

Tema 10: Planificación multi agente

Repaso HTN

Tipos de tareas: compuestas o primitivas

Entradas: estado inicial, tareas compuestas, orden en el que se deben conseguir y teoría del dominio (métodos y acciones)

Métodos: **descomponen** una tarea en otras que entre sí guardan ciertas relaciones de orden y restricciones

Acciones: consiguen las tareas primitivas son semejantes a los operadores de planificación STRIPS formadas por: tarea primitiva, precondiciones y efectos

¿Ejemplo en el dominio de la Actividad Laboratorio?

Índice

- ▶ Definición
- ▶ Planificación antes de la ejecución
- ▶ Planificación durante la ejecución

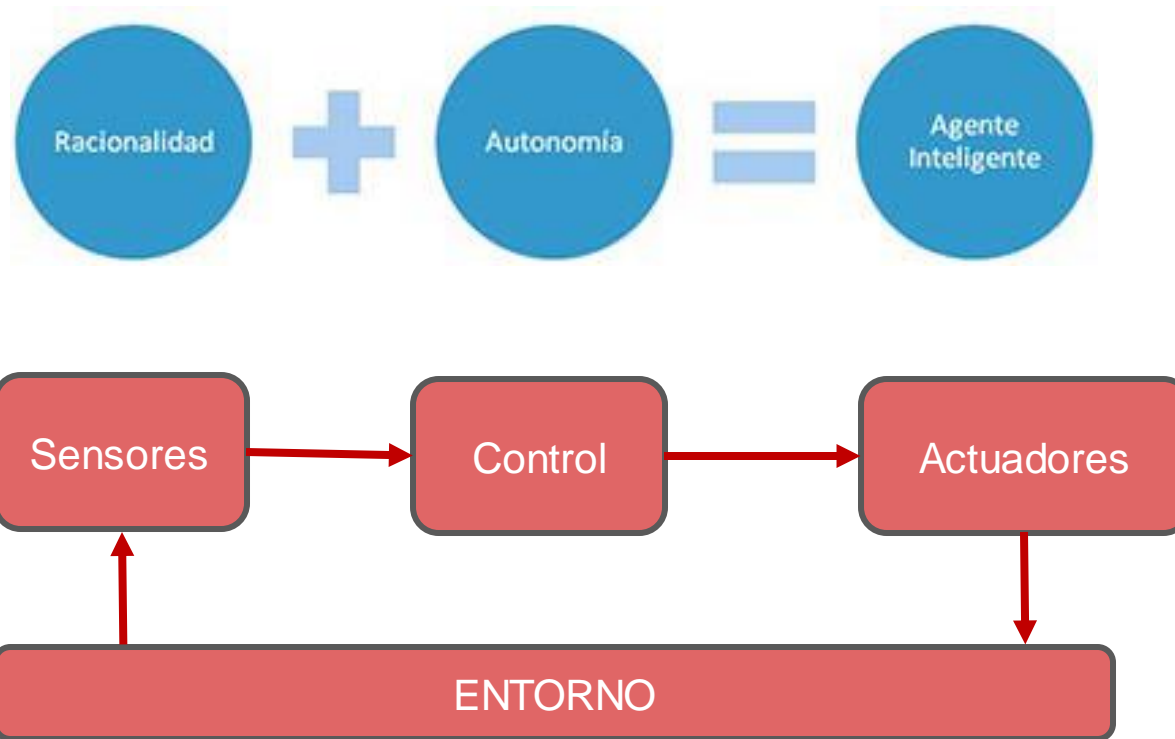




Definición

Definición de agente

Agente inteligente: Es cualquier sistema que de forma autónoma consigue una meta u objetivo por medio de un comportamiento racional.



