

Razonamiento y Planificación Automática

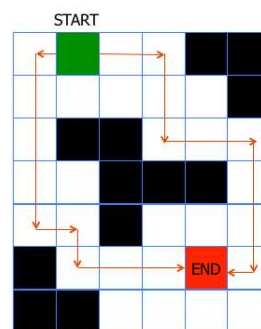
César Augusto Guzmán Álvarez

Doctor en Inteligencia Artificial

Tema 1: Introducción a la toma de decisiones

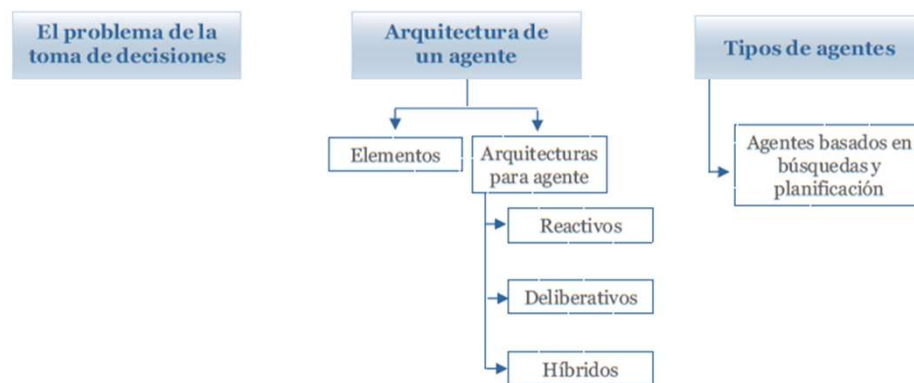
Índice

- ▶ Problemas de toma de decisiones
- ▶ Arquitectura de un agente inteligente
- ▶ Tipos de agentes inteligentes



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Índice



Problemas de toma de decisiones

La policía arresta a dos sospechosos. No hay pruebas suficientes para condenarlos y, tras haberlos separado, los visita a cada uno y les ofrece el mismo trato.

	S2 confiesa	S2 lo niega
S1 confiesa	Ambos 6 años	S2 es condenado a 10 años y S1 sale libre
S1 lo niega	S1 es condenado a 10 años y S2 sale libre	Ambos condenados a 1 año

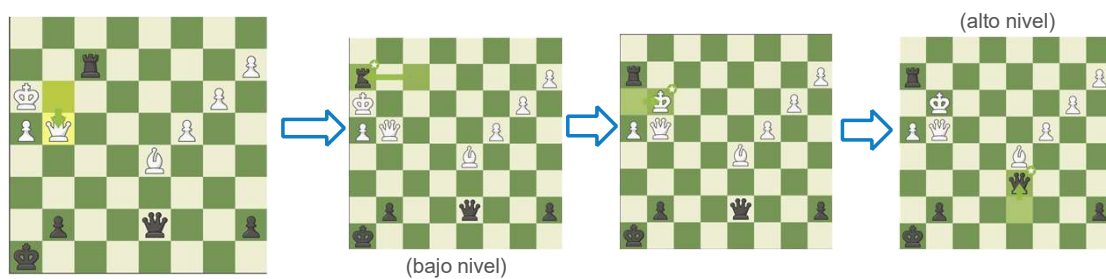
Fuente : Poundstone, W. (1993). *Prisoner's Dilemma/John von Neumann, Game Theory and the Puzzle of the Bomb*. Anchor.

- Problemas son desafíos en los que:
 - Tenemos que asumir un riesgo.
 - Analizar y buscar la alternativa que minimiza el riesgo.

