

LLAMADO A PASANTÍA

DIAGRAMAS DE VORONOI GENERALIZADOS

PRESENTACIÓN:

MINA (Network Management & Artificial Intelligence) es un grupo de investigación integrado por docentes del Instituto de Computación que se dedica principalmente al estudio de las áreas de gestión de redes, inteligencia artificial (IA), robótica autónoma móvil y tecnologías afines.

Dentro del área de robótica autónoma móvil los temas de mayor interés son:

- Navegación
 - Planificación de movimientos
 - SLAM: Localización y construcción de mapas en simultáneo
 - Robótica bioinspirada
 - Robótica cognitiva
- Aprendizaje por imitación
- Cooperación multi-agente

En los últimos 10 años el MINA ha tutorado varias tesis de grado de la carrera Ingeniería en Computación relacionados con el fútbol de robots, simulaciones robóticas, visión artificial, construcción de robots de bajo costo, SLAM.

CONTEXTO:

La planificación de movimientos es uno de los mayores problemas a resolver durante la creación de un robot autónomo. No es el único e interactúa con otros también muy importantes como: control en tiempo real, sensado y planificación de tareas. En tal sentido, crear robots autónomos requiere, definitivamente, dotarlos del poder de decidir automáticamente qué movimientos realizar para lograr sus objetivos o de otro modo, dotarlos de la habilidad de planificar automáticamente sus movimientos.

El objetivo de la planificación de movimientos, en términos generales, es que dada una especificación de una tarea utilizando un lenguaje de alto nivel, el robot sea capaz de descomponerla automáticamente en un conjunto de movimientos primitivos que le permitan cumplir con lo solicitado.

Desde su primera versión, del paradigmático problema de mover un piano [Schwartz1983], la planificación de movimientos ha evolucionado aplicándose tanto a brazos robóticos como a robots móviles, en un conjunto variado de problemas: animación digital, cirugía, verificación automática de diseño de fábricas, construcción de mapas en entornos desconocidos, navegación en entornos dinámicos, ensamblaje, diseño de medicamentos, entre otras.

Existe un gran número de métodos para resolver el problema de planificación de movimientos. Sin embargo, a pesar de sus diferencias, estos métodos se basan en un número reducido de enfoques que pueden clasificarse en: roadmap, cell decomposition y potential field. [Latombe1991]

El uso de Roadmaps en Planificación de movimientos comienza a partir del trabajo de Canny. Este enfoque consiste en capturar la conectividad del espacio de configuraciones libres y reflejarla en una red de curvas unidimensionales llamada roadmap. El problema de planificación de movimientos se reduce pues a conectar la configuración inicial y final a la red y encontrar un camino libre de colisiones que conecte ambos puntos. El camino resultante, si existe, se compone por tres tramos o subcaminos: un tramo que conecta la configuración inicial al roadmap, otro contenido en el roadmap y por último uno que conecta el roadmap con la configuración destino.

Además de ser una de las principales construcciones dentro de la Geometría Computacional, al igual que los grafos de visibilidad y las redes de autopistas, los

diagramas de Voronoi son una de las técnicas más usuales para la construcción de roadmaps. [Roque1996, Foskey2001, Roque2005, Wein2007, Bhattacharya2008]

Sea S un conjunto de entidades geométricas en R^d y una distancia métrica $||\cdot||$, el diagrama de Voronoi correspondiente a S es la partición de R^d en la máxima cantidad de regiones, tales que los puntos pertenecientes a cada región de Voronoi cumplen la condición de estar más cerca de una sola entidad de S que de ninguna otra. [Wein2007]

En robótica móvil han sido aplicados considerando, usualmente, el espacio correspondiente a R^2 , la distancia euclidiana entre puntos y el principio del vecino más próximo. Así pues, si se considera a $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ un conjunto de puntos no alineados en el plano y sea $d(p_i, p_j)$ la distancia euclidiana entre los puntos p_i y p_j , la región de Voronoi $R(p_i)$ generada por el punto p_i queda definida por la ecuación:

$$R(p_i) = \{p \in R^2; d(p, p_i) \leq d(p, p_j), \forall j \neq i\}$$

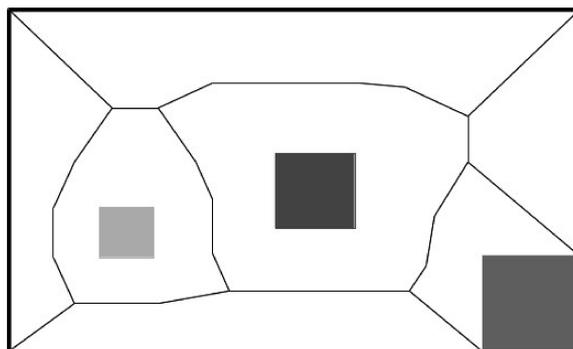
En este contexto, a los puntos p_i se les denomina generadores de Voronoi y al conjunto de todas las regiones de Voronoi $R(p_1), R(p_2), \dots, R(p_n)$, diagrama de Voronoi de P . Además, a una frontera común a dos regiones se le denomina arista de Voronoi y a un punto de corte entre tres o más aristas, vértice de Voronoi.

Los diagramas de Voronoi presentan dos propiedades de interés en el contexto de la planificación de movimientos para robots móviles:

1. Toda arista de Voronoi pertenece a la mediatriz del segmento de recta formado por los dos puntos generadores de las regiones que determinan la arista.
2. Todo vértice de Voronoi está ubicado exactamente en el circuncentro del polígono definido por los puntos generadores de las regiones que determinan el vértice.

Estas propiedades permiten el uso de diagramas de Voronoi para generar roadmaps donde se pueden computar caminos de máxima seguridad entre obstáculos.

Otra ventaja estriba en la posibilidad de generalizar dichos diagramas, pudiéndose definir generadores (no puntuales) con formas geométricas más representativas de obstáculos reales. Así pues, sería posible representar una pared definiendo un generador con forma de segmento de recta o utilizar un polígono para representar la proyección ortogonal sobre el plano de otro robot, muebles, entre otros tipos de obstáculos que suelen presentarse en entornos reales. La siguiente figura muestra un diagrama de Voronoi generado a partir de tres cuadrados (estos podrían representar tres obstáculos presentes en el entorno).



OBJETIVOS:

1. Relevar implementaciones existentes de librerías que permitan trabajar con Diagramas de Voronoi.
2. Desarrollar en Java una librería que permita trabajar con Diagramas de Voronoi Generalizados en el problema de planificación de movimientos de robots autónomos móviles.

RESULTADOS ESPERADOS:

1. Software con las prestaciones indicadas.
2. Documentación del producto desarrollado.

PLAN DE TRABAJO:

- Estudio del tema (15d).
- Relevamiento del software disponible (15d).
- Desarrollo/adaptación del software solicitado (hasta 60d).
- Elaboración de la documentación correspondiente (15d).

PERFIL:

Estudiante de la carrera Ingeniería en Computación que esté cursando 3er año o más avanzado que manifieste interés en temas afines. Debe tener aprobados los cursos Programación 3 y Programación 4.

LLAMADO:

Se llama estudiantes que cumplan con el perfil indicado. El proyecto durará como máximo 3 meses a partir del inicio de actividades. La participación en el proyecto no será remunerada.

INSTRUCCIONES:

Enviar carta de presentación personal y CV por e-mail, incluyendo "Pasantía GVD" en el asunto del mensaje, a la dirección fbenavid@fing.edu.uy.