Definición formal de planificación (con un agente)

Una tarea de planificación para un único agente se define como una tupla $\Pi = \langle F, A, I, G \rangle$ donde:

- F es el conjunto de proposiciones
- A es el conjunto de acciones instanciadas
- $I \subseteq F$ representa el estado inicial
- $G \subseteq F$ representa el estado meta
- Plan: $\pi = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$

Definición formal de planificación multiagente

- Un conjunto de m agentes, $\Phi = \{\phi_1, \dots, \phi_m\}$ debe resolver la tarea Π
- Para cada agente $\phi_i \in \Phi$ se genera una tarea específica Π_i descrita en formato de tupla: $\Pi_i = \langle F_i, A_i, I_i, G_i \rangle$

► MAP: Multi Agent Planning



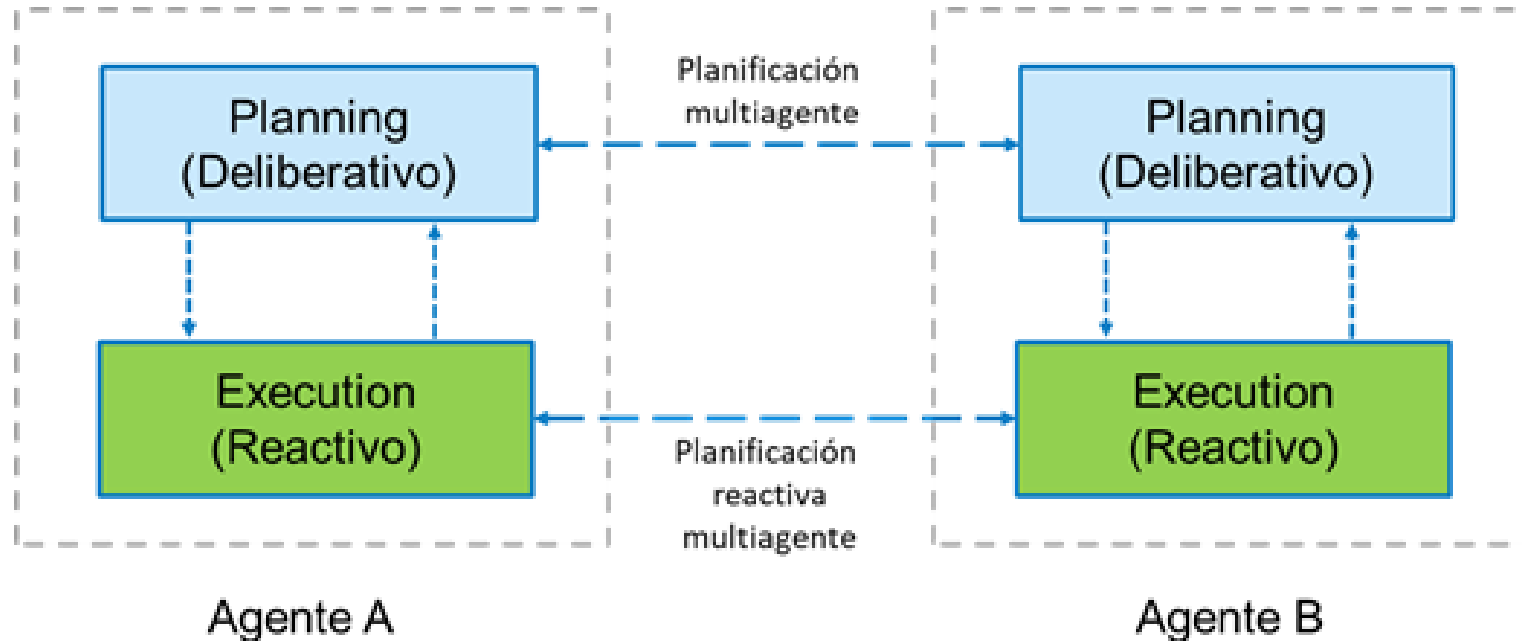
¿Quiénes son los agentes en la Actividad Laboratorio?

