

Diseño de Agentes Inteligentes

Caracterización de un entorno de trabajo de un robot en marte



investigación del qué tipo de sensores del roger perseverance

Se investigaron fuentes oficiales y artículos de prensa para encontrar los detalles mas importantes de la construcción, funcionamiento y los sensores más importantes del Rover perseverance. Esto con el objetivo de diseñar el agente perfecto para la consecución de las metas de un explorador sofisticado como el que se intenta construir.

1. ¿Qué propósito tiene cada uno de los sensores del explorador?

Se dividen tres categorías en las que los sensores cumplen sus objetivos, estas categorías son las siguientes:

- **Sensores de navegación:** Los sensores de navegación están enfocados en el mapeo del terreno, reconocimiento del suelo y detección de obstáculos
- **Sensores científicos:** Los sensores científicos están enfocados en buscar información de interés, recopilar esta información y estudiarla. Esto con el propósito de ayudar en la investigación de la superficie y entorno marciano.
- **Sensores ambientales:** Los sensores ambientales buscan cuantificar variables en el entorno marciano que puedan influir en la operación de agente, con esta información se podrían hacer estimaciones y trazar planes de acción con para mejorar el desempeño del explorador.

2. ¿Qué información proporciona cada uno de ellos?

- **Sensores de navegación:** Imágenes del terreno 360, mapas y rutas seguras.
HazCams (Cámaras de peligro): Detectan obstáculos cercanos como rocas agentes extraños.
NavCams (Cámaras de navegación): Mapea el entorno en 3D para trazar rutas y recopilar información de la superficie.
Radar (RIMFAX): Escanea el subsuelo marciano.
- **Sensores científicos:** Composición del terreno y capas subterráneas, composición química y mineralógica.
SuperCam: Estudia composición de rocas con láser y cámara.
PIXL (Espectrómetro de fluorescencia de rayos X): Detecta composición química.
SHERLOC (Espectrómetro Raman): Busca compuestos orgánicos.
MastCam-Z: Cámara panorámica de alta resolución.
- **Sensores ambientales:** cuantificación temperatura, viento, polvo, radiación
MEDA (Mars Environmental Dynamics Analyzer): Mide viento, temperatura, radiación, polvo.
MOXIE: Experimenta con producción de oxígeno a partir de CO₂.

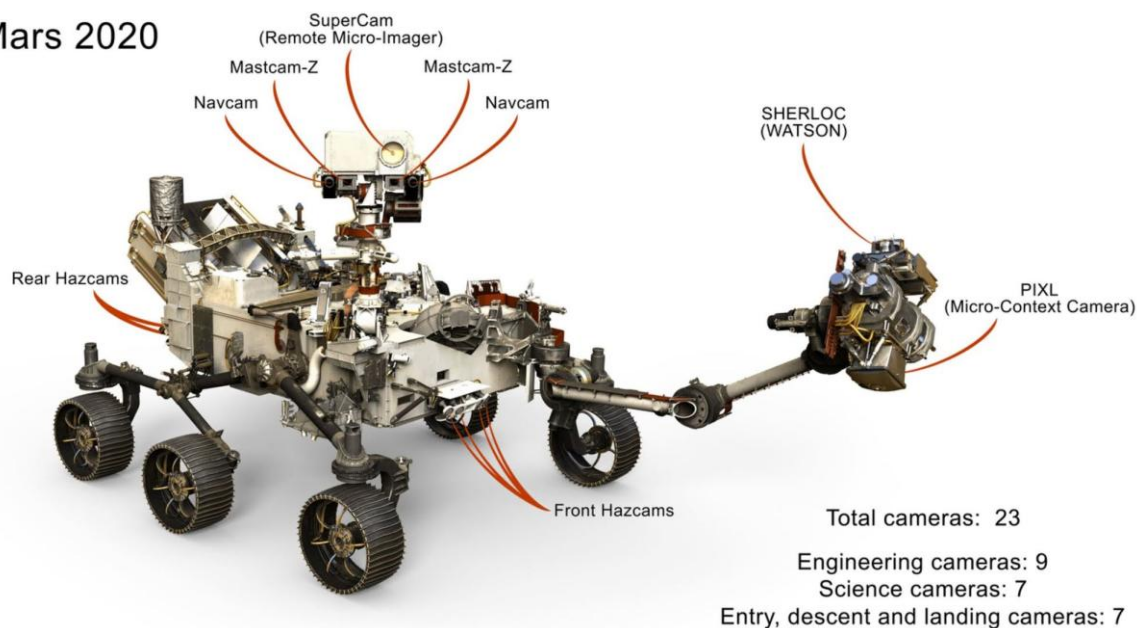
3. ¿Cuál consideran que es la más relevante para el robot para poder navegar de manera segura?

