Esfera
Definições

Esfera:

- $\dot{C}_e$ - Centro da esfera
- r - Raio da esfera

Raio:

- $R(t) = \dot{P}_0 + \vec{d}_r t$ - The trustworthy equação do raio
- $\dot{P} = R(t)$ - Um ponto de colisão hipotético do raio com as superfícies calculadas

Se um ponto $\dot{P}$ do raio colide com a superfície da esfera, esse ponto $\dot{P}$ tem que estar a uma distância r do centro da esfera. Isto é:

$$|\dot{P} - \dot{C}_e| = r$$

Desenvolvendo para achar uma equação baseada em t:

$$(\dot{P} - \dot{C}_e) \cdot (\dot{P} - \dot{C}_e) - r^2 = 0$$

Como $\dot{P} = \dot{P}_0 + \vec{d}_r t$, então $\dot{P} - \dot{C}_e = \dot{P}_0 + \vec{d}_r t - \dot{C}_e = (\dot{P}_0 - \dot{C}_e) + \vec{d}_r t$
Substituindo $\dot{P}_0 - \dot{C}_e = \vec{w}$:

$$(\vec{w} + \vec{d}_r t) \cdot (\vec{w} + \vec{d}_r t) - r^2 = 0$$

$$\color{red}{t^2 \vec{d}_r \cdot \vec{d}_r} + \color{green}{2t\vec{d}_r \cdot \vec{w}} + \color{blue}{\vec{w} \cdot \vec{w} - r^2} = 0$$

Assim, temos uma equação do segundo grau que nos dá o nosso querido t onde:

$$a = \color{red}{\vec{d}_r \cdot \vec{d}_r}, \quad b = \color{green}{2\vec{d}_r \cdot \vec{w}}, \quad c = \color{blue}{\vec{w} \cdot \vec{w} - r^2}$$

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

E então, devemos checar se o delta é positivo, achar o t não-negativo mais próximo de 0 ($t < 0$ significa que o ponto de colisão está atrás do observador). Esse será o t que colocaremos em $r(t)$ para obtermos o ponto de colisão $\dot{P}$ do raio com a esfera.

Para obtermos a normal desse ponto de colisão, basta pegarmos o vetor que sai do centro da esfera e vai até o ponto $\dot{P}$. (Não esqueça de normalizar esse vetor!)

$$\vec{n} = \frac{\dot{P} - \dot{C}_e}{|\dot{P} - \dot{C}_e|}$$