Problemas de toma de decisiones

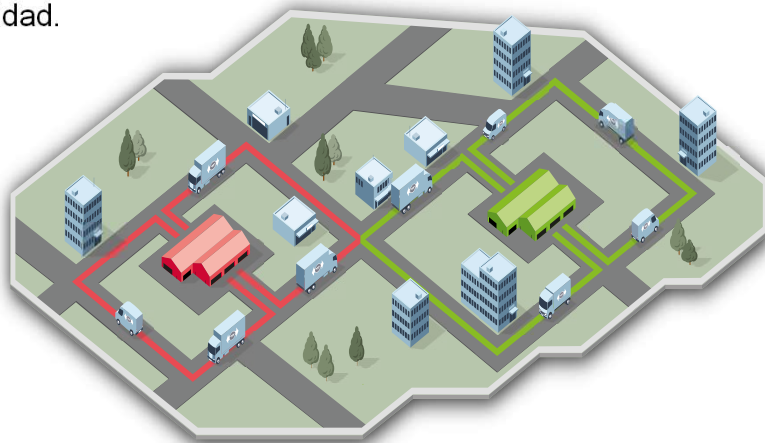
➤ Elementos a tener en cuenta en la toma de decisiones :

➤ **Efecto futuro.**



Problemas de toma de decisiones

- Elementos a tener en cuenta en la toma de decisiones :
 - Efecto futuro.
 - Reversibilidad.
 - **Impacto.**



Dominio del Depots. Fuente: <https://www.paragonrouting.com/en-gb/our-products/routing-and-scheduling/multi-depot/>

Problemas de toma de decisiones

➤ Elementos a tener en cuenta en la toma de decisiones :

- Efecto futuro.
- Reversibilidad.
- Impacto.
- **Calidad.**



Decisiones

Alto nivel

Bajo nivel

Problemas de toma de decisiones

➤ Elementos a tener en cuenta en la toma de decisiones :

- Efecto futuro.
- Reversibilidad.
- Impacto.
- Calidad.
- **Periodicidad.**



Decisiones

Alto nivel

Bajo nivel

Fotografía tomada el 28 de agosto 2012, en Los Ángeles, California, Réplica del robot Curiosity (MSL-Curiosity). EFE/Archivo

Problemas de toma de decisiones

Podemos clasificar la toma de decisiones como

Bajo Nivel	Alto Nivel
No afectan al futuro.	Afectan al futuro.
Reversibles.	Reversibilidad difícil.
Poco impacto.	Impacto amplio.
Afectan a pocos factores importantes de calidad.	Afectan a muchos factores importantes de calidad.
Frecuentes.	Excepcionales.



Problemas de toma de decisiones

Otras clasificaciones

- No programadas:



- Programadas :



Alto nivel / Deliberativo

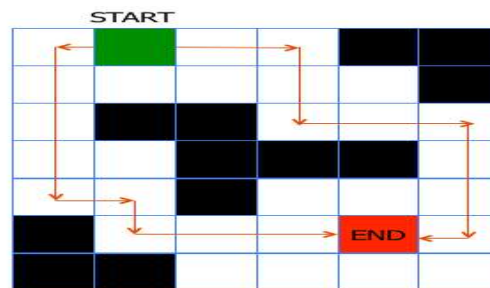


Bajo nivel / Reactiva

Problemas de toma de decisiones

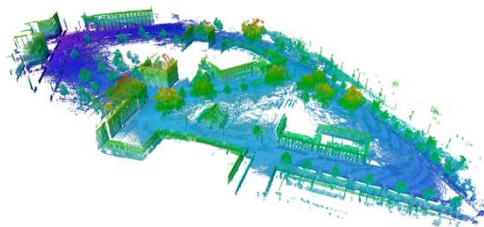
Finalmente, en cuanto al problema:

- Estructurado:
Known environment
static



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

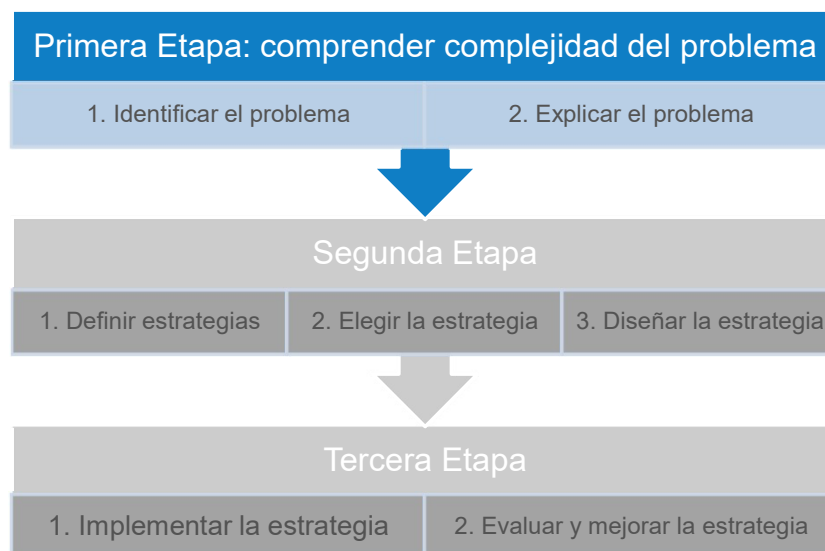
- No estructurado:
Unknown environment
dynamic



Fuente: Octomap of an outdoor environment.
Source: octomap.github.io/freiburg_outdoor_big.png

Problemas de toma de decisiones

Etapas necesarias para la resolución de problemas:



Problemas de toma de decisiones

Etapas necesarias para la resolución de problemas:

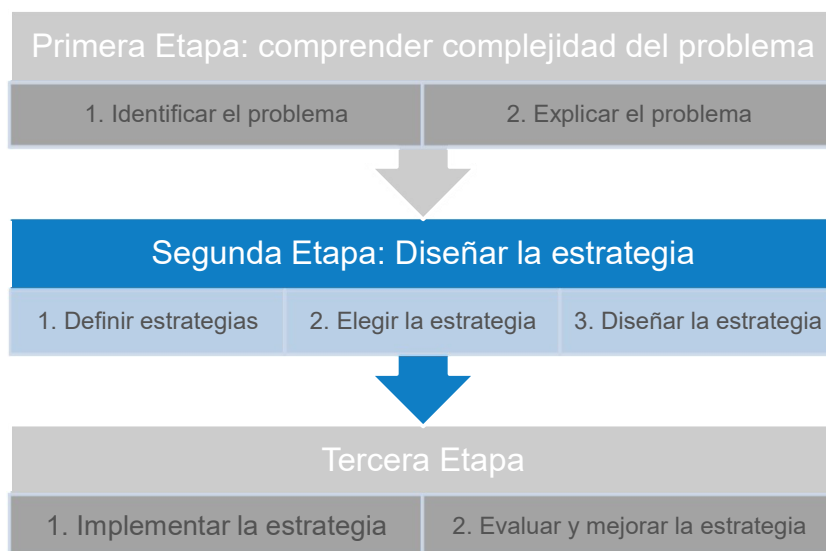


Características de asunción para entornos simples:

- **Discreto:**
 - Se puede concebir el mundo en estados.
 - En cada estado hay un conjunto finito de percepciones y acciones.
- **Accesible:** el agente puede sensorizar la información relevante del entorno.
 - Puede determinar el estado actual del mundo.
 - Puede determinar el estado del mundo que le gustaría alcanzar.
- **Determinista:** no hay presión temporal ni incertidumbre.
 - El mundo cambia solo cuando el agente actúa.
 - El resultado de cada acción está totalmente definido y es previsible.

