



**Tecnológico
de Monterrey**

La robótica en la exploración de Marte

Raúl Correa Ocañas

A01722401

Diseño de Agentes Inteligentes (Grupo 101)

Campus Monterrey

9 de septiembre de 2023

Evidencia 1: Proyecto Integrador

Tabla de contenidos

1. Caracterización del entorno de trabajo de un robot explorador en Marte	2
2. Planeación de rutas para la exploración en Marte	6
2.1 Prueba de algoritmos de búsqueda	6
2.2 Rendimiento de los algoritmos de búsqueda para rutas cortas y largas	7
3. Descenso al fondo de un cráter en Marte	8

1. Caracterización del entorno de trabajo de un robot explorador en Marte

- I. Investiguen qué tipo de sensores utilizaría un robot explorador diseñado para recorrer la superficie de Marte, similar al Perseverance Rover, y contesten las siguientes preguntas:
 - A. ¿Qué propósito tiene cada uno de los sensores del explorador?

Un rover para exploración necesita tener cámaras para evitar chocar contra los objetos, cámaras para recolectar información y también cámaras especializadas para ver en la oscuridad, sensores de temperatura, sensores del ambiente así como microscopios para analizar los objetos que recupera.

- B. ¿Qué información proporciona cada uno de ellos?

Las cámaras proporcionan información visual, tanto para navegación como evitar objetos. Por otro lado, las cámaras más especializadas pueden proporcionar información sobre los objetos recolectados. Por otro lado, el microscopio funciona para análisis de pruebas específicas.

- C. De la información proporcionada por los sensores, ¿cuál consideran que es la más relevante para el robot para poder navegar de manera segura?

Para tener una navegación más segura es necesario tener una gran cantidad de cámaras que puedan evitar objetos y medir distancias de manera segura.

- II. Indiquen qué actuadores requieren típicamente un robot explorador, y qué función realizan.

Los robots exploradores necesitan tener actuadores como controlar los brazos robóticos para recolección, es necesario que puedan controlar sus llantas y dirección. De igual manera es necesario tener un actuador que pueda analizar las muestras a través de las demás cámaras.

- III. Completen la descripción PEAS para un robot explorador de la superficie marciana, indicando los elementos necesarios para medir el rendimiento del robot. ¿Qué elementos consideran evaluar para determinar si el robot está operando de manera racional?

Medidas de rendimiento	Entorno	Actuadores	Sensores
<ul style="list-style-type: none"> • El robot llega de manera segura • Toma el camino más corto • El robot encuentra pruebas nuevas para analizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Cráteres • Montañas • Planicies • Rocas • Géiseres • Arenas movedizas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruedas • Propulsores • Motor • Brazos robóticos • Compartimiento para paquetes • Cámaras 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de GPS • Sistema de almacenamiento de información • Sensores de calor • Sensores de gases

- IV. Caractericen el entorno del robot explorador en términos de sus propiedades (observable vs parcialmente observable, competitivo vs cooperativo, determinístico vs estocástico, episódico vs secuencial, estático vs dinámico, discreto vs continuo, conocido vs no conocido). Justifiquen su respuesta.

Ambiente	Categoría	¿Por qué? Características que lo define
Completa o parcialmente observable	Parcialmente observable	El agente puede solamente ver lo que sus sensores perciben y la historia que ha tenido. Puede tener una idea de lo que hay en la superficie dadas las imágenes satelitales, pero no se pueden saber los detalles del ambiente.
Competitivo vs cooperativo	No aplica	Dado que el agente está solo en otro planeta sin otros agentes ni personas que toman acciones, por lo que no es competitivo ni cooperativo

Determinístico, estocástico o estratégico	Estocástico	Es un ambiente esto
Episódico o secuencial	Secuencial	Es un ambiente secuencial pues lo que hace en un paso afectará el recorrido y sus posibles decisiones futuras
Estático, dinámico o semi-dinámico	Dinámico	El ambiente puede cambiar sus condiciones con el tiempo, tal vez las piedras no se muevan, pero habrá tormentas, cambios en la temperatura y algunos géiseres se pueden activar.
Discreto o continuo	Continuo	Mientras el agente decide lo que hace el tiempo sigue pasando y se alteran las condiciones

Mono o multi-agente	Mono	El es el único agente en el ambiente.
Conocido vs no conocido	No conocido	Es un ambiente no conocido, esto cambiará cada que realice una exploración pues tendrá su historia acumulada.