De todos los sensores presentes en el rover perseverance, los más relevantes para la navegación segura son los HazCams, NavCams y el radar RIMFAX, ya que permiten detectar obstáculos, calcular rutas seguras y evitar riesgos en el terreno. Los sensores científicos son esenciales para la misión científica, pero no para la movilidad inmediata del rover.

Figura 1

Imagen de los sensores del rover perseverance

Mars 2020



Nota. Tomado de image sensors world [Fotografía], por Image sensors on NASA Perseverance Rover. (n.d.). <https://image-sensors-world.blogspot.com/2021/02/image-sensors-on-nasa-perseverance-rover.html>

Actuadores típicos de un robot explorador y su función.

Los actuadores típicos de robots exploradores se enfocan en la movilidad, recolección de muestras y interacción con el entorno para generar energía. Se listan algunos de los mas importantes en robots de grandes agencias aeroespaciales.

Actuador	Función principal
Ruedas motorizadas con suspensión	Permiten la movilidad del rover en terrenos rocosos, inclinados o con arena. Cada rueda tiene motores eléctricos independientes y un sistema de suspensión para mantener estabilidad.

Actuador	Función principal
Brazos robóticos	Manipulan herramientas científicas, cámaras o taladros para interactuar con rocas y suelo.
Taladros y mecanismos de perforación	Extraen muestras de rocas o perforan el suelo para estudiar su composición interna.
Sistemas de recolección y almacenamiento	Tubos y mecanismos que guardan las muestras recolectadas para su posterior análisis o retorno a la Tierra.
Mástil motorizado (cabeza del rover)	Eleva y orienta cámaras, sensores y láseres científicos, simulando una “cabeza” que puede girar y moverse.
Antenas móviles	Se orientan para establecer comunicación con la Tierra o con satélites en órbita marciana.
Paneles solares (en rovers como Spirit y Opportunity) o mecanismos del generador nuclear (en Perseverance)	Proveen energía al sistema; en el caso de los paneles, se orientan hacia el sol para maximizar la captación de energía.
Microajustes internos (actuadores pequeños en cámaras y espectrómetros)	Permiten enfocar, girar o ajustar la orientación de los instrumentos científicos.

Descripción PEAS

1. Medida de rendimiento

1. Recorrer la superficie de Marte sin colisiones ni atascos.
2. Recolectar y almacenar muestras de suelo y rocas de interés científico.
3. Transmitir datos e imágenes a la base en la Tierra de forma confiable.
4. Optimizar el consumo de energía para maximizar la autonomía.
5. Cubrir la mayor área de exploración posible en el tiempo disponible.

6. Capacidad de continuar operando bajo condiciones ambientales extremas (tormentas de polvo, frío, radiación).
7. Cumplimiento de los objetivos de la misión científica definidos por los controladores en la Tierra.