Componentes de la planificación multiagente

1. Detallar y refinar la meta global.
2. Asignar tareas a los agentes.
3. Coordinar a los agentes **antes** de la planificación.
4. Resolver los planes individuales de cada agente.
5. Coordinar el plan **resultante** de todos los agentes antes de ejecutarlo.
6. Ejecutar el plan.
7. Resolver fallos en los planes de los agentes durante la ejecución

En estos escenarios multi agente, nos podemos encontrar con **entornos cooperativos, competitivos o parcialmente cooperativos.**

Agente reactivos y deliberativos



¿Ejemplo en laberintos?

Fuente: apuntes del tema



MAP antes de la ejecución

Planificación multi agente antes de ejecución

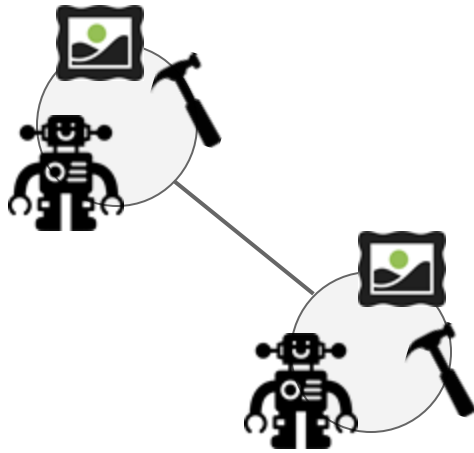
Sucede antes de enviar cualquier plan o acción a ejecución.

Puede ser desarrollada por:

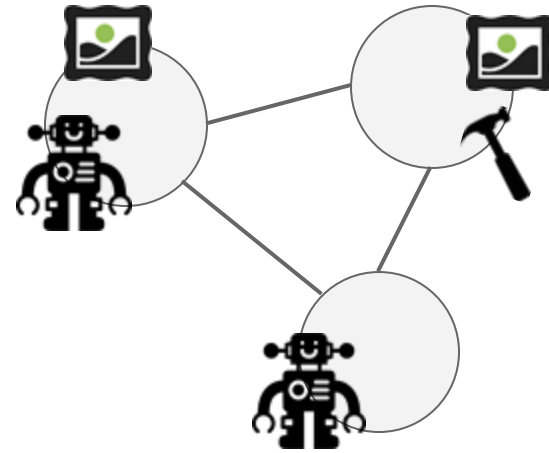
- Un único agente de **planificación centralizado**;
- Un número de agentes de planificación que **interactúan entre sí para generar, entre todos, un plan libre de conflictos** y en el que cada uno de los agentes involucra la acción que quiere ejecutar;
- O un número de agentes de planificación que **generan sus propios planes y luego realizan un proceso de coordinación** de planes o plan merge, con el fin de evitar conflictos entre los planes.

Planificación para múltiples agentes

Loosely coupled (metas independientes)



