Cilindro
Definições

Cilindro:

- $\dot{C}_b$ – Centro da base do cilindro
- $\vec{d}_c$ – Direção do eixo do cilindro
- h – Altura do cilindro
- r – Raio da base do cilindro
- $\dot{C}_t$ – Centro do topo do cilindro: $\dot{C}_t = \dot{C}_b + h\vec{d}_c$

Matrizes:

- $\mathbf{Q}$ – Matriz de projeção sobre ao eixo $\vec{d}_c : \mathbf{Q} = \vec{d}_c^{\,t}\vec{d}_c$
- $\mathbf{M}$ – Matriz de projeção ortogonal ao eixo $\vec{d}_c : \mathbf{M} = \mathbf{I} - \mathbf{Q}$

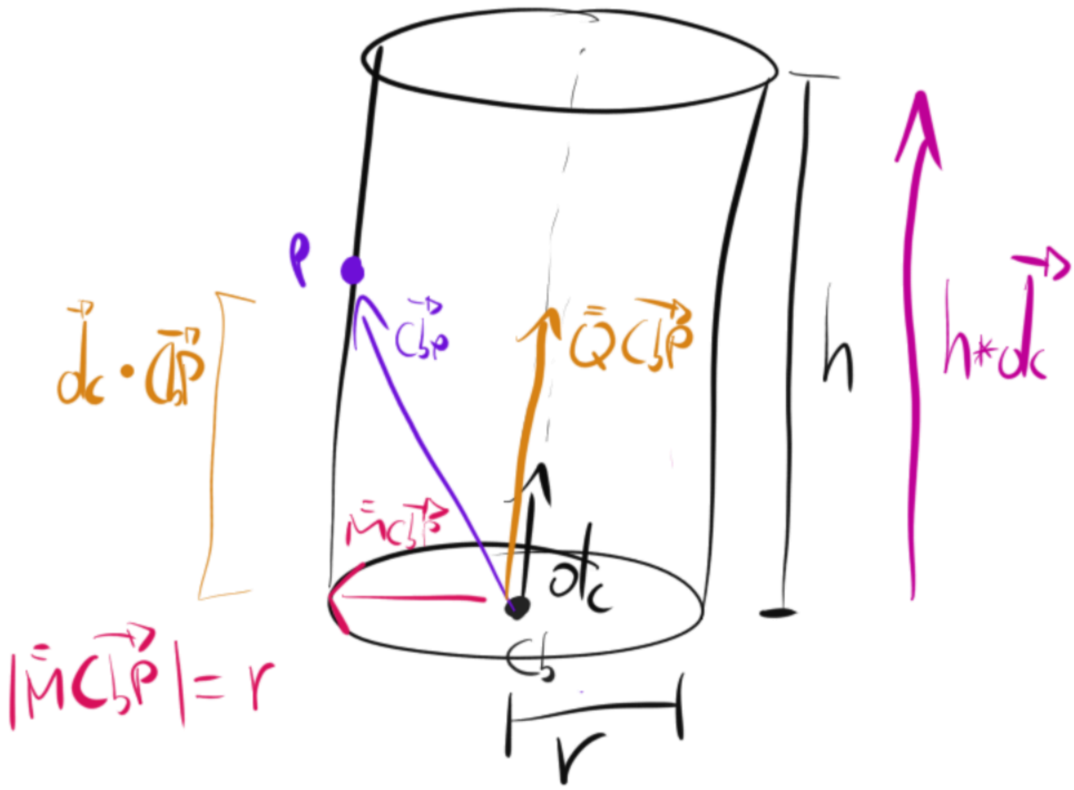
Raio:

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

Superfície cilíndrica

Para um ponto $\dot{P}$ na superfície de um cilindro, devemos checar duas coisas:

1. A distância desse ponto para o eixo do cilindro é igual ao raio do cilindro
2. A distância desse ponto pra base do cilindro está entre `0` e h



Assim, basta checar se:

$$|\mathbf{M}\vec{C_bP}| = r$$

$$\implies (\mathbf{M}\vec{C_bP}) \cdot (\mathbf{M}\vec{C_bP}) - r^2 = 0$$

E com $\vec{C_bP} = P_0 + \vec{d_r}t - C_b = (C_b - P_0) + \vec{d_r}t$
Substituindo $\vec{w} = (C_b - P_0)$, temos

$$(\mathbf{M}\vec{w} + \mathbf{M}\vec{d_r}t) \cdot (\mathbf{M}\vec{w} + \mathbf{M}\vec{d_r}t) - r^2 = 0$$

$$\implies {\color{red} t^2\mathbf{M}\vec{d_r} \cdot \mathbf{M}\vec{d_r}} + {\color{green} 2t\mathbf{M}\vec{d_r} \cdot \mathbf{M}\vec{w}} + {\color{blue} \mathbf{M}\vec{w} \cdot \mathbf{M}\vec{w} - r^2} = 0$$

Coeficientes finais:

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

Daí é ver se $\Delta \geq 0$, pegar a raíz (t) não-negativa mais próxima $(t < 0$ significa que o ponto de colisão está atrás do observador), e checar se o ponto de colisão $\dot{P} = r(t)$ está entre a base e o topo do cilindro.

$$0 \leq \vec{C_bP} \cdot \vec{d_c} \leq h$$

Vetor normal:

O vetor normal é simplesmente a projeção de $\vec{C_bP}$ no plano ortogonal a $\vec{d_c} : \vec{n} = \mathbf{M}\vec{C_bP}$

(não esqueça de normalizar o vetor!)

$$\vec{n} = \frac{\mathbf{M}\vec{C_b P}}{|\mathbf{M}\vec{C_b P}|}$$

Base do cilindro

Podemos usar a técnica de teste de colisão com um plano.
Pra base do cilindro:

- Ponto conhecido do plano: $\dot{C}_b$
- Normal do plano: $\vec{n_{base}} = -\vec{d}_c$
- $\vec{w} = \dot{P}_0 - \dot{C}_b$

$$t = -\frac{\vec{w} \cdot -\vec{d}_c}{-\vec{d}_c \cdot \vec{d}_r}$$

(Não esquecer de checar se $\vec{n} \cdot \vec{d}_r \neq 0$ e se $t > 0$)
($t < 0$ significa que o ponto de colisão está atrás do observador)

Ademais, devemos checar se a distância do ponto $\dot{P}$ dado por $R(t)$ até o centro da base é menor ou igual ao raio r da base do cilindro. O ponto pertecer ao *plano da base do cilindro* não significa que ele pertence à **base do cilindro em si**.

$$|\dot{P} - \dot{C}_b| \leq r$$

(não confundir $\dot{P}$ com $\dot{P}_0$).

Devemos fazer o mesmo pro topo do cilindro:

- Ponto conhecido do plano: $\dot{C}_t = \dot{C}_b + h\vec{d}_c$
- Normal do plano: $\vec{n_{topo}} = \vec{d}_c$
- $\vec{w_{topo}} = \dot{P}_0 - \dot{C}_t$

$$t = -\frac{\vec{w_{topo}} \cdot \vec{d}_c}{\vec{d}_c \cdot \vec{d}_r}$$

$$|\dot{P} - \dot{C}_t| \leq r$$

Por fim, checar qual a colisão mais próxima (a da superfície do cilindro, a da base do cilindro, ou a do topo), etc.