2. Entorno

1. Superficie marciana: rocas, polvo, cráteres, pendientes, dunas.
2. Atmósfera delgada con bajas temperaturas, viento y radiación.
3. Tormentas de polvo que afectan visibilidad y sensores.
4. Limitada disponibilidad de energía
5. Comunicación retardada con la Tierra (delay de varios minutos).
6. Obstáculos móviles (pequeñas avalanchas de arena) y fijos (grandes rocas o pendientes).

3. Actuadores

1. Ruedas motorizadas con suspensión para desplazamiento en terreno irregular.
2. Brazo robótico para manipular instrumentos, perforar y recolectar muestras.
3. Taladro y sistema de almacenamiento de muestras.
4. Estructura motorizado para orientar cámaras y sensores.
5. Antenas orientables para comunicación con satélites y Tierra.
6. Mecanismos de despliegue de instrumentos científicos.

4. Sensores

1. Cámaras de navegación (NavCams) y de peligro (HazCams) para evitar obstáculos.
2. Sensor de proximidad
3. Radar (RIMFAX) para explorar el subsuelo.
4. Espectrómetros (PIXL, SHERLOC, SuperCam) para análisis de rocas y suelo.
5. Sensores ambientales (MEDA: temperatura, viento, radiación, polvo).
6. Giroscopios, acelerómetros y odometría visual para localización y orientación.
7. Micrófono para registrar sonidos en Marte (viento, funcionamiento mecánico).
8. Cámaras panorámicas (MastCam-Z) para mapeo y planificación de rutas.

Un robot explorador de Marte se considera racional si sus acciones maximizan la probabilidad de cumplir sus objetivos científicos y de navegación sin intervención humana en todas sus acciones, dadas las condiciones del entorno cambiante e inexplorado. Para poder medir la racionalidad del agente es necesario lo siguiente:

- **Seguridad en la navegación:** Capacidad de evitar colisiones con rocas, pendientes y terrenos irregulares.

- **Eficiencia energética:** Uso inteligente de la energía disponible para prolongar su tiempo de operación.
- **Cumplimiento de objetivos científicos:** Recolección y análisis de muestras relevantes para la misión.
- **Confiabilidad en la comunicación:** Transmisión constante y precisa de datos a la Tierra.
- **Adaptabilidad al entorno:** Capacidad de seguir funcionando bajo tormentas de polvo, bajas temperaturas o fallos parciales de sensores.
- **Gestión del tiempo de misión:** Aprovechamiento del tiempo disponible en cada ventana de operación.
- **Minimización de riesgos:** Priorización de rutas seguras frente a rutas más rápidas pero peligrosas.

Caracterización del entorno


El entorno marciano se puede caracterizar de la siguiente forma:

- **Parcialmente observable:** Los sensores no capturan toda la información al mismo tiempo. El terreno es desconocido, las tormentas de arena son recurrentes, el ambiente es cambiante.
- **Estocástico:** Aunque muchas condiciones físicas son predecibles, existen factores inciertos como desprendimientos, fallas mecánicas o movimientos inesperados del suelo.
- **Secuencial:** Cada decisión afectará la siguiente. Elegir una ruta puede afectar el rendimiento de energía del vehículo y por ende otros ejercicios.
- **Dinámico:** El entorno se mantiene en un constante cambio. Cambios en el clima, cambios en el terreno, cambios en la temperatura, etc.
- **Continuo:** El espacio, tiempo y posiciones son continuos.
- **Agente único:** El rover teóricamente no debería interactuar con agentes considerados inteligentes en la superficie marciana. Este debería considerarse único en su entorno.

Tipo de agente

Este agente debería ser basado en objetivos y en utilidad. Las razones para esta elección son las siguientes:

1. **No basta con reaccionar de forma inmediata:** Ser reactivo simple no siempre sería la mejor opción teniendo en cuenta los factores cambiantes del entorno de Marte. Una reacción inmediata sin análisis puede costar no cumplir objetivos o fallar totalmente en la operación.

