



Tecnológico de Monterrey

Caracterización del entorno de trabajo de un robot explorador en Marte

Integrantes del equipo 3:

Miranda Isabel Rada Chau A01285243

Eliani González Laguna A00836712

Pablo Pérez Sandoval A01710355

Incluye las reflexiones y conclusiones personales de Miranda
Rada - A01285243.

4 de mayo del 2024

Diseño de agentes Inteligentes

(Gpo 201)

Profesor:

Dr. Santiago Enrique Conant Pablos

Los Rovers son un tipo de robot explorador muy cotizado, ya que las misiones a Marte cada vez son más factibles. Los estudios de la superficie de Marte han sido una posibilidad considerada desde hace muchos años, pero conforme ha pasado el tiempo se ha ido convirtiendo en una realidad.

1. 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:

- **¿Qué propósito tiene cada uno de los sensores del explorador?**

Existe el MEDLI2 (Mars Entry Descent and Landing instrumentation 2), el cual está compuesto por varios sensores. Estos sensores ayudan a disminuir la probabilidad de cometer errores en ambientes difíciles. Hace esto a través de la medición de las condiciones climáticas incluyendo tanto el calor como la presión en la zona. Esto implica que el sensor les proporciona información sobre las condiciones climáticas en un momento determinado. (Reed, 2020)

Los 3 tipos de sensores usados en MEDLI2 son:

- Termopares. Estos proporcionan información sobre la temperatura. Este sensor mide la temperatura a través de la corriente eléctrica generada cuando el aparato tiene un gradiente de temperatura. Este sensor tiene un propósito de asegurar que va a haber lecturas constantes de la temperatura evitando la incertidumbre causada por partes que se pueden mover.
- Sensores de flujo del calor: Estos sensores proporcionan información sobre la capacidad de una superficie para conducir calor y sobre el flujo de calor en una superficie dada. Estos sensores buscan informar al agente sobre el flujo de calor en ese momento.
- Transductores de presión: Proporcionan información sobre la fuerza que ejerce un líquido sobre una superficie. Estos sensores se sitúan en el escudo termal del robot para medir la presión en diferentes momentos de vuelo.

Estos no son los únicos sensores que se encuentran en este tipo de rovers. También hay varios tipos de sensores ambientales. Todos estos sensores le proporcionan información al robot sobre las condiciones del ambiente en el que se encuentra con el propósito de poder almacenar la información recopilada sobre las propiedades del planeta y así poder estudiarlas. (Reed, 2020)

- Sensores de temperatura del aire. Estos recolectan información sobre la temperatura del aire en la zona. Estos sirven para poder analizar si la temperatura está impactando la eficiencia y el funcionamiento del robot. Además, ayuda a ver si el robot se ha dañado a partir de esto lo cual les ayudaría a entender que materiales y herramientas no son apropiados para el robot que está sujeto a estas condiciones.
- Sensores de humedad.
- Sensores de presión.
- Sensores de radiación y polvo. Estos recolectan información sobre el polvo y la radiación en Marte, lo cual es esencial para poder analizar las partículas que lo componen y así estudiar como los cambios en el espacio afectan la

formación del polvo. Además, conocer estas propiedades del polvo ayudan a que los científicos puedan ver el impacto que tiene el polvo sobre el clima en Marte.

- Sensores de viento: estos sensores recolectan información sobre la velocidad con la que se mueve el viento.
- Sensores infrarrojos térmicos.

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

Considero que el sensor más relevante es el sensor de radiación y polvo. Considero que este es el más importante porque estos aspectos son algunos de los más importantes en cuanto a las diferencias entre Marte y el planeta Tierra. La exposición a la radiación es un tema interesante en el estudio de la generación de polvo en el espacio y probablemente es uno de los estudios más valiosos que se van a realizar durante la exploración de ese terreno.

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

En este caso nos basaremos en el rover Perseverance, que es el último rover en pisar suelo marciano. (NASA, s.f)

Perseverance cuenta con un brazo mecánico que sostiene a la torreta (pinza). Esta torreta cuenta con 5 accesorios distintos.