- V. ¿Qué tipo de agente utilizarían para explorar Marte (reactivo simple, reactivo basado en modelos, basado en objetivos, basado en utilidad)? ¿Por qué?

El agente deberá ser capaz de tener un objetivo y buscar la mejor manera de cumplirlo, así sea recolectar cierta información, explorar alguna zona o llegar a una posición

- VI. ¿Es necesario que el agente sea capaz de aprender durante su exploración? ¿Qué elementos debe mejorar con la experiencia?

El agente podrá aprender las características del ambiente en el cual se encuentra, haciendo que si en algún momento necesita realizar alguna exploración cerca de una zona explorada podrá seguir el camino que siguió en su historia. De esta manera se puede disminuir el costo de cada acción a futuro.

2. Planeación de rutas para la exploración en Marte

2.1 Prueba de algoritmos de búsqueda

- I. Algoritmos Seleccionados:
 - A. Búsqueda Ciega: Anchura
 - B. Búsqueda Ciega: Profundidad
 - C. Búsqueda Informada: A*

- D. Búsqueda Informada: Codiciosa
- II. ¿Qué algoritmos lograron encontrar una ruta válida?
- A. Búsqueda Ciega: Anchura
 - B. Búsqueda Informada: A*
 - C. Búsqueda Informada: Codiciosa
- III. ¿Es necesario utilizar búsquedas informadas para este caso?
- A. Para la distancia dada, el algoritmo de búsqueda por anchura pudo resolver el problema en un tiempo aceptable (3s). Por lo tanto, se puede utilizar para este problema.
 - B. Sin embargo, para distancias mayores o para casos donde cueste más trabajo encontrar la solución, la mejor opción sería utilizar alguna heurística que le facilite resolver el problema y trabajar de manera más óptima.
- IV. ¿Qué función heurística resultó adecuada para este problema?
- A. La heurística seleccionada y adecuada para este problema sería una que sea la más próxima al costo real a la solución, sin exceder este. Sabemos que el problema puede ser resuelto con movimientos como un problema de taxista, entonces podemos utilizar la distancia de Manhattan para estimar la distancia restante. Por lo tanto, se seleccionó esta heurística.

2.2 Rendimiento de los algoritmos de búsqueda para rutas cortas y largas

- V. Algoritmo Seleccionado: A*
- A. Rutas de navegación:

```
1. # (x1,y1,x2,y2)
2.     # Pares Ordenados [0,500]
3.     1: (4500, 5000, 4300, 4900),
4.     # Pares Ordenados (1000,5000]
5.     2: (4500, 5000, 3000, 7500),
6.     # Pares Ordenados (10000, max)
7.     3: (4500, 500, 2000, 12500)
```

- VI. Contesten las siguientes preguntas:

- A. ¿En qué casos el algoritmo es capaz de resolver el problema en un tiempo aceptable?

Nuestro algoritmo es capaz de resolver los problemas de una manera y tiempo aceptable en cualquier distancia, desde distancias cortas como lo serían de 0 a 500 metros, como distancias considerables como lo son de 1000 a 5000, o inclusive distancias grandes como lo serían de 10,000 en adelante, pero es recomendable trabajar con distancias moderadas como lo serían los primeros dos casos. Corriendo los tres ejemplos, el algoritmo de A* pudo llegar a las tres soluciones en 30s.

- B. En los casos que el algoritmo no encuentra un resultado, ¿qué acciones se podrían realizar para ayudar al algoritmo a resolver el problema?

En este caso se debería de probar con un método o heurística diferente, cosa que no debería de pasar, o tal vez deberían de probar acortando las distancias entre el punto inicial hasta el punto deseado para que el procesamiento del agente sea más corto, rápido y efectivo.

