



Modelos de Programación en Robótica Móvil

Prof. Wilmer Pereira

Universidad Católica Andrés Bello
Universidad Simón Bolívar

<http://www ldc usb ve/~wpereira>



¿ Qué es un robot ?

Criatura mecánica con la que, a largo plazo, se pretende emular las funciones de un humano

- Manufactura: manipuladores nucleares e industria automotriz, ...
- Servicio usuario final: aspiradoras, guías de museos, mesoneros, ...
- Vehículos terrestres, submarinos y espaciales
- Telepresencia y realidad virtual
- Exo-esqueletos

Estereotipos

Leyenda negra

2001 Odisea del Espacio

Terminator

Yo Robot

Matrix

Leyenda blanca

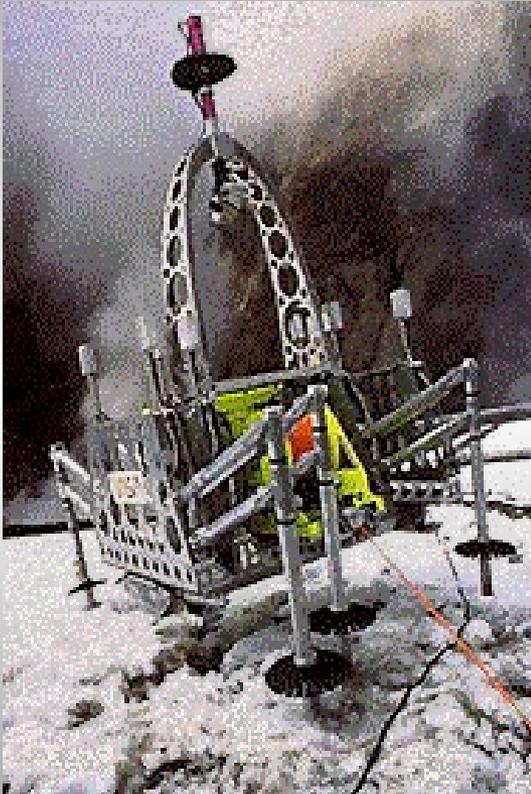
Hombre Bicentenario

Robot (Walt Disney)

IA (Steven Spilberg)

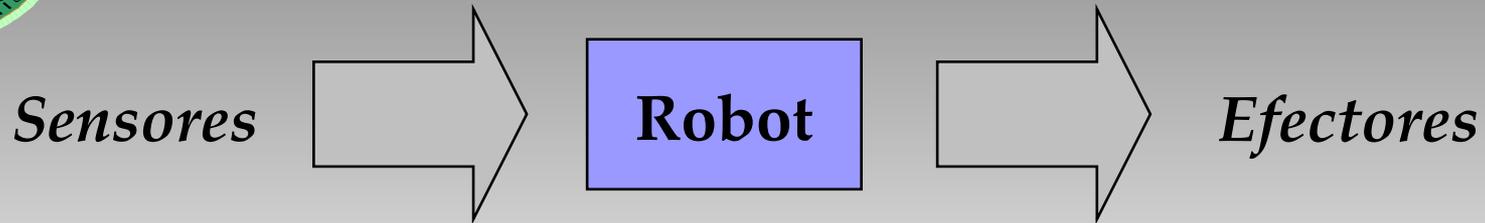


Ejemplos de Robots



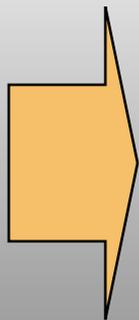


Arquitectura Básica Robótica



Sensor: Exploran el entorno para posicionarse y/o controlar sus movimientos. Los sensores pueden ser activos o pasivos

Efecto: Actúan sobre el entorno según sus grados de libertad (*gdl*) que son los posibles movimientos básicos independientes bien sean giratorios o de desplazamientos.