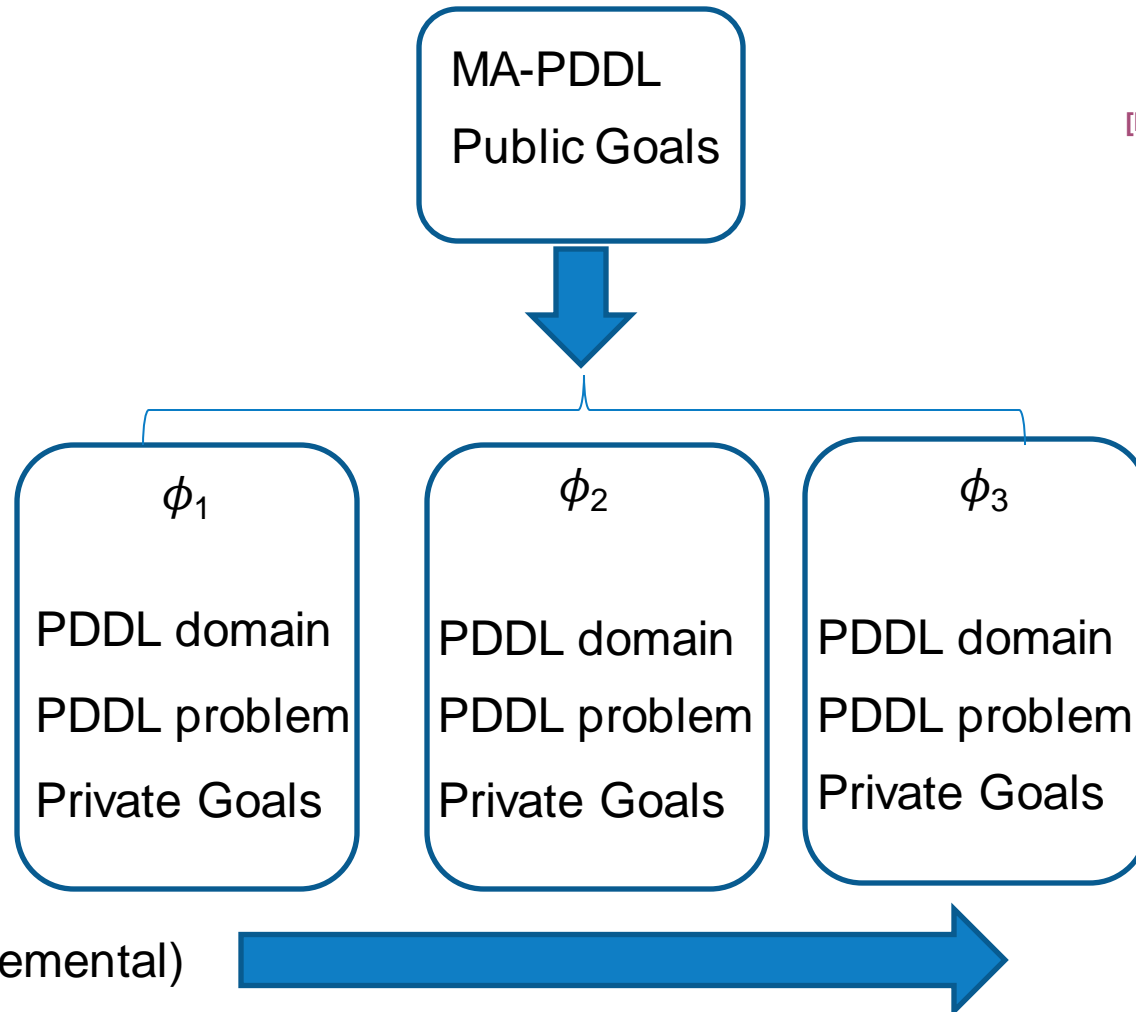
Tightly coupled (metas dependientes)



Las acciones del plan serán enviadas a los respectivos agentes de ejecución para que sean ellos los que ejecuten las acciones en el entorno.

→ Imprescindible coordinación y comunicación. Planes subóptimos

Goal Assignment Strategies



MAPR

[Borrajo and Fernández 2018]

Cost of relaxed plan per agent and goal using FF heuristic

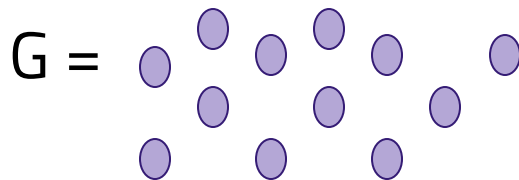
Goal Assignment Strategies

La ventaja de esta técnica es que puede utilizar cualquier planificador del estado del arte.

MAPR

[Borrajo and Fernández 2018]

Cost of relaxed plan per agent and goal using FF heuristic

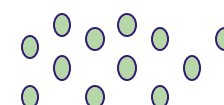
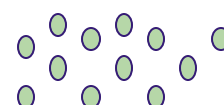
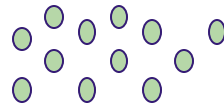


ϕ_1

ϕ_2

ϕ_3

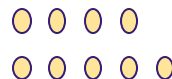
□ All



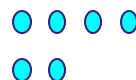
□ Load Balance



□ Best-Cost



□ Contract-Net



Planificación para múltiples agentes

(*task allocation* [Lee, 2017])

Un agente de planificación centralizado mantiene una visión global del estado del mundo.

