앞이라 작은 값을 사용한다