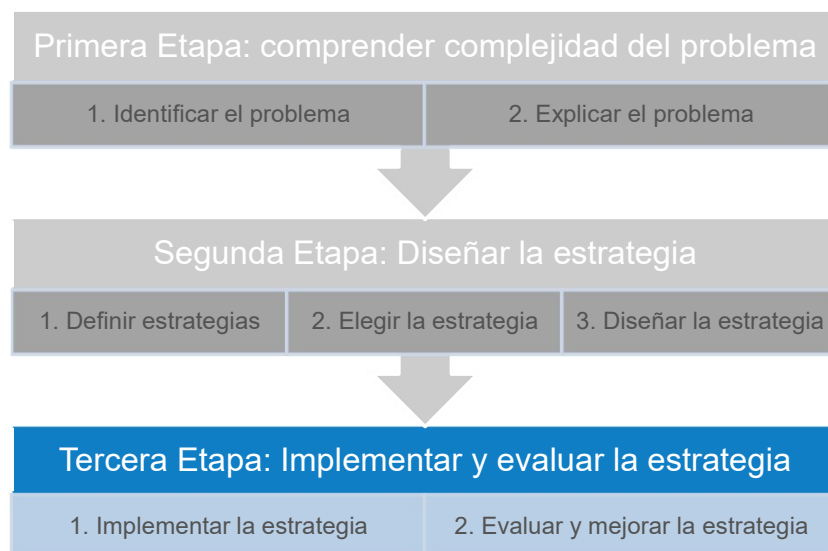
Problemas de toma de decisiones

Etapas necesarias para la resolución de problemas:



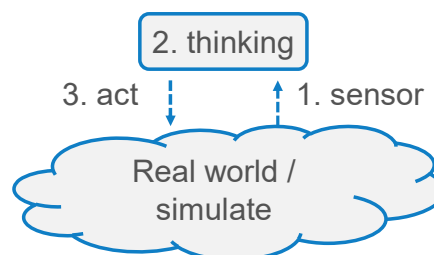
Problemas de toma de decisiones

Etapas necesarias para la resolución de problemas:



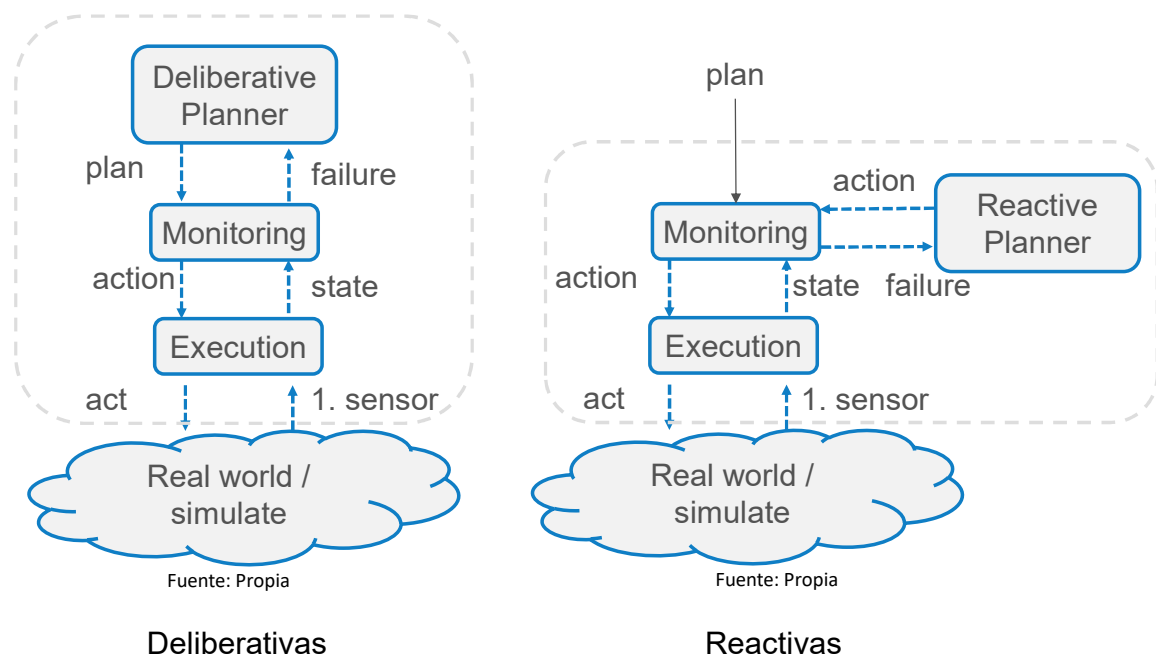
Arquitectura de un agente inteligente

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



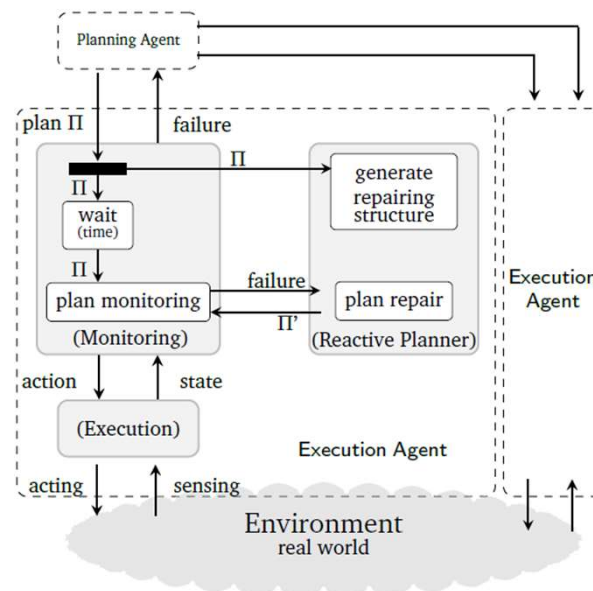
Proceso de toma de decisiones. Fuente: Propia

Arquitectura de un agente inteligente



Arquitectura de un agente inteligente

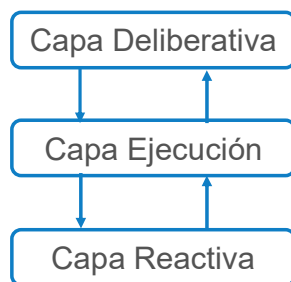
► Híbridas



Arquitectura de reactiva de planificación y ejecución. Fuente : Gúzman Álvarez, C. A. (2019). *Reactive plan execution in multi-agent environments* (Doctoral dissertation).

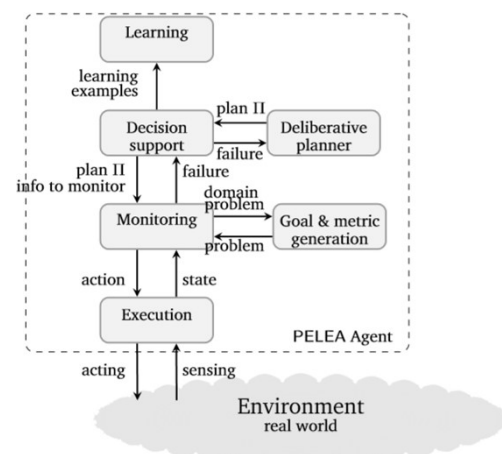
Arquitectura de un agente inteligente

► Arquitectura de tres capas:



Fuente : M. Lindstrom, A. Oreback, and H.I. Christensen.
BERRA: a research architecture for service robots. In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), volume 4, pages 3278–3283 vol.4, 2000. 11

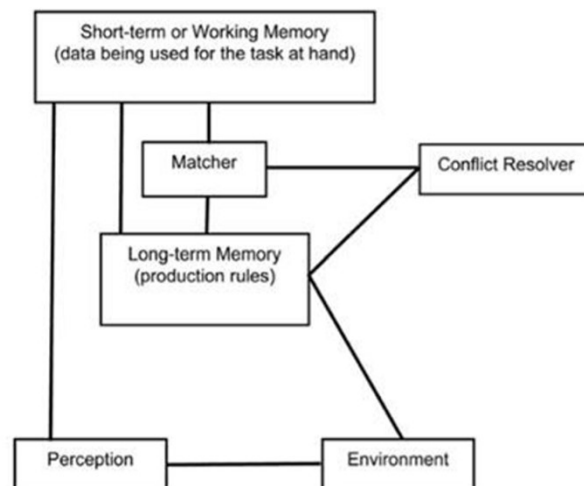
► Arquitectura multicapas:



Arquitectura PELEA. Fuente : Cesar Guzman, Vidal Alcazar, David Prior, Eva Onaindia, Daniel Borrajo, Juan Fdez-Olivares, and Ezequiel Quintero. PELEA: a Domain-Independent Architecture for Planning, Execution and Learning. In ICAPS 6th Scheduling and Planning Applications woRKshop (SPARK), pages 38–45, 2012. 14, 28, 49