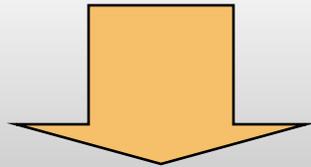
| | |
|-------------|---|
| Contacto: | Limitados para explorar |
| Fuerza: | Difíciles de manejar |
| Infrarojos: | Sensibles a la luz solar y fluorescentes |
| Cámaras: | Se debe tener gran capacidad de procesamiento |
| Sonares: | Distancias mal determinadas, falsos positivos ... |



Paradigmas en Robótica

Filosofías y/o técnicas que caracterizan el enfoque para resolver problemas

Manipuladores
Telepresencia



Normalmente sin técnicas de
inteligencia artificial

VS

Autónomo

Jerárquico

Reactivo

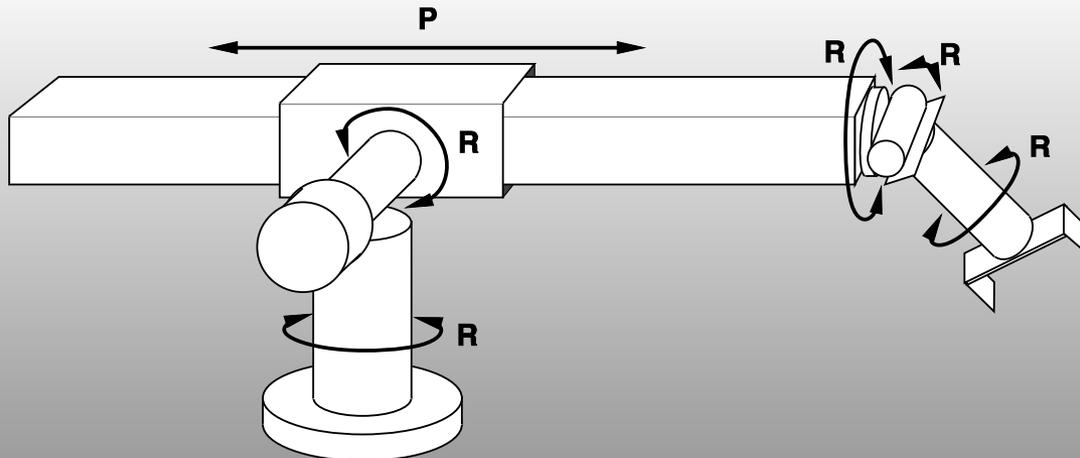
Híbrido



Robótica con manipuladores

Automatización industrial en tareas repetitivas que no requiere sensores pues los algoritmos normalmente son determinísticos

- No es solución a largo plazo
- Se usa en trabajos riesgosos y tediosos
- En casos de haber cambios, deben ser reprogramados





Telepresencia con arquitecturas cliente/servidor

- Control de robot a distancia a través de una red cableada o inalámbrica
- No siempre hay visión cuando el enlace no ofrece alto ancho de banda
- Puede haber fatiga cognitiva si se utiliza realidad virtual (costoso)
- Retardo de conexión (casi 1,5 seg a la Luna y 5,5 min hasta Marte)
- Un operador por robot

Usos:

- Tareas estructuradas y no repetitivas
- Ambientes riesgosos para el hombre
- Útil cuando el retardo es bajo
- Normalmente requiere de visión artificial
- Común en control semi-autónomo



Telepresencia vía Red

Construcción de aplicaciones que interactuen con un robot a partir de un componente Jini

**Servicios
(Robots)**

**Localizador de
Servicios
(JINI)**

**Clientes
(Mapas)**

- Robot *Legomindstorm* navegando en un ambiente desconocido con obstáculos (montado sobre una estación SUN Ultra)
- Mapa de navegación se visualiza en un computador remoto
- El operador humano controla los movimientos del robot con ayuda del mapa, usando los efectores (motores y dispositivos de rotación) gracias a los sensores (sólo contacto)
- El robot es un servicio de red compartido (controlado con un enlace infrarrojo), accedido remotamente (programa Java+Jini)