1. El primero de estos se trata de un taladro de percusión, que cumple la función de recolectar muestras de polvo o rocas.
2. Muy cerca del taladro se encuentra un cepillo cuya principal función es retirar polvo de las muestras.
3. También cuenta con una cámara al final del brazo (no es actuador).
4. Un espectrómetro de rayos x que sirve para el análisis de la composición del terreno de Marte.
5. Y por último el dispositivo CHIMRA que se trata de un laboratorio móvil que sirve para el análisis a fondo de los materiales recogidos en Marte.

Este rover también cuenta con 6 ruedas y cada una cuenta con un motor distinto para poder avanzar, girar, levantarse y dar vueltas de 360 grados. Las ruedas que se encuentran en el frente y en la parte de atrás sirven para el direccionamiento de Perseverance, mientras que las del medio sirven para estabilidad.

También como actuador se cuenta con una suspensión activa para prevenir caídas drásticas que son controladas por un motor (actuador).

- Piernas: Estas son utilizadas para subir piedras que aproximadamente llegan a la rodilla (40 cm).
- Cuello: El encargado de mover la cámara que se encuentra en la punta en atención a las instrucciones del controlador.

- Motores para controlar el abierto y cerrado de ciertos comportamientos, como el de recolección y almacenamiento de los materiales.

3. 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
Durabilidad de los materiales. Capacidad de recolección de materiales. Observación de nuevos materiales. Testeo de polvo o rocas marcianas. Medición de avance constante.	La descripción del entorno se hace mediante mapas previos de Marte y se va actualizando y especificando mediante el uso de las cámaras de Perseverance y las imágenes de Ingenuity. Temperatura. Cambios en la atmósfera.	Motores Rotores, Suspensión activa Taladros. Sistemas de comunicación. Antenas.	Cámaras. Sensor de temperatura. Sensor de proximidad. Sensor de humedad. Rayos X. Micrófonos.

4. 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). Justifiquen su respuesta.

Ambiente	Categoría	¿Por qué? Característica que lo define
Completamente o parcialmente observable	Completamente observable	El planeta y la superficie del mismo son de un ambiente totalmente observable, pues, este no cambia dependiendo de la situación, y añadiendo que todos los sensores del agente le brindan la información requerida para conocer y aprender al respecto del planeta.
Determinista o estocástico	Determinista	El ambiente es de estilo determinista, puesto que, el estado del ambiente le indica por medio de sus sensores el estado actual de como se encuentra y en consiguiente realiza la acción ya estipulada a realizar.
Episódico o secuencial	Episódico	Resulta episódico, ya que, las acciones y deberes que realiza como investigaciones y exploración del planeta no dependen de las acciones ocurridas con anterioridad, pues,

		estas no afectan su calidad en lo que luego ocurre.
Estático o dinámico	Dinámico	Se considera dinámico a causa de que el ambiente y el estado del planeta resultan ser siempre cambiantes, como en cuestiones climatológicas, termostáticas y geográficas, lo que puede afectar en la determinación de las acciones a realizar y efectuar.
Discreto o continuo	Continuo	El robot es de categoría continua, ya que, sus acciones y labores tanto de investigación como de análisis no cuentan con un tiempo finito de percepciones y acciones establecidas, más bien, este se mantiene en constante análisis y recolección de datos.
Mono o multi-agente	Mono - agente	Esto es a cuestión de que es el único robot en funcionamiento en el planeta, pues anteriormente estaba el Curiosity, pero, este ha dejado ya de funcionar, convirtiéndolo en el único agente en el planeta, y por ende resulta ser un agente competitivo.

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

El tipo de agente que se utilizaría para realizar una investigación y exploración en Marte sería a como anteriormente han sido los robots previamente enviados. Estos resultan ser agentes basados en metas, pues, tanto el robot Curiosity como el Perseverance cuentan con especificaciones exactas para explorar en el planeta. Algunas de estas son: la inspección de cuerpos de agua y de ingredientes químicos ideales para el ser humano, como también, la búsqueda de signos de vida ya sean pasados o presentes para determinar si es viable la vida en Marte, estas son las metas respectivamente de ambos robots.