- 
2. **Reactividad con modelos ayuda, pero no es suficiente:** Las tareas complejas requieren un análisis mucho mas sofisticado de lo que se ofrece con este tipo de agente.
 3. **Con objetivos claros se cumplen con una exploración eficaz:** La función del rover no es solamente interactuar en el entorno, tiene **tareas científicas específicas** como recoger muestras, mapear el entorno y transmitir datos del entorno en marte.
 4. **Combinado con la eficiencia diseñamos el agente perfecto para este escenario:** Cumplir los objetivos optimizando energía, tiempo, recursos y la integridad del robot no solo es importante, es absolutamente necesario. Por ejemplo, estos escenarios ayudan a la eficiencia de la operación.
 1. Minimizar consumo de energía.
 2. Reducir riesgos de atascarse o volcar.
 3. Elegir la ruta más segura, aunque no sea la más corta.


¿Es necesario que el agente sea capaz de aprender durante su exploración?

Es necesario que el agente sea capaz de aprender durante su exploración. Marte se esta estudiando y la mejor forma de que el agente pueda cumplir objetivos es que pueda cambiar según lo requiera la situación, según su experiencia y aprendizaje en el planeta. el robot se enfrentará a situaciones imprevistas como tormentas de polvo, terrenos inestables, desgaste de sus componentes o fallas parciales o totales en sensores.

Si el agente puede aprender de la experiencia, será capaz de adaptarse a condiciones nuevas, corregir errores pasados y mejorar la eficiencia de sus misiones sin depender únicamente de instrucciones desde la Tierra (que llegan con minutos de retraso)

¿Qué elementos debería mejorar con la experiencia?

El agente debería ser capaz de mejorar con la experiencia en las siguientes áreas:

- **Navegación y movilidad:** Aprender a reconocer patrones de terrenos peligrosos, evitarlos o buscar estrategias que permitan minimizar.
 - **Gestión eficiente de energía:** Optimizar el consumo eléctrico, aprendiendo qué rutas o acciones requieren menos energía.
 - **Planificación de rutas:** Seleccionar caminos más seguros y eficientes basados en experiencias previas de exploración y el mapeo generado.
 1. **Uso de sensores:** Ajustar y calibrar los sensores para hacer frente al polvo u otros factores, identificar cuáles sensores son más confiables en ciertas condiciones.
- 

2. **Manejo de fallas:** Desarrollar estrategias de recuperación frente a daños, situaciones inesperadas o daños menores en la integridad del equipo.
3. **Priorización de objetivos científicos:** Mejorar en la selección de muestras o zonas de mayor interés científico según patrones aprendidos.

Referencias

Lindsey, L., & Lindsey, L. (2024, November 18). Perseverance Science Instruments - NASA Science. NASA Science. <https://science.nasa.gov/mission/mars-2020-perseverance/science-instruments/>

Europa Press / Fotos: Reuters. (2021, February 18). Las increíbles características del rover “Perseverance” enviado a Marte. Excelsior. <https://www.excelsior.com.mx/global/las-increibles-caracteristicas-del-rover-perseverance-enviado-a-marte/1433499>

Rover Perseverance: Conoce los sofisticados instrumentos del robot que aterrizará en Marte. (2021, February 16). Futuro 360 | CNN Chile. https://futuro360.cnnchile.com/el-universo/rover-perseverance-conoce-sofisticados-instrumentos-usara-marte_20210216/2

Image sensors on NASA Perseverance Rover. (n.d.). <https://image-sensors-world.blogspot.com/2021/02/image-sensors-on-nasa-perseverance-rover.html>

Carney, S., & Carney, S. (2025, April 7). Mars Exploration Rovers: Spirit and Opportunity - NASA Science. NASA Science. <https://science.nasa.gov/mission/mars-exploration-rovers-spirit-and-opportunity/>

The Mars Rovers: Spirit and Opportunity | NASA Space Place – NASA Science for Kids. (n.d.). <https://spaceplace.nasa.gov/mars-spirit-opportunity/sp/>