

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Laboratorio: planificación para un *rover* marciano

Objetivos

Con esta actividad se pretende resolver de forma automática un caso de planificación expresado en el lenguaje PDDL. Para ello, es preciso ser capaz de analizar el ejemplo sobre el que se trabaja, generar soluciones utilizando el planificador, comparar resultados y modificar la definición del caso para añadir nuevas posibilidades.

Los objetivos de la actividad son:

1. Especificación en el lenguaje PDDL de un problema del mundo real.
2. Resolver el problema mediante un planificador de tipo satisfactorio (SAT) (no óptimo).
3. Analizar la salida de la ejecución para evaluar las características del planificador (la búsqueda que realiza, su coste computacional en memoria o tiempo, etc.).

Descripción

Como base para este problema se va a utilizar un dominio basado en *rovers*, de la competición ICAPS 2006.

Gerevini, A., Dimopoulos, Y., Haslum, P. y Saetti, A. (2006). *The International Planning Competition*. ICAPS. <https://ipc06.icaps-conference.org/deterministic/>

El dominio modela uno o más *rovers* (vehículos autónomos de exploración espacial), que están situados sobre un planeta o satélite y tienen capacidad de movimiento, análisis de muestras de suelo y roca, y captura de imágenes. Los datos obtenidos se

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

pueden transmitir a la Tierra al comunicar con un vehículo estático de descenso (*lander*), que mantiene un canal de comunicación con esta. El objetivo de los problemas que se plantean es transmitir información sobre algunos de esos análisis e imágenes recogidos en la misión (figuras 1 y 2).

Junto con la actividad, se proporcionan los ficheros que contienen el dominio y el problema base que el alumno analizará y modificará en las sucesivas partes de esta actividad.

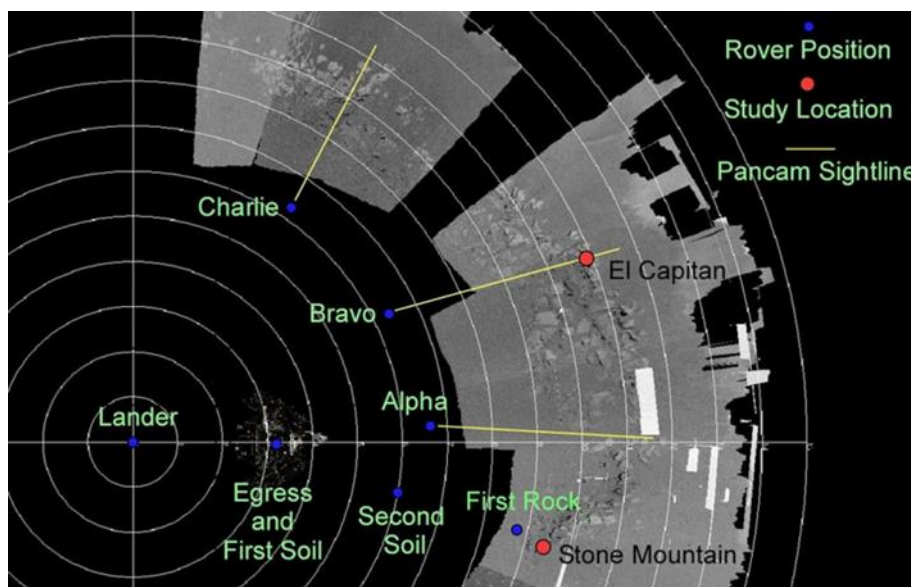


Figura 1: Diagrama del objetivos y posiciones del rover Spirit. Fuente: *Cold weather stalls Spirit rover's sprint*. (2004). NBC News. <https://www.nbcnews.com/id/wbna4250175>

