

- **Oc-Tree**

Paso 1: Nodo raíz

El Oc-Tree comienza con un nodo raíz que abarca todo el espacio tridimensional definido por:

$\text{min_coord} = [x_min, y_min, z_min]$

$\text{max_coord} = [x_max, y_max, z_max]$

Este nodo contiene inicialmente todos los puntos de la nube.

Paso 2: Subdivisión del nodo

Si el nodo contiene más puntos de los permitidos (max_points) y su tamaño es mayor al mínimo tamaño de celda permitido (min_cell_size), se subdivide en 8 subnodos (octantes).

Cada subnodo corresponde a una subdivisión del espacio en 8 regiones iguales (octantes), definidas por dividir los límites en la mitad:

- El punto medio del nodo para cada uno de los ejes se calcula usando la siguiente fórmula:

- $\text{mid_x} = (x_min + x_max) / 2$

- $\text{mid_y} = (y_min + y_max) / 2$

- $\text{mid_z} = (z_min + z_max) / 2$

- Los octantes tienen los límites:

- **Octante 1:** $[x_min, \text{mid_x}] \times [y_min, \text{mid_y}] \times [z_min, \text{mid_z}]$

- **Octante 2:** Partiendo del Octante 1, vamos cambiando los productos de las multiplicaciones para completar las 8 regiones. Por ejemplo, otro octante podría ser:

$[\text{mid_x}, x_max] \times [y_min, \text{mid_y}] \times [z_min, \text{mid_z}]$

En este caso, hemos tomado la parte del espacio que va de la división del medio hasta el mínimo en los ejes 'y' y 'z', pero del medio al máximo en el eje 'x'. Esto se hace para completar todas las regiones dividiendo cada eje en dos partes. Finalmente, combinando las divisiones de cada eje, se obtienen las 2^3 regiones tridimensionales es decir los 8 octantes.

Paso 3: Asignar puntos a los octantes

Para cada punto del nodo original, verificamos en qué octante cae. Esto se hace comparando las coordenadas del punto con los límites de los octantes.

Ejemplo:

Supongamos que tenemos un punto $p = (x_p, y_p, z_p)$. Lo asignamos a un octante verificando:

- Si $x_{\min} \leq x_p < \text{mid}_x$: Pertenece a la parte izquierda del eje x.
- Si $y_{\min} \leq y_p < \text{mid}_y$: Pertenece a la parte inferior del eje y.
- Si $z_{\min} \leq z_p < \text{mid}_z$: Pertenece a la parte frontal del eje z.

Repitiendo esta lógica, encontramos exactamente en qué octante debe estar el punto.

Este proceso es recursivo: cada subnodo puede subdividirse nuevamente en 8 octantes nuevos si cumple las condiciones de subdivisión anteriormente mencionadas, si esto pasara el subnodo entraría al paso 2 nuevamente, en caso contrario pasaría al paso 4

Paso 4: Nodos hoja

Cuando un nodo ya no se puede subdividir por tener menos de `max_points` o alcanzar `min_cell_size`, se convierte en un nodo hoja.

En los nodos hoja:

- Se almacena el número de puntos (count).
- Se calcula la media de las coordenadas de los puntos almacenados (mean).

• Diferencias clave

| Característica | Rejilla de Ocupación | Oc-Tree |
|---------------------|---------------------------------------|---|
| Resolución | Fija | Adaptativa |
| Estructura de datos | Matriz o diccionario | Árbol jerárquico |
| Eficiencia espacial | Consume más espacio para zonas vacías | Más eficiente (menos nodos en zonas vacías) |
| Complejidad | Simplicidad de implementación | Más compleja (recursión) |