Arquitectura de un agente inteligente

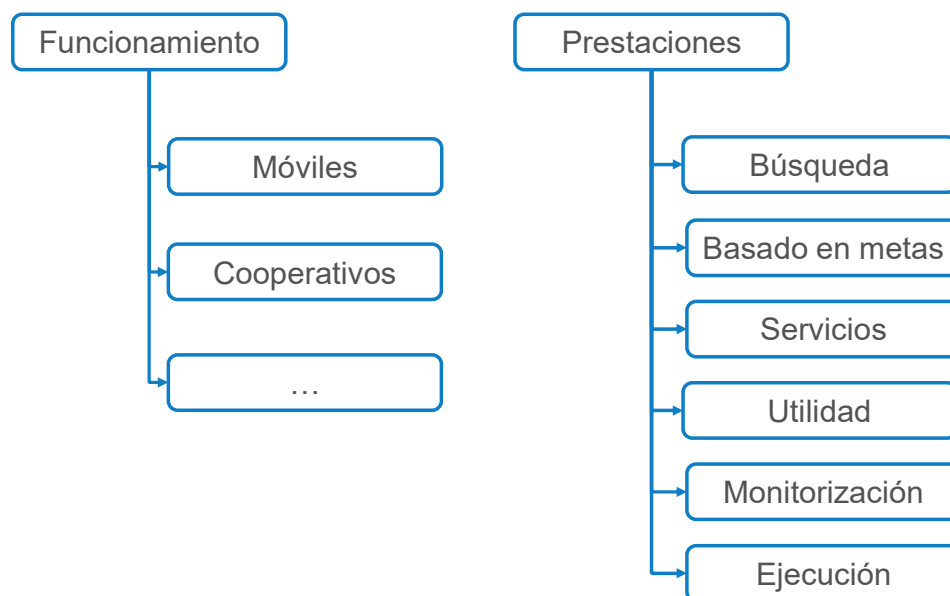
- Arquitecturas cognitivas:



Esquema simplificado de arquitectura cognitiva.
Fuente: Institute of Creative Technologies (s.f.)

Tipos de agentes inteligentes

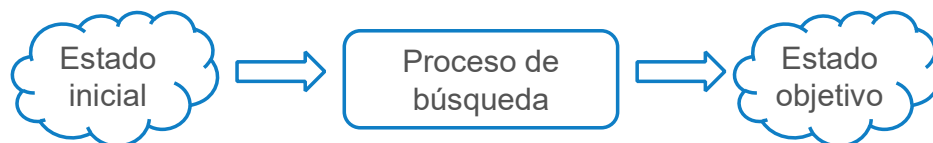
- Se pueden clasificar según su :



Tipos de agentes inteligentes

- ▶ Basados en búsqueda :

Resuelven el problema de alcanzar un objetivo deseado por medio de la exploración del espacio de estados, partiendo del estado actual.



Algoritmos:

- Amplitud
- Profundidad
- A*
- Multi agentes

Planning in Real world

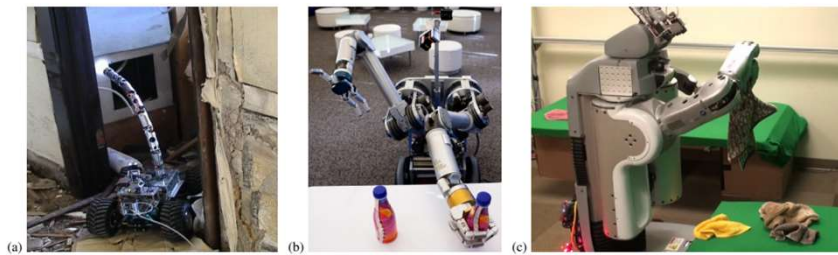
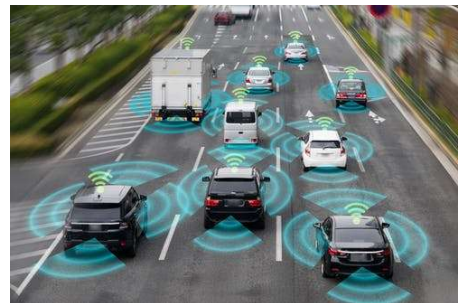


Fig. 1. **Real world applications of motion planning.** (a) An urban search-and-rescue robot from Carnegie Mellon University's Biorobotics Lab. (b) The HERB robot from Carnegie Mellon University's Personal Robotics Lab picking up a bottle. (c) A PR2 robot folding laundry in UC Berkeley's Robotics Learning Lab. Images used with permission from Prof. Choset, Prof. Srinivasa, and Prof. Abbeel, respectively.

