

ANEXOS

Anexo A. Partición de Voronoi

La información que aparece en este anexo se ha extraído de [3], se trata de explicar los pasos a seguir para hacer una partición de Voronoi. Se parte de una región S con por ejemplo dos puntos, q y p . Se denota como $d(p, x)$ a la distancia euclídea del punto p a otro x también perteneciente a la región S .

Primero se calcula el bisector que es la recta perpendicular al centro del segmento \overline{pq} , matemáticamente se puede ver como:

$$B(p, q) = \{x \mid d(p, x) = d(q, x)\}, \quad (\text{A.1})$$

Esta línea se prolonga hasta los límites de la abstracción o hasta que se junte con otra bisectriz. De esta manera queda dividido en un semiplano $D(p, q)$ que contiene el punto p .

$$D(p, q) = \{x \mid d(p, x) < d(q, x)\}, \quad (\text{A.2})$$

El semiplano que contiene el punto q se representa como $D(q, p)$. La región de Voronoi del punto p es la unión de todos los semiplanos que contiene el punto p .

$$VR(p, S) = \bigcap_{q \in S, q \neq p} D(p, q), \quad (\text{A.3})$$

Y por último la abstracción entera es el conjunto de todas las regiones de Voronoi contenido en la región S .

$$V(S) = \bigcup_{p, q \in S, p \neq q} \overline{VR(p, S)} \cap \overline{VR(q, S)}, \quad (\text{A.4})$$

Dos robots son vecinos cuando dos regiones de Voronoi comparten una misma arista. En la mayoría de casos esta arista termina en un punto llamado vértice que delimita tres o más regiones.

Una vez obtenido la división en regiones, se calcula el centroide de cada una. Así, para una región de Voronoi VR que contiene un punto q , su centroide se calcula como:

$$C_{VR} = \frac{1}{M_{VR}} \int_{VR} q \rho(q) dq, \quad (\text{A.5})$$

Siendo M_{VR} la masa de dicha región y $\rho(q)$ la función densidad de la masa que determina que zonas de la región son más interesantes.

$$M_{VR} = \int_{VR} \rho(q) dq, \quad (\text{A.6})$$

Otra manera de calcular los centroides es haciendo mínima la función H en la abstracción V para cada región de Voronoi VR_i .

$$C_{VR_i} = \arg \min_{v_i} H(V, VR_i) \quad (\text{A.7})$$

La H representa la función de localización óptima lo que hace que mejor la percepción de los robots eliminando el ruido que se crea debido a grandes distancias.

$$H(V, W) = \sum_{i=0}^n \int_{w_i} f(\|q - p_i\|) \rho(q) dq, \quad (\text{A.8})$$

La f es la función de percepción de los dispositivos y como se puede ver depende de la distancia entre el punto y los puntos que tiene la partición.

Anexo B. Algoritmo de búsqueda A*

El algoritmo analiza todas las posibles trayectorias desde el punto inicial al final y escoge aquella que tenga un menor coste. Este coste depende de la distancia que tiene una casilla cualquiera hasta la casilla final, luego la trayectoria con menor coste es lo mismo que decir la de menor distancia.

Cada casilla tiene un coste y está representado mediante la función de coste F , ésta a su vez es la suma de otras dos funciones:

- Función G : es la distancia de cada casilla a la casilla de inicio.
- Función H : es la distancia estimada de cada casilla a la casilla final.

Al principio del algoritmo se calcula la función G de cada casilla. El algoritmo tiene dos listas, una "cerrada" y otra "abierta". Se comienza con la casilla inicial, llamada casilla padre, en la lista "cerrada" y sus ocho casillas vecinas, llamadas casillas hijas, en la lista "abierta". Hay que aclarar que las casillas que sean obstáculos no se analizan y por tanto no se añaden a la lista "abierta". Ahora se calcula la función H de las casillas vecinas. De éstas se selecciona aquella que tiene menor función F (función G + función H), dicha casilla se elimina de la lista "abierta" y se guarda en la lista "cerrada". Desde esta casilla, la cual es ahora la casilla padre, se vuelve a realizar el mismo procedimiento, es decir, se añade a la lista "abierta" las ocho vecinas, algunas no habrá que añadirlas ya que ya estarán en la lista. Se calcula la función F de éstas. De todas las casillas que hay en la lista abierta se selecciona aquella que tiene menor valor en la función F y se guarda en la lista "abierta" tras eliminarla de la lista "cerrada", ésta será ahora la casilla padre. Estos pasos se repiten continuamente.

El algoritmo puede acabar de dos formas, cuando a la lista "abierta" no le quedan más casillas significa no se ha podido calcular la trayectoria entre los dos puntos. El otro caso es cuando en la lista "cerrada" se tiene la casilla final, en ese caso hay que seleccionar el conjunto casillas padre-hija que permiten unir el punto inicial y el final. Éste por tanto será el recorrido más corto.