**6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics
(SCI 2002), Orlando, USA, 14-18 Julio 2002.**



Paradigma Jerárquico



- Las sensaciones se reúnen en un modelo global de planificación que actúa después por introspección
- Es necesaria la suposición de mundo cerrado CWA (*Closed World Assumption*). El mundo es sólo lo explícito

Inconvenientes ... no considera el aceptado esquema estímulo/respuesta



Navegación con imágenes

Programación de un Robot Autónomo modelo con Procesamiento Digital de Imágenes

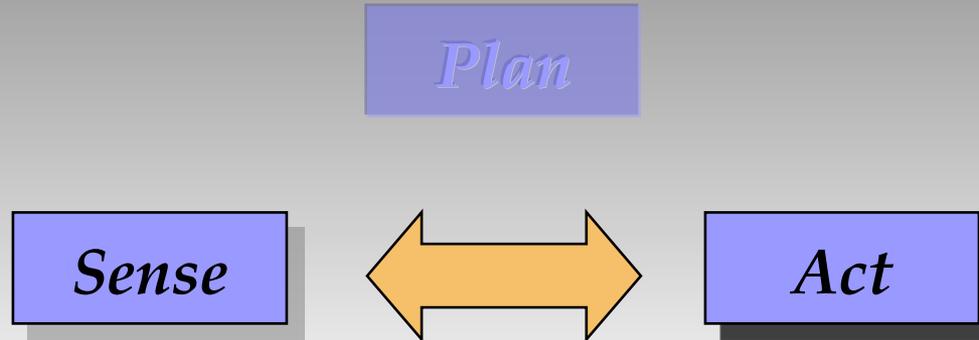
- Movimientos en un espacio con señalización que indica directivas de desplazamiento (derecha, izquierda, adelante o atrás)
- Robot *Legomindstorm* y una cámara *vision command* para la entrada de información y dos motores para salida o efectores del sistema
- Programación con redes neurales para el reconocimiento de patrones (letras).

Limitaciones

- Procesamiento de imágenes en el computador (bajadas por el puerto USB cableado) lo cual impide plena autonomía
- El robot no es capaz de encontrar los letreros pues no maneja profundidad en las imágenes



Paradigma Reactivo



Fuerte tendencia biológica que acopla *sense-act* con comportamientos predeterminados (Plan omnipresente)



Basado en el paradigma Estímulo-Respuesta de los psicólogos de Harvard inspirados en B. F. Skinner

Inconvenientes ... obviar el plan es una situación en ocasiones extrema



Aprendizaje en esquema depredador/presa

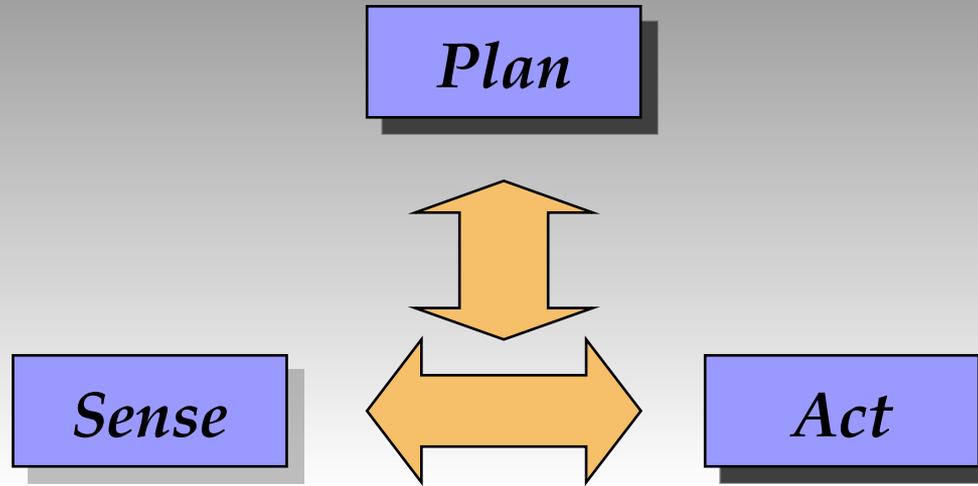
Sistema Autónomo de Inteligencia Artificial para Orientar Intersección de Objetivo Móvil de Comportamiento Evasivo Aplicado a Robótica