Genera y coordina los planes de otros agentes de ejecución

Distribuye a estos agentes las tareas o acciones

Cada agente de ejecución debe sensorizar su parte del estado del mundo e informarla al agente de planificación, quien se encargará de realizar las siguientes tareas de manera centralizada:

- **Unificar** los estados del mundo recibidos por cada agente. Pueden ser diferentes porque cada agente puede tener su propia visión del estado del mundo.
- **Generar** un plan solución que a partir del estado del mundo global consiga los objetivos comunes de los agentes de ejecución.
- **Asignar** las acciones del plan solución a cada agente de ejecución.

Planificación para múltiples agentes

- Los objetivos son comunes entre todos los agentes, por lo que buscan cooperar entre ellos para conseguirlos.
- Los agentes tienen una visión parcial del estado del mundo. Es decir, **algunas proposiciones pueden ser desconocidas para algunos agentes**. Por ejemplo, porque no están en su rango de visión.
- Cada agente **tiene sus propias acciones**, que pueden ser iguales (por ejemplo, moverse) o diferentes en capacidades (por ejemplo, en el dominio de los robots de Marte, un agente puede solo analizar rocas y otro agente puede solo comunicar los resultados a la tierra).

Planificación por múltiples agentes

Representación centralizada del plan: cada agente tiene una visión global de cómo va el plan (pizarra)

Planificación en entornos donde **varios agentes independientes planifican** de forma incremental para generar esa representación centralizada del plan. Suele derivar en la planificación **distribuida** (Ej: Partial Global Planning (PGP) [Durfee E. H., 1987], GRATE [Jennings, 1993]).

Existen dos elementos principales que se diferencian la planificación clásica:

- La **coordinación de las actividades** de planificación. Implica, por ejemplo, implementar un protocolo que permita planificar por turnos.
- La **distribución de la información** entre agentes. Implica que cada agente tiene su propia visión del estado del mundo, y sus propias capacidades. Y que además pueden o no comunicar dicha información entre ellos.

Planificación por varios agentes, ventajas

- Los agentes pueden tener sus propios intereses. Por lo tanto, aprecian mantener su privacidad y autonomía.
- Un sistema distribuido (planificación por múltiples agentes) puede resolver problemas más eficientemente que un sistema centralizado (planificación para múltiples agentes).
- Crear y mantener planes localmente permite una reacción más eficiente en caso de incidentes, especialmente cuando la comunicación es limitada.
- Dividir el problema de planificación en subproblemas más pequeños (asignación de objetivos) y resolverlos en paralelo a veces puede ser más eficiente, especialmente cuando los subproblemas de planificación individuales están poco vinculados

Inconvenientes: planificación por varios agentes añade problemas adicionales, incluyendo planes no óptimos



MAP durante la ejecución

Planificación multi agente durante la ejecución

Los agentes de ejecución son los encargados de ejecutar y monitorizar la correcta ejecución de las acciones del plan:

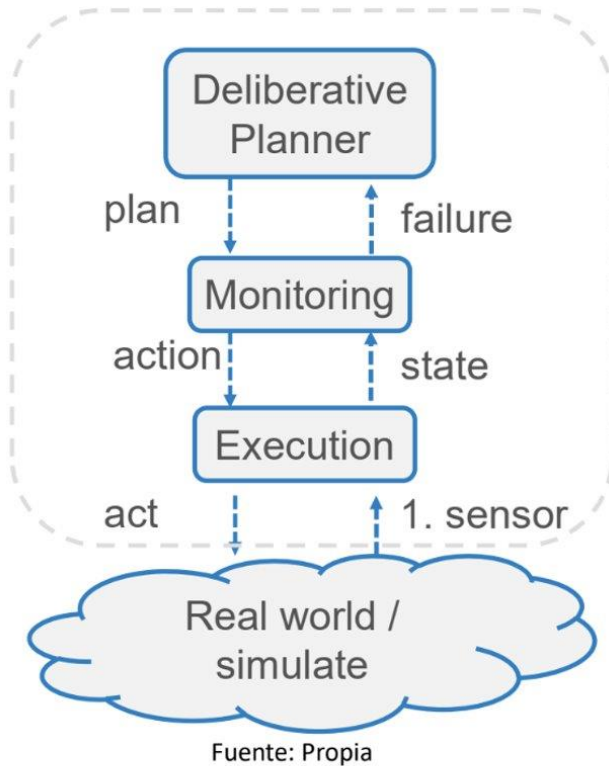
- Los agentes tienen interacciones débiles y/o medias.
- Se asumen entornos cooperativos o parcialmente cooperativos donde los agentes son independientes.
- Los agentes tienen capacidades diferentes y/o recursos limitados. No comparten bases de conocimiento, y cuentan con protocolos sencillos de planificación.

Planificación multi agente durante la ejecución

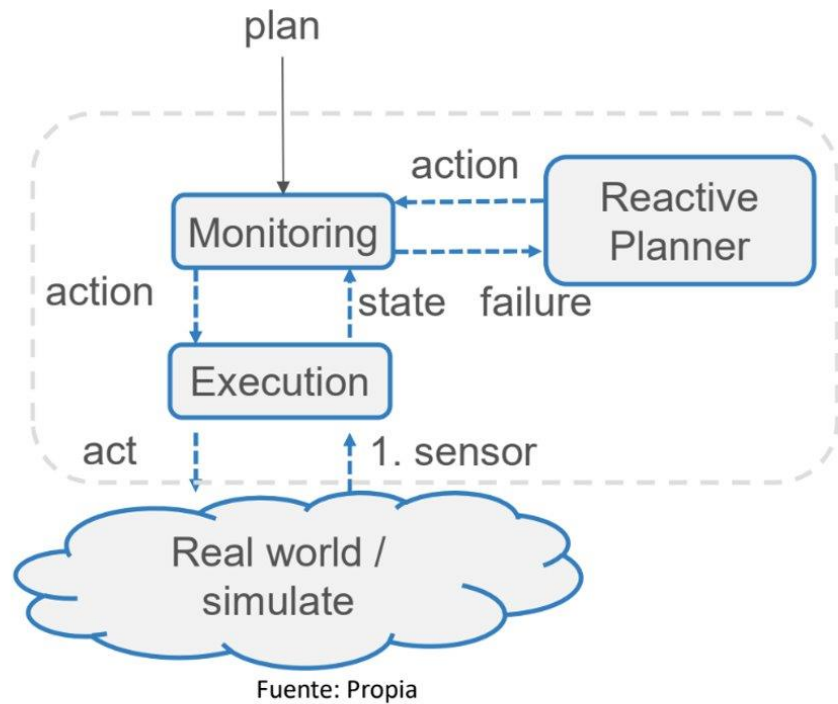
La monitorización implica el poder **detectar fallos** que impidan la correcta ejecución de las acciones del plan. Cuando esto sucede los **agentes de ejecución** pueden intentar:

- Repararlo de forma individual,
- Repararlo de forma multi agente en el menor tiempo posible,
- Solicitar un nuevo plan a un **agente de planificación**

Monitorización y reparación de planes



Deliberativas



Reactivas

Recursos

- ▶ Revisión del campo

Borrajo, D., Fernández, S. Efficient approaches for multi-agent planning. *Knowl Inf Syst* **58**, 425–479 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10115-018-1202-1>

- ▶ MA-STRIPS

Brafman RI, Domshlak C (2008) From one to many: planning for loosely coupled multi-agent systems. In: Proceedings of ICAPS'08. <https://www.aaai.org/Papers/ICAPS/2008/ICAPS08-004.pdf>



www.unir.net