De manera que, al ser un agente basado en metas estas se verán reflejadas en las acciones y búsquedas futuras que el agente realice para contar con un producto de esta investigación, agregando que los robots ya existentes cuentan con un aprendizaje sobre la marcha y toman decisiones bajo cierta incertidumbre.

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

Consideramos que sí es importante que el agente aprenda porque esto es lo que le permitirá evitar ciertas fallas y golpes especialmente porque se está moviendo en espacios que no conocía previamente. El hecho de que aprenda en que zonas hay

más piedras u obstáculos con los cuales podría chocar o dañarse podría evitar accidentes que le causarían daños al agente los cuales podrían hasta causar que se rompa de manera irreparable y esto causaría graves problemas en las investigaciones que se están llevando a cabo en Marte.

Referencias:

Reed, J. (2020). The sensors powering NASA's martian rover | GlobalSpec. Globalspec.com.
<https://insights.globalspec.com/article/16343/the-sensors-powering-nasa-s-martian-rover>

NASA Science. (s. f.) Perseverance Rover Components - NASA Science.
<https://science.nasa.gov/mission/mars-2020-perseverance/rover-components/>

NASA Science. (s. f.) Mars Rover Curiosity Raising Turret - NASA Science.
<https://science.nasa.gov/resource/mars-rover-curiosity-raising-turret/>

Owen, J. (2022). How does a Mars Rover work? (Perseverance) [YouTube Video]. In YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=0-oQRSViZQE>

Conclusión Personal de Miranda Isabel Rada Chau de la parte 2. Planeación de rutas para la exploración en Marte.

En conclusión, en este proyecto las mejores rutas son las que se calcularon con algoritmos de búsqueda informada, con esto me refiero a los que sí utilizaban la heurística para encontrar una ruta. Se puede saber esto, ya que estos junto con la búsqueda primero en profundidad son los únicos algoritmos que sí dieron una respuesta con las coordenadas de prueba que se establecen en las indicaciones de esta evidencia. Habiendo terminado la realización de este proyecto, puedo decir que siento que he aprendido mucho tanto sobre el uso de los algoritmos de búsqueda, sobre cómo se puede programar apropiadamente un agente que resuelve problemas, y también he desarrollado más habilidades sobre la resolución de problemas. Siento que desarrollé este tipo de habilidades cuando se presentaron situaciones problemáticas durante la realización del proyecto.

Yo considero que la dificultad más grave a la que nos enfrentamos mi equipo y yo durante la realización de este proyecto, fue en cuanto a la programación del PSA. Hubo un tiempo en el que no lográbamos identificar el error por el cual el agente no estaba tomando la mejor ruta. Sin embargo, tras un análisis profundo del programa, pudimos identificar y corregir el error, lo cual permitió que el agente tomará la mejor ruta posible. También hubo algunos problemas para encontrar coordenadas apropiadas para correr los algoritmos de búsqueda. Debido a esto, fue necesario probar muchas combinaciones de coordenadas hasta que finalmente, encontramos pares de coordenadas que cumplieran con la mayor parte de las restricciones. El único que no logramos encontrar 2 pares de coordenadas fue en cuanto al criterio de mayor que 10,000. Otra dificultad que tuvimos fue en cuanto a la búsqueda primero en anchura, ya que esta no corría en un tiempo aceptable y se cerraba la sesión por falta de RAM, por esta misma razón, no se puede ver un resultado para esa en el código que se subió como evidencia.