- ✪ Interacción de dos robots donde uno es depredador y el otro presa.
- ✪ La presa tiene una técnica evasiva desconocida del depredador
- ✪ El depredador utiliza técnicas de Inteligencia Artificial para aprender y capturar la presa
- ✪ La entrada de datos la recibe el depredador desde una cámara situada sobre el espacio.

3eras Jornadas de Investigación UCAB, Noviembre 2005, Caracas



Paradigma Híbrido



- ✦ Primero planifica y luego es reactivo
- ✦ El *planner* está presente en todos los *sensing* pero sólo actúa en ciertas condiciones

Inconvenientes ... muy dependiente de la aplicación



Autonomía en Navegación

Sistema Autónomo de Desplazamiento en Robots con Reconocimiento de Patrones Geométricos Regulares



- Robot *Legomindstorm* navegando en un ambiente desconocido de calles e intersecciones
- Algoritmo de aprendizaje por reforzamiento
- Pruebas de comparación entre *Q-Learning* y *Value Iteration* para medir desempeño en diferentes circunstancias de navegación
- El robot es autónomo y recibe *feedback* del entorno (distancia hasta el objetivo) y fue desarrollado en JAVA

**International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics,
Setúbal, Portugal, August 25-28, 2004.**

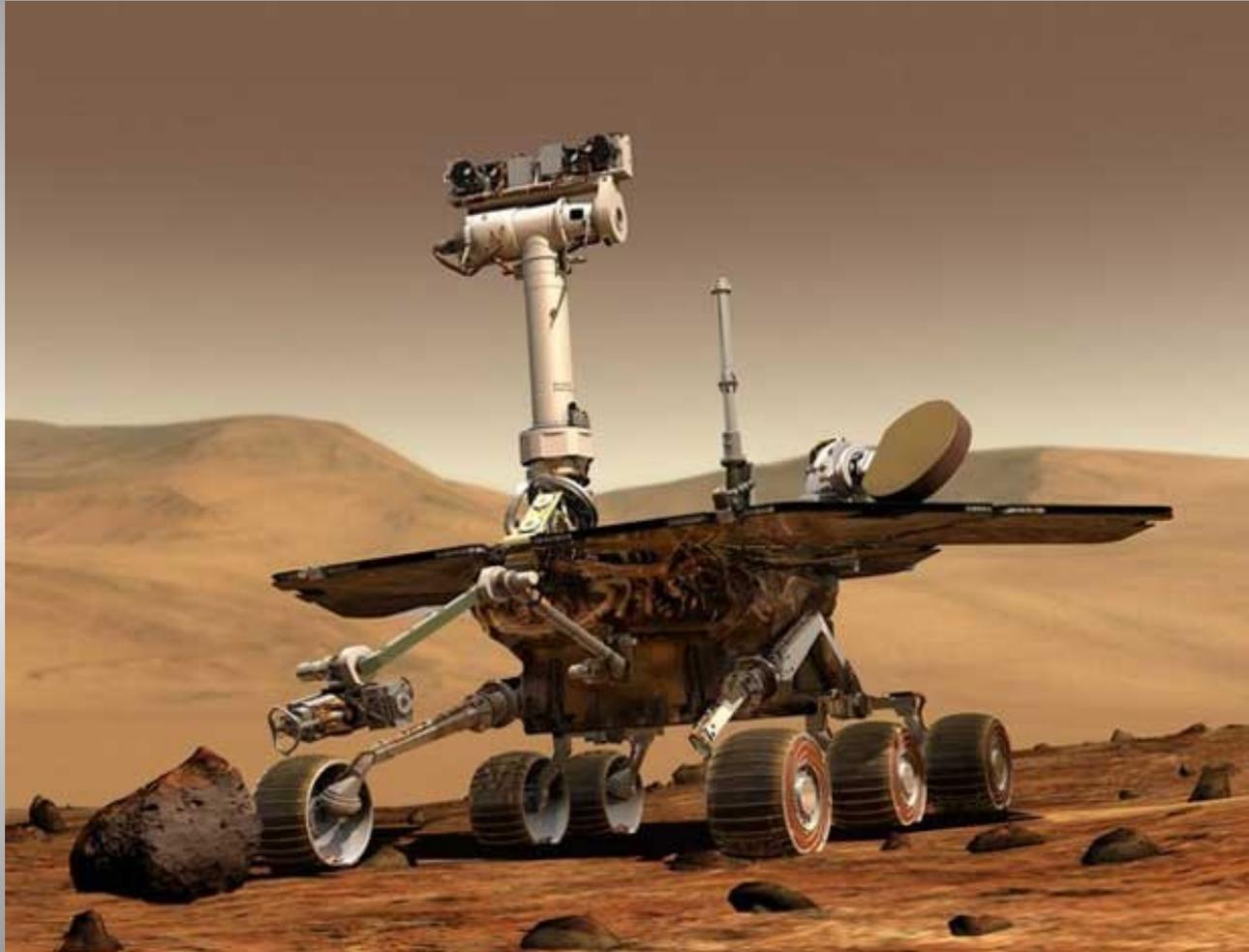


Integración de Paradigmas: Robótica Espacial

- ★ La robótica espacial integra todos los paradigmas pues debe ser autónomo y también es posible la telepresencia