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

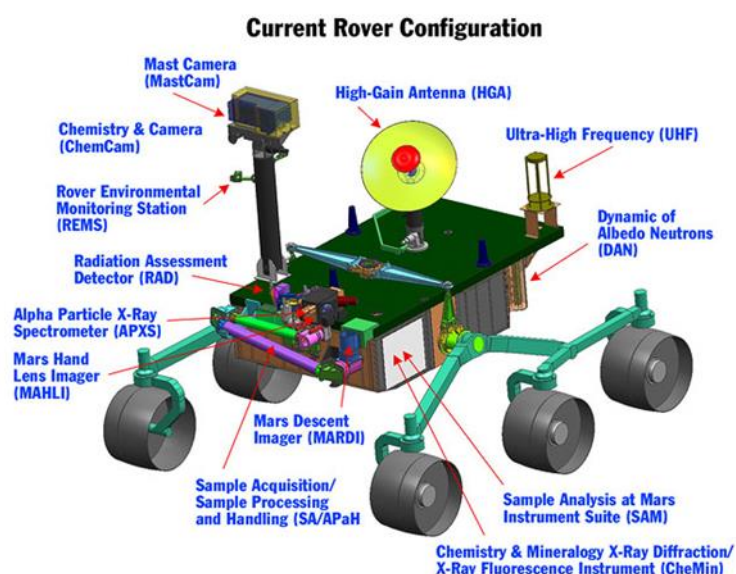


Figura 2: Instrumentos a bordo del rover Curiosity. Fuente: Paar, G.(2011). Robotics Vision for a Scouting Rover -PROViScout. EPSC Abstracts, 6.

https://www.researchgate.net/publication/264885358_Robotics_Vision_for_a_Scouting_Rover_PROViScout

Pautas de elaboración

La actividad consta de cuatro partes. En la primera se instala un entorno de desarrollo para PDDL que permite ejecutar planificadores de forma remota. En la segunda, se carga la especificación de un dominio y un **problema inicial** que se proporcionan con la actividad y se pide cambiar la especificación de estados iniciales y objetivos para el problema. En la tercera, se pide ejecutar el planificador para resolver los problemas anteriores, comprender las métricas del planificador y su salida. Finalmente, en la cuarta, se pide modificar el dominio del problema para incorporar una nueva funcionalidad.

Importante: cuando se ejecute el planificador y se pida **analizar el resultado** se incluya **siempre:** qué planificador se ha usado, qué información se tiene sobre la configuración usada, qué búsqueda o búsquedas ha ejecutado, coste del plan, número de nodos generados y expandidos (si se dispone del dato). No es necesario listar las acciones que constituyen el plan encontrado (se puede repetir la ejecución

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

para verlas), pero sí comentar el plan de forma general y los aspectos relevantes del mismo.

En esta actividad se usará únicamente lenguaje PDDL versión 1.2.

Green, A. (s.f). *PDDL 1.2*. Planning.wiki - The AI Planning & PDDL Wiki Home. <https://planning.wiki/ref/pddl>

Nota: es muy importante que evite los caracteres internacionales (tildes, etc.) en estos ficheros, incluyendo los comentarios ya que causan problema en la ejecución remota y no permitirían la evaluación de la actividad.

Parte 1. Instalación y prueba del entorno de desarrollo y conceptos básicos (Criterio rúbrica C1)

En el apartado Apéndice se informa del entorno de desarrollo para la realización de la actividad. Conviene que empiece analizando el problema para hacerse una idea de cómo es el caso realmente (disposición y conexiones entre los diversos puntos, etc.). En los apartados 1.1 y 1.2 no es suficiente con poner las acciones y los valores de los parámetros, hay que explicar brevemente cómo se ha llegado a la solución.

1.1. Demuestre mediante una captura de pantalla que ha sido capaz de instalar o ejecutar en línea un entorno que permita resolver la actividad.

1.2. Indique qué acciones instanciadas, es decir, las acciones y los valores de los parámetros, serían las potencialmente ejecutables en un primer paso por un planificador que opera mediante encadenamiento hacia delante, partiendo desde el estado inicial del problema.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

1.3. Suponga que tenemos un planificador que opera mediante encadenamiento hacia atrás. Indique qué acciones serían las consideradas en un primer paso a partir del objetivo (goal) y cuáles serían los valores de los parámetros.