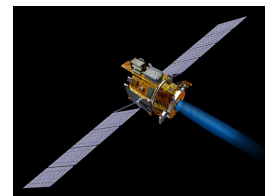
Fuente: Sukan, Ioan & Moll, Mark & Kavraki, E.E.. (2012). The Open Motion Planning Library. Robotics & Automation Magazine, IEEE. 19. 72-82. 10.1109/MRA.2012.2205651.



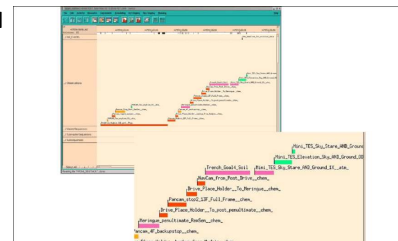
Planning in Real world

Space Application

- **Remote Agent** : This co-winner of NASA 1999 software-of-the-year is perhaps the most famous application. For two days Remote Agent ran on the on-board computer of Deep Space 1 and autonomously control the mission.
- **MAPGEN (Mixed Initiative Activity Planning Generator)**: MAPGEN is an important technology used by mission controllers during NASA's Mars Exploration Rover mission (Spirit and Opportunity).
- **CONSAT**: CONSAT is a real application that plans and schedules the performance of nominal operations in four satellites during a year for a commercial Spanish satellite company, HISPASAT.
- Projects from ESA



Fuente: NASA/JPL -
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA04242>

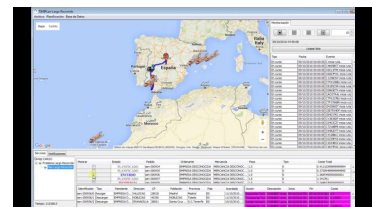


Fuente: Wales, Chegaty & Shalin, Valerie & Bass, Deborah. (2007). Requesting Distant Robotic Action: An Ontology for Naming and Action Identification for Planning on the Mars Exploration Rover Mission. Journal of The Ais - JAIS. 8. 10.17705/jais.00116.

Planning in Real world

Logistics/Transportation

- **Multi-model Transportation:** TIMIPLAN, using a combination of LP and automated planning, to solve the logistics problem in which at least two modes of transport are used. TIMIPLAN effectively solved real problems from *Acciona* with up to 300 services, 600 locations, 300 trucks, 300 containers, and 50 train segments.
- **SIADEx:** SIADEx is an application used in forest fire fighting.
- **Greenhouse Logistics:** The Scanalyzer planning domain models the problem of controlling conveyor belts that transport plants between greenhouses and imaging facilities.
- **Ship Operations:** Transportation and delivery of a list of requested cargo to different locations considering several constraints and elements based on a real problem of Petrobras – the Brazilian Petroleum Company. Petrobras pipeline (Daniel Ferber @ ICAPS'12).



Fuente: García, J., Torralba, Á., Florez, J. E., Borrajo, D., López, C. L., & García-Olaya, Á. (2016). TIMIPLAN: A Tool for Transportation Tasks. In *Autonomic Road Transport Support Systems* (pp. 269-285). Birkhäuser, Cham.

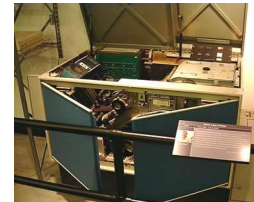


Fuente: Helmert, M., & Lasinger, H. (2010). The Scanalyzer Domain: Greenhouse Logistics as a Planning Problem. *ICAPS*.

