

Robótica Móvil

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Chile
Javier Ruiz del Solar



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Robótica Móvil

- Robot=Máquina autónoma
- Autónomo $\neq$ Automático Automatización
- Robot móvil $\Rightarrow$ movimiento
- Existen robots con $\neq$ formas, funciones y tamaños:
 - Robots humanoides
 - Robots industriales, exploradores, de rescate
 - Robots de servicio, máquinas robotizadas
 - Robots tipo insecto, tipo perro
 - Robots con piernas, con ruedas o con orugas
 -

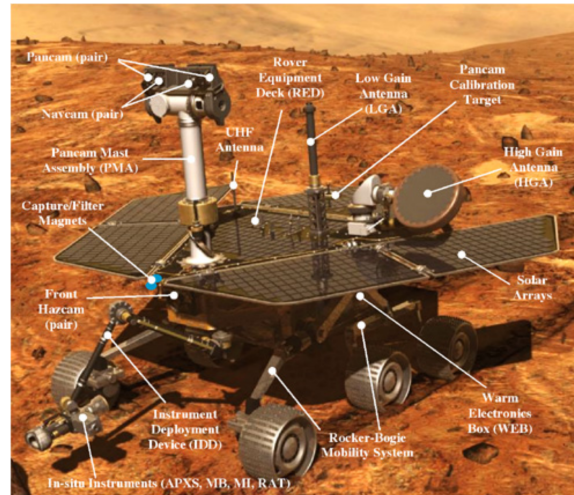


FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Algunos Robots Móviles



QRIO



Spirit



Roomba



Komatsu



Bender



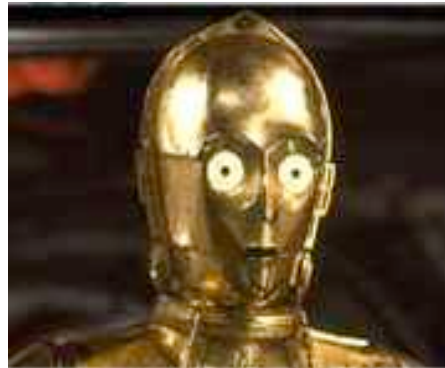
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Video 50 años de la robótica



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

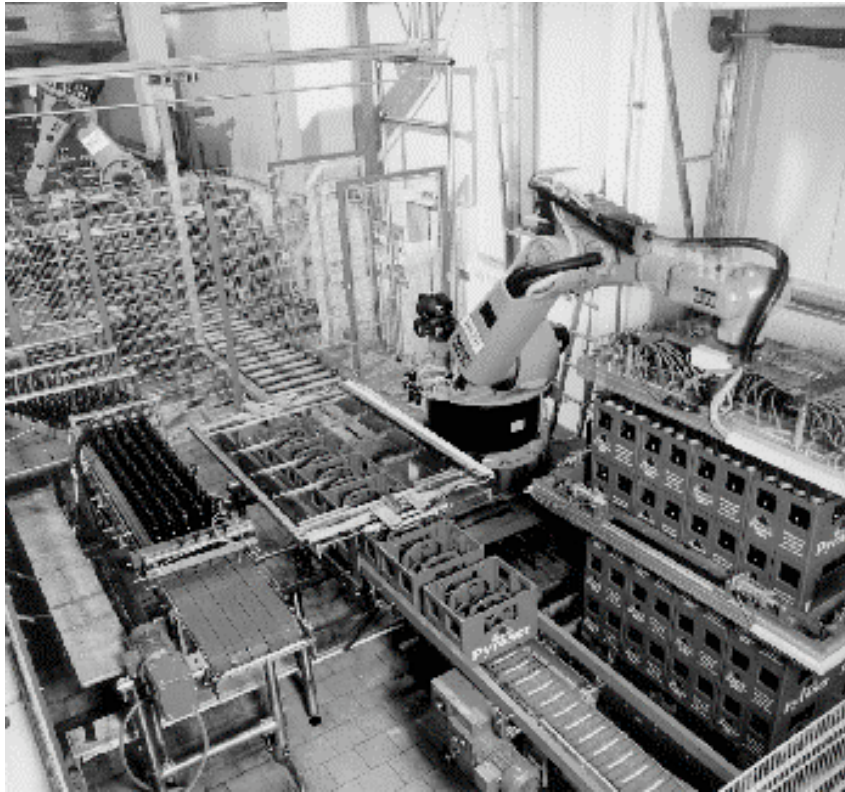
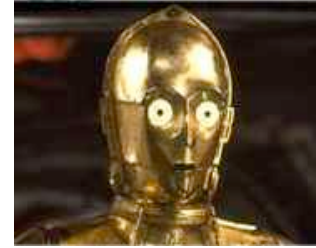
Tipos de Robots



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

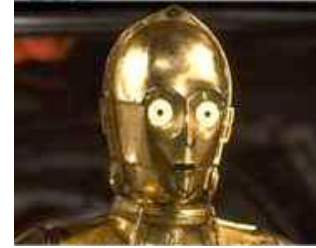
Robots Industriales

Se utilizan para realizar trabajos repetitivos, pesados o peligrosos. En el mundo existen más de 900.000 robots de este tipo, utilizados principalmente en la industria automovilística.