1.4. Ejecute un planificador adecuado para el dominio y problema que se quiere resolver (en clase se darán sugerencias). Analice brevemente las características del plan obtenido y adicionalmente la traza de la ejecución del planificador (ver Pautas de elaboración). Para conocer el significado de los elementos de dicha traza, deberá referirse (y citar) el documento científico en el que se describe dicho planificador.

Parte 2. Modificación del estado inicial y objetivos (Criterio rúbrica C2)

En esta parte se modificará únicamente el fichero de problema entregado como ejemplo sin olvidar incluir una sección en la memoria comentando el apartado. Se deben resolver las siguientes dos cuestiones:

2.1. A partir del problema inicial: Añada un *waypoint* nuevo (conectado con los anteriores de forma que se pueda mover a él) que contenga una muestra de suelo y de roca. Añada los objetivos necesarios para que se comunique la información sobre ambas muestras. Adicionalmente añada como objetivo que el *rover* termine en el *waypoint*1. Comente los cambios introducidos sobre el código y en la memoria de la actividad.

Entregue como solución a 2.1 el fichero: `rovers_parte2.1_problema.pddl`.

2.2. A partir del problema inicial: aparece disponible un segundo *rover* (*rover1*) que debe tener capacidad para movimiento, y análisis de suelo y rocas. Ambos *rovers* deben tener baterías cargadas inicialmente con nivel b4. Además añada todos los objetivos necesarios para que se comuniquen los datos de todas las muestras de roca

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

y suelo, y se saquen las fotografías de todos los objetivos en ambos modos. Comente los cambios introducidos sobre el código y en la memoria de la actividad.

Entregue como solución a 2.2 el fichero: `rovers_parte2.2_problema.pddl`.

Se evaluará con 0 toda entrega en la que estos ficheros no tengan el nombre exacto indicado

Parte 3. Ejecución y evaluación del planificador (Criterio rúbrica C3)

Ejecute el planificador para generar un plan con cada uno de los ficheros anteriores. Responda a las siguientes preguntas en la memoria de la actividad.

3.1. Analice el resultado (plan) y la ejecución (según lo indicado en Pautas de Elaboración) del planificador para el caso 2.1. Compare con los datos obtenidos en el caso inicial. ¿El rover realiza algún movimiento innecesario? ¿Puede explicar por qué cree que ocurre esto?

3.2. Analice el resultado (plan) y la ejecución (según lo indicado en Pautas de Elaboración) del planificador para el caso 2.2 y compare con el plan original. ¿El nuevo plan utiliza el nuevo *rover* (`rover1`) introducido en el problema? ¿Lo hace de la mejor forma posible? ¿Puede evaluar por qué se da este efecto?

Parte 4. Modificación del dominio (Criterio rúbrica C4)

Partiendo del caso con un *rover* o bien con dos, si lo ha conseguido resolver, debe incorporarse la siguiente modificación:

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Algunos rovers pueden estar especializados en preparar el terreno (y no en tomar muestras ni tomar fotografías). Para hacerlo deberá existir un nuevo operador (acción “preparar-terreno”). Este operador tendrá que crear una conexión (can_traverse) partiendo de un waypoint “inicio” y llegando a un waypoint “fin”. Sólo se puede realizar esta tarea si existe un rover con esta capacidad (no tiene por qué ser uno de los ya definidos) en “inicio” y si hay visibilidad (predicado “visible” entre las dos localizaciones), pero los rovers no pueden inicialmente viajar entre estos waypoints. El operador consume batería, y además de establecer el predicado anterior (solo en un sentido, entre inicio y fin) debe mover el rover al waypoint “fin”. La intención es que una vez preparado, el resto de los rovers podrán usar ese camino como ocurría en el problema inicial.

Nótese que este operador debe ser genérico de forma que sea independiente del número o nombre de los rovers presentes en el problema, lo cual puede hacer necesario realizar ajustes en otros operadores y predicados.

Importante: en la parte cuatro cabe mencionar que PDDL 1.2 no admite *fluents* numéricos, con lo que para evitar el uso de un planificador avanzado no podremos usar valores de ese tipo, ni funciones ni operaciones de comparación numérica (>, <, *increase*, etc.).