Planning in Real world

Manufacturing

- PARC printer (JAIR, ICAPS'05)
- Machine Tool Calibration using HTN & PDDL planners (ICAPS'12)
- Integration of high-level planning & low-level PLC controller for manufacturing automation (TAMPRA'12@ICAPS'12)



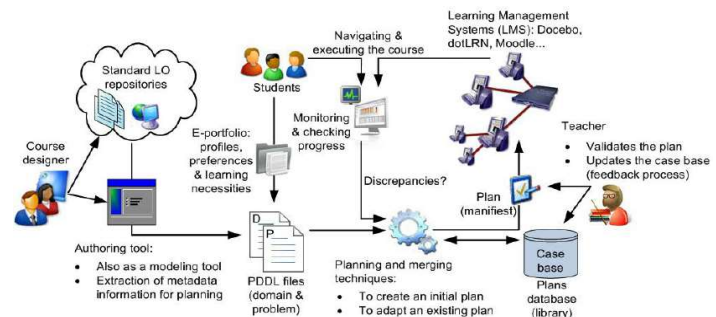
Fuente: Xerox PARC

Robotics & Motion Planning

- Integrate vehicle routing & motion planning (Wheeler @ ICAPS'12)
- Willow Garage various work

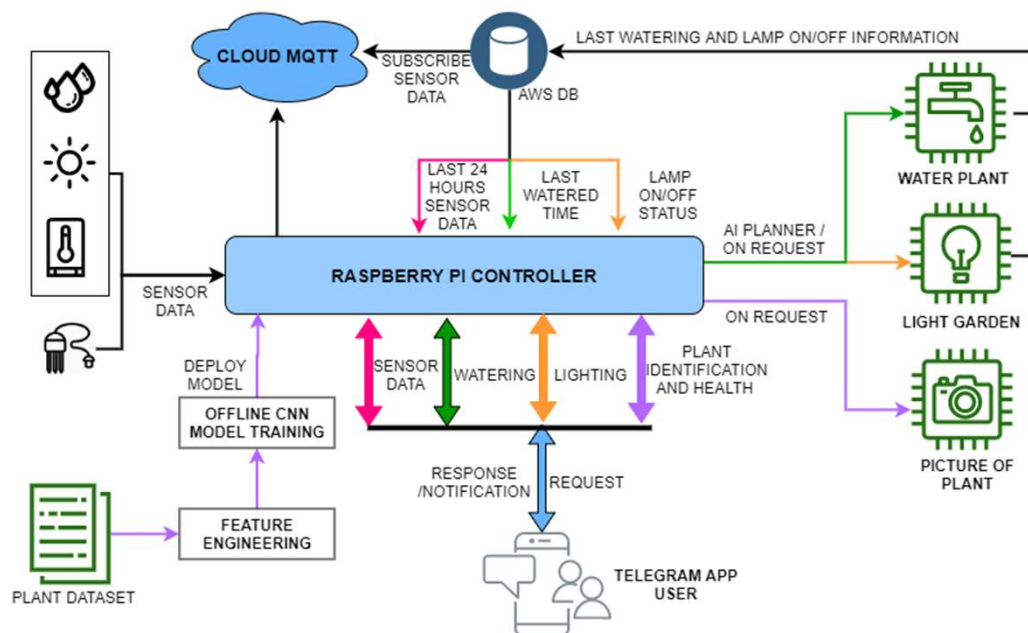
E-Learning

- myPTutor - E-Learning



Fuente: Garrido, Antonio & Morales, Lluvia & Serina, Ivan. (2020). CURRICULUM DESIGN ADAPTATION, EXECUTION AND MONITORING IN MOODLE.

Smart-Gardening System



<https://github.com/Niloy-Chakraborty/Smart-Gardening>

Other Applications

- Use of planning for controlling elevators (Koehler & Ottinger, AI Magazine 2002).
- **E-tourism**: It is a tourist recommendation and planning application to assist users on the organization of a leisure and tourist agenda.
- Story-building (Julie Porteous)
- Military Training (Carmel & Erez)
- [Scenario Planning Advisor](#): Goal recognition as planning for enterprise risk management

Gracias!