VII. Conclusiones

Esta sección de la situación problema es una que tuvo muchos aprendizajes, ya que se tuvo que aplicar conocimiento previo para resolver un nuevo problema. El tomar un problema de este tamaño por su cuenta puede ser abrumador e incluso difícil de resolver. Sin embargo al buscar resolver un ejemplo más chico, o reducir el espacio de trabajo, es posible hacer una generalización del problema que puede resolver casos más complejos. Una vez pudimos plantear el problema, fue fácil aplicarlo para los diferentes algoritmos de búsqueda.

Para seleccionar los algoritmos no hubo problemas, el ambiente sigue siendo el mismo y solo varía en que si el algoritmo necesita una heurística o no. Por lo tanto, seleccionamos los cuatro algoritmos siendo mitad ciegos y la otra mitad siendo informados.

Sin embargo, la selección de heurísticas fue un detalle complicado. Originalmente teníamos una heurística L2, y un costo de 1. Sin embargo, notamos que se tenían mejores resultados si consideramos la heurística como una distancia L1, y adicionalmente el costo como L2. De esta forma podríamos considerar ambas cosas y ayudar a llegar más rápido a la respuesta sin que esta deje de ser admisible.

3. Descenso al fondo de un cráter en Marte

3.1 Búsqueda codiciosa

- I. ¿Hasta dónde es capaz el explorador de llegar?

Haciendo múltiples pruebas, observamos que el algoritmo logró alcanzar una altura mínima de 140m.

- II. Prueben su algoritmo con otras cinco posiciones cercanas y lejanas al fondo del cráter. ¿Qué tan bueno es el algoritmo para llegar al fondo del cráter en los casos probados?

Haciendo pruebas con otras coordenadas, también llegamos a resultados similares, por lo que podemos inferir que el algoritmo no es tan bueno para llegar a respuestas distintas en diferentes casos.

3.2 Búsqueda Recocido Simulado

- III. ¿Qué algoritmo logra llegar más profundo en el cráter?

El algoritmo que logra llegar más profundo en el cráter es el de recocido simulado, pues al buscar las mejores opciones, pero poder tomar una decisión incorrecta momentáneamente lo lleva a descubrir nuevas rutas, esto no sucede con el método greedy pues cuando se encuentre con un máximo local de la función no buscará salir de este terminando el programa.

- IV. ¿Recomendarían a los ingenieros del robot utilizar alguno de estos algoritmos?

Aunque los métodos de búsqueda son eficientes en su trabajo, y logran alcanzar un punto mínimo, no garantizan llegar al punto más profundo de un cráter. Por lo tanto, para esta situación en específico sería más recomendable tener un estado meta que se busque alcanzar, en vez de buscar cumplir con una condición que también puede ser cumplida por algún caso no esperado.

3.3 Conclusiones

En conclusión, al analizar el desempeño de dos algoritmos de búsqueda, podemos observar diferencias significativas en su eficacia y capacidad para alcanzar el objetivo deseado. La Búsqueda Codiciosa se limita en su capacidad de exploración y tiende a quedarse atrapada en máximos locales. Aunque logra alcanzar una altura mínima de 140 metros en múltiples pruebas, su falta de exploración de nuevas rutas le impide llegar al punto más profundo del cráter en diversos casos.

Por otro lado, el algoritmo de Recocido Simulado logra explorar diferentes opciones y no quedarse atrapado en máximos locales. Este enfoque le permite descubrir nuevas rutas hacia el fondo del cráter y, en consecuencia, alcanza una mayor profundidad en comparación con la Búsqueda Codiciosa.

Es importante mencionar que ninguno de estos algoritmos garantiza llegar al punto más profundo del cráter en todos los casos. En este contexto, podría ser más recomendable definir un estado meta específico que se busque alcanzar en lugar de depender de condiciones generales que pueden no garantizar el éxito en la exploración de un cráter. Adicionalmente, siempre se puede considerar posibles mejoras a los algoritmos para aumentar la eficacia y la confiabilidad del rover.