- 4.1. Describa brevemente en la memoria cómo se ha resuelto esta parte (significado de los elementos introducidos, funcionamiento de las nuevas acciones, etc.).
- 4.2. Cree el nuevo fichero de dominio incluyendo comentarios en las modificaciones realizadas.
- 4.3. Plantee un problema (estado inicial y objetivos) donde el efecto de esta modificación se haga notar (es decir, que se utilice y que ello cambie el plan en caso de que no se pueda ejecutar)

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

4.4. Ejecute el planificador y analice el resultado (ver Pautas de Elaboración). Es decir, repita el apartado 3 pero ahora con el nuevo dominio y problema.

Entregue como parte de su actividad los nuevos ficheros con los nombres exactos: `rovers_parte4_dominio.pddl` y `rovers_parte4_problema.pddl`.

Se evaluará con 0 toda entrega en la que estos ficheros no tengan el nombre exacto indicado.

Igualmente se evaluará con 0 si los ficheros no se pueden ejecutar en Visual Studio Code tal cual se entregan (por ejemplo si contienen tildes u otros caracteres inválidos) que impidan su verificación automática.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Documentos a entregar

4. Código fuente de los ficheros con los nombres exactos pedidos en el enunciado:
 - rovers_parte2.1_problema.pddl
 - rovers_parte2.2_problema.pddl
 - rovers_parte4_dominio.pddl
 - rovers_parte4_problema.pddl
5. Memoria explicativa en formato PDF dividida en cuatro partes, en la que se incluya:
 - Documentación indicada en las secciones 1, 2, 3 y 4.
 - Dificultades encontradas (especialmente problemas con instalación o ejecución del entorno).
 - Apéndice con las capturas de pantalla de la salida de la ejecución del planificador, que sirva de evidencia para mostrar que se ha realizado.
 - Referencias con normas APA.

Extensión máxima de la memoria: ocho páginas (más apéndices opcionalmente).

El código PDDL debe ser de la autoría al menos parcial del estudiante. Está permitido tomar como base un dominio de competición (no una práctica anterior preexistente) siempre que se haga referencia al mismo de forma que quede clara la aportación original y la preexistente.

Cualquier página, libro u otro material consultado debe ser referenciado con las normas APA. Tenga en cuenta que no referenciar correctamente materiales usados literalmente será considerado plagio y, por lo tanto, afectará a la nota.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Rúbrica

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Cada uno de los subapartados (C1.1 a C4.4) se evalúa entre 0% (No conseguido) y 100% (Óptimo) y este valor se multiplica por la puntuación de cada subapartado.

Descripción		Puntuación máxima (puntos)	Peso %
Criterio 1	Instalación y prueba del entorno y conceptos básicos		40 %
	C1.1. Instalación del entorno de desarrollo y planificador	1	
	C1.2. Ejecución del código base y prueba del dominio	1	
	C1.3. Respuestas a las preguntas planteadas sobre encademaniento	1	
	C1.4. Calidad de la documentación de ejecución	1	
Criterio 2	Modificación del estado inicial y objetivos		20 %
	C2.1. Implementación correcta de cambios en el problema	0,5	
	C2.2. Comentarios explicativos en el código	0,5	
	C2.3. Respuestas correctas y argumentadas a las preguntas	0,5	
	C2.4. Justificación de modificaciones que demuestre trabajo propio	0,5	
Criterio 3	Ejecución y evaluación del planificador		20 %
	C3.1. Comparación con los planes originales y análisis de diferencias	1	
	C3.2. Análisis de la ejecución del planificador (búsqueda, coste, nodos generados)	0,5	
	C3.3. Conclusiones con fundamentación teórica	0,5	
Criterio 4	Modelado de situación adicional y análisis		20 %
	C4.1 Modificación del dominio para incluir la funcionalidad pedida	0,5	
	C4.2. Creación de un nuevo problema que pruebe el funcionamiento correcto del nuevo dominio	0,5	
	C4.3. Documentación clara y razonada de los cambios en el dominio y las pruebas realizadas que justifiquen el trabajo propio	0,5	
	C4.4. Análisis del comportamiento del planificador en el nuevo dominio	0,5	
		10	100 %

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

Apéndice

Instalación del *software* de desarrollo recomendado

Para el desarrollo y la ejecución se recomienda utilizar el entorno de desarrollo recomendado Visual Studio Code

Microsoft. (2024). *Code editing. Redefined.* Visual Studio Code. <https://code.visualstudio.com/>

A continuación, instalar y habilitar el *plugin* Planning Domain Description Language (PDDL) de Jan Dolejsi, que permite acceder a planificadores tanto instalados localmente como en forma de servicio remoto.