Robots de Servicio

Asisten a las personas en ambientes distintos a las fábricas. En el mundo existen más de 2 millones de estas unidades. Se estima un explosivo aumento en los próximos años.

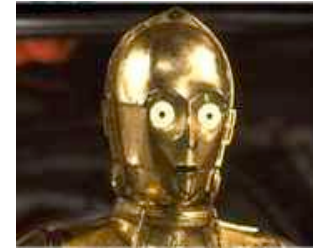


Entre las tareas más importantes que se espera realicen estos robots se encuentran:

- servicio doméstico,
- entretenimiento,
- cuidado de niños y ancianos,
- compañía,
- exploración, y
- labores médicas y de rehabilitación.

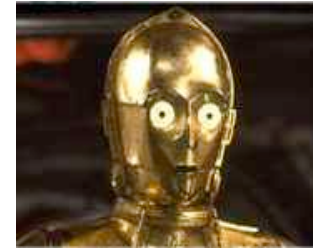
Robots de Servicio

Robots Domésticos

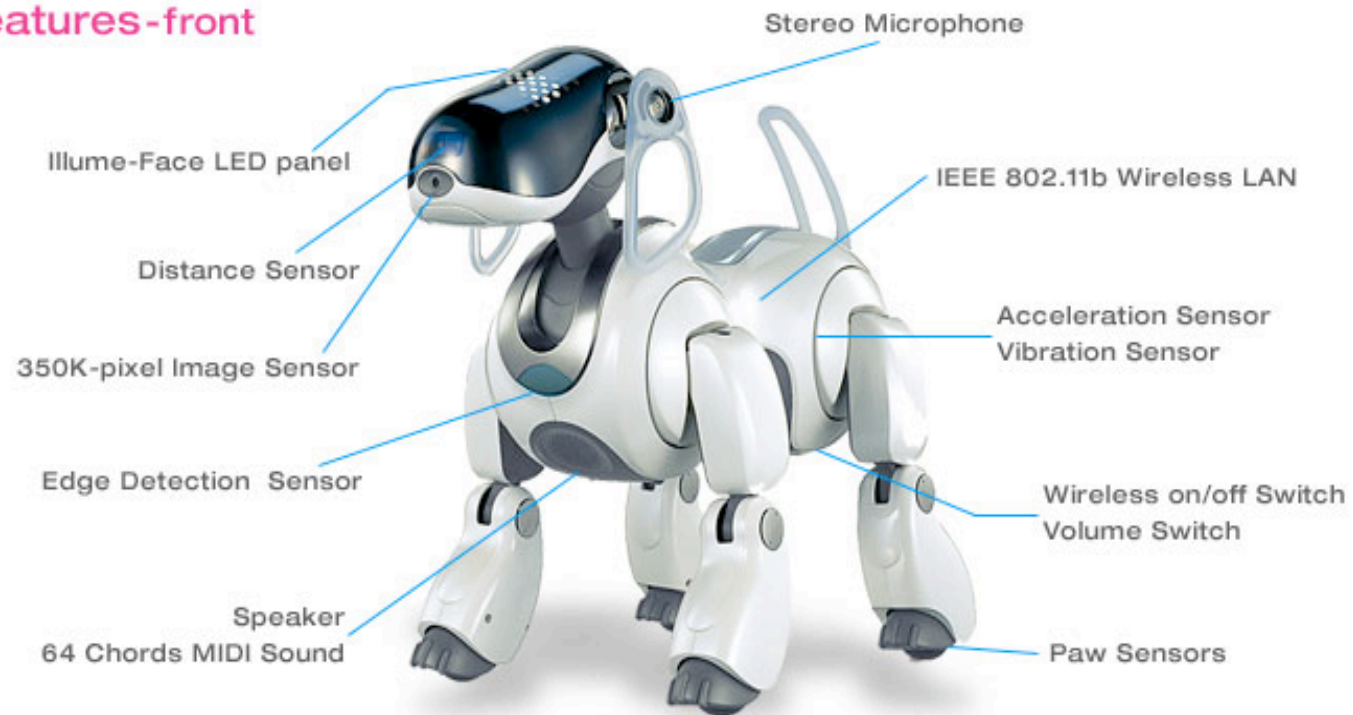


Robots de Servicio

Robots de Entretenimiento

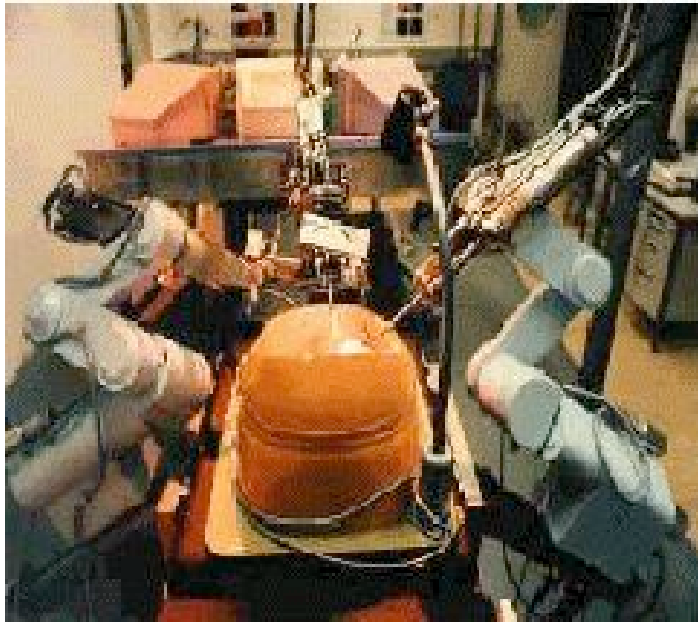
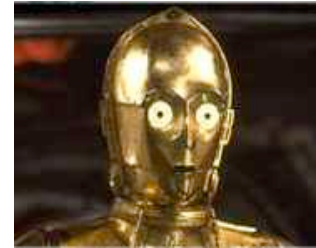


► Features-front



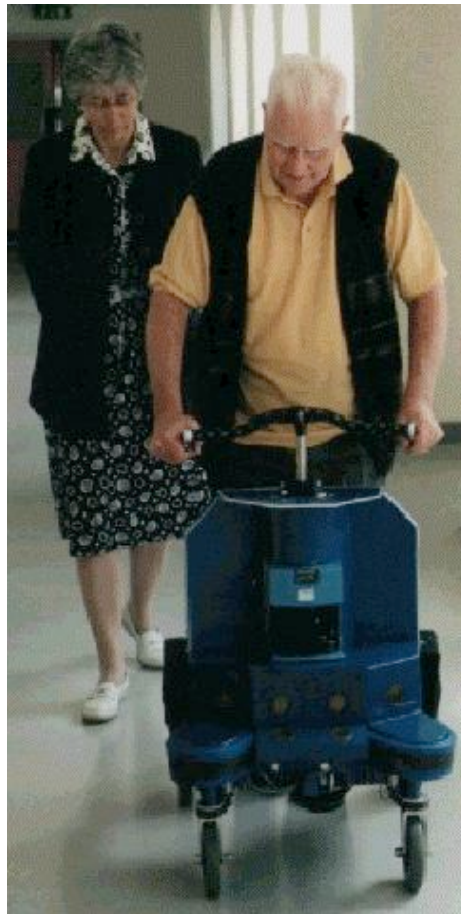
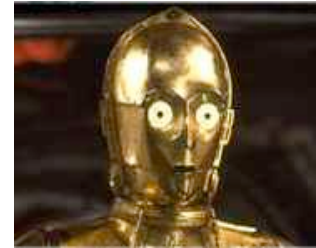
Robots de Servicio

Robots Médicos



Robots de Servicio

Robots de Ayuda a Discapacitados

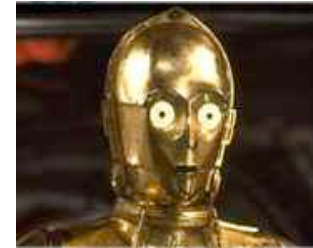


Robots de Servicio

Robots de Limpieza

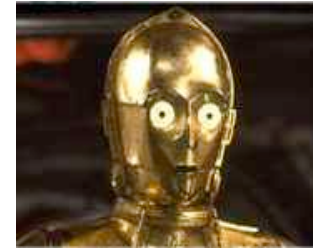


Robots de Vigilancia