- ★ *Rovers* recientes *Spirit* (finalizado 25 mayo 2011, 8 Kms) y *Opportunity* (Enero 2004) activos más del tiempo previsto
- ★ IDEA = Agentes Inteligentes de Ejecución Instalable, futuros robots en el Centro Ames (NASA), en Silicon Valley.
- ★ Capsula *Huygens* (enero 2005) de la misión *Cassini*, que se posó en Titán (una de las lunas de Jupiter)
- ★ Multiagentes



Spirit ...





Navegación Robótica

- ¿Cuál es su posición actual ?*
- ¿ Dónde ha estado ?*
- ¿ Hacia donde se dirige ?*
- ¿ Cómo llegar más eficientemente al objetivo ?*

Navegación Topológica

Desplazamiento bajo enfoque cualitativo usando marcas.
Utiliza teoría de grafos para desplazamientos y
es compatible con enfoque reactivo

Navegación Métrica

Desplazamiento bajo enfoque cuantitativo intentando optimizar.
Compatible con enfoques jerárquicos



Competencias de Robótica

☀️ Latinoamericana IEEE (Bogotá, 1-4 Octubre)

<http://www.ewh.ieee.org/reg/9/robotica/indexsp.htm>

Abierto (recolector de café)

LegoMindStorm (apoyo en inundaciones)

☀️ Nacional ULA (Mérida, 16-18 Noviembre)

<http://www.ing.ula.ve/ulabots>

Velocidad en varias pista

Llenado de tanques (con entrada en binario)



Principios de Programación

- ★ Movimientos: *OnFwd, OnRev, Off, wait*
 - OUT_A, OUT_B y OUT_C
- ★ Detección: *SetSensorTouch, SetSensorLigth, SetSensorSound, ...*
 - IN_1, IN_2, IN_3 y IN_4
- ★ Estructuras de control: *while, until*
- ★ Manejo de concurrencia y exclusión mutua
- ★ Macros y subrutinas