Dolejsi, J. (2024). *Planning Domain Description Language Support.* Visual Studio. <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=jan-dolejsi.pddl>

Para esta actividad se debe configurar el planificador remoto del sitio: solver.planning.domains. Para seleccionar el planificador en VSC teclear: **Control+Alt+P**. Para ejecutar el planificador teclear: **Control-P**, seleccionar los ficheros relevantes y no introducir opciones de ejecución adicionales. También es posible desarrollar el código y ejecutarlo en línea en editor.planning.domains.

En fecha de edición de este documento, el enlace necesario para la ejecución de los planificadores como servicio es: <https://solver.planning.domains:5001/package>. En caso de sufrir algún cambio se avisaría en los foros.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Razonamiento y Planificación Automática	Apellidos:	
	Nombre:	

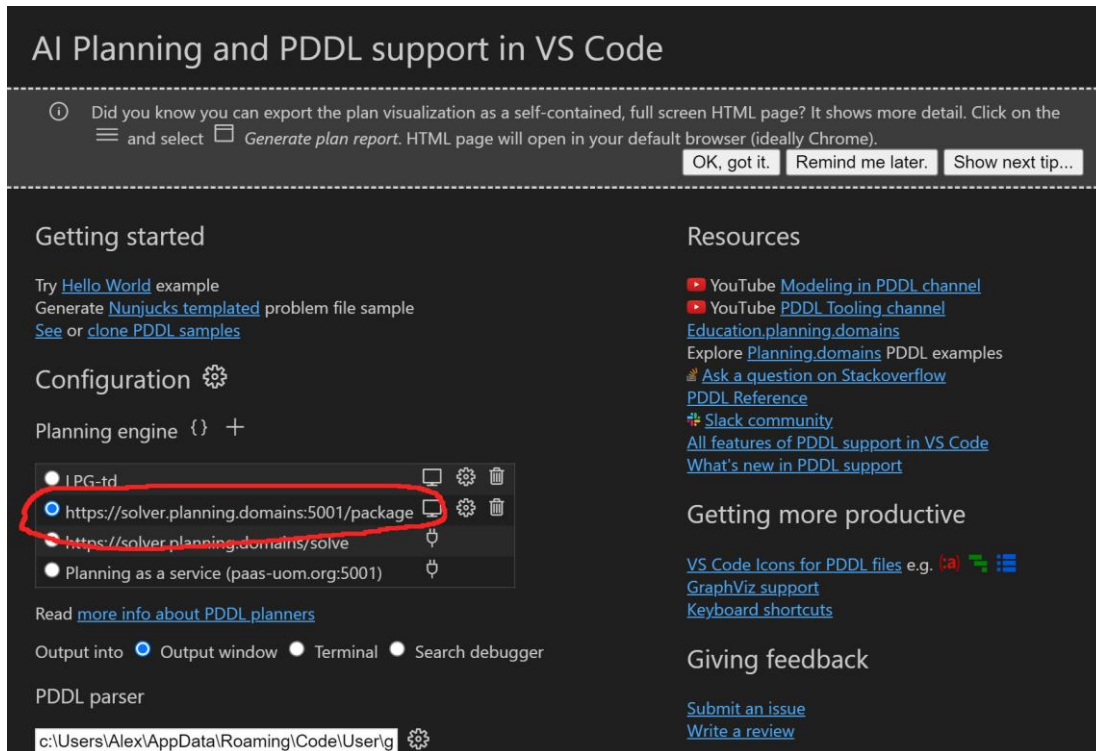


Figura 1. Ejemplo de configuración del plugin. Fuente: Green y Dolejsi, 2024.