La realización de este proyecto me gustó mucho, ya que siento que fue una muy buena manera de concretar y reforzar mi aprendizaje sobre todos los temas que vimos durante la materia. Además, siento que fue un buen ejemplo de cómo este tipo de técnicas se están usando hoy en muchas áreas de investigación. Este proyecto fue especialmente interesante para mí, ya que nunca había pensado en cómo se programaba un Rover de este tipo. Sabía que ya había muchas misiones a Marte y muchos robots y rovers que se están mandando al espacio, pero no sabía cómo se programaban y cuáles eran las cosas que se tenían que considerar a la hora de decirle cómo se puede mover. A través de esta materia y la realización de esta evidencia pude ver que hay varias implicaciones que se tienen que tomar en cuenta sobre el lugar donde este agente se va a mover. En general, considero que este proyecto me dio una visión mucho más clara de lo que hacen los PSAs y la importancia de que estos estén programados correctamente para que el agente funcione de la mejor manera posible y no se descomponga o se rompa. En este caso, una situación así sería muy grave, ya que un movimiento que no cumpliera con las restricciones dadas en las instrucciones, podría causar daños en el robot. Estos daños podrían hasta llegar a ser irreparables, lo cual implica que se necesitaría crear otro robot y este se tendría que transportar a Marte. Además, un daño de este tipo hasta podría causar que se pierdan los datos que el Rover recopiló durante la investigación dependiendo de qué tan bueno sea el sistema de respaldos de datos del agente.

Conclusión Personal de Miranda Isabel Rada Chau de la parte 3. Descenso al fondo de un cráter en Marte.

En conclusión, se puede ver que el algoritmo de búsqueda local de Recocido Simulado es mejor que el de Hill_climbing, porque el algoritmo de recocido simulado da resultados más cercanos al objetivo y con más precisión. Esto sucede porque intenta evitar quedarse atorado en los mínimos locales, mientras el de hill climbing generalmente se para en mínimos locales. Esto no significa que el del alpinista no funciona bien, ya que si empieza cerca del cráter se puede ver que sí llega muy cerca del fondo del mismo; sin embargo, si se va a comenzar en un punto lejano sí es mejor opción el algoritmo de recocido simulado.

La realización de la parte tres de este proyecto fue muy interesante para mí, ya que la mayor parte de mis estudios con programación orientada a objetos, se habían desarrollado a través del lenguaje de C++, no en el lenguaje de Python. Este cambio de lenguaje me dio la oportunidad de reforzar mis conocimientos sobre programación orientada a objetos y me permitió aprender como puedo aplicar los mismos conceptos que ya conocía para C++, pero ahora los aplicaría en Python. Este fue un proceso muy interesante porque implicó aprenderme los cambios en ciertos comandos, cambios en la manera en que se declaran las variables y como se programan los métodos dentro del objeto. A través de la realización de la parte 3 aprendí y reforcé los conceptos de los algoritmos de búsqueda local y cuáles son las diferencias entre la búsqueda codiciosa y búsqueda de recocido simulado. Fue muy interesante ver estas diferencias, ya que tuve la oportunidad de analizar la manera en que en sí ambos algoritmos tienen el mismo objetivo, pero se puede identificar una diferencia muy amplia en las prioridades de cada uno de estos tipos de búsquedas. Por eso mismo, se obtienen mejores soluciones en el recocido simulado que en el de búsqueda codiciosa.

Yo creo que la dificultad principal que tuvimos mi equipo y yo a la hora de estar realizando la parte 3 fue debido a la manera en que declaramos los vecinos, ya que había una confusión sobre la mejor manera de declararlos, también la conversión de las coordenadas causó algunas preocupaciones porque no se sabía si se estaban convirtiendo bien. Sin embargo, en general considero que este proyecto resultó muy bien. La realización de esta parte fue muy enriquecedora, ya que además de reforzar conocimientos que ya había aprendido en semestres anteriores en cuanto a programación orientada objetos, pero aplicados en otro lenguaje, pude ampliar mis habilidades en los lenguajes computacionales que he ido aprendiendo a lo largo de los años que llevó en esta carrera.

A mí me gustó mucho la realización de esta parte 3 porque siento que me dio una oportunidad de ver cómo estas búsquedas se pueden aplicar en varias áreas y porque son tan útiles para esta área y para muchas otras áreas de estudio en las que se están empezando a aplicar este tipo de búsquedas y agentes inteligentes. Además, siento que fue muy útil, ya que me ayudó a recordar y volver a trabajar varias habilidades que ya no había trabajado desde hace un año. En conclusión, siento que fue una buena manera de ir integrando conocimientos que ya tenía en otros temas y ver como todos los temas que he visto a lo largo de estos dos años se van integrando y complementando para darme una perspectiva más completa de lo que es la inteligencia artificial y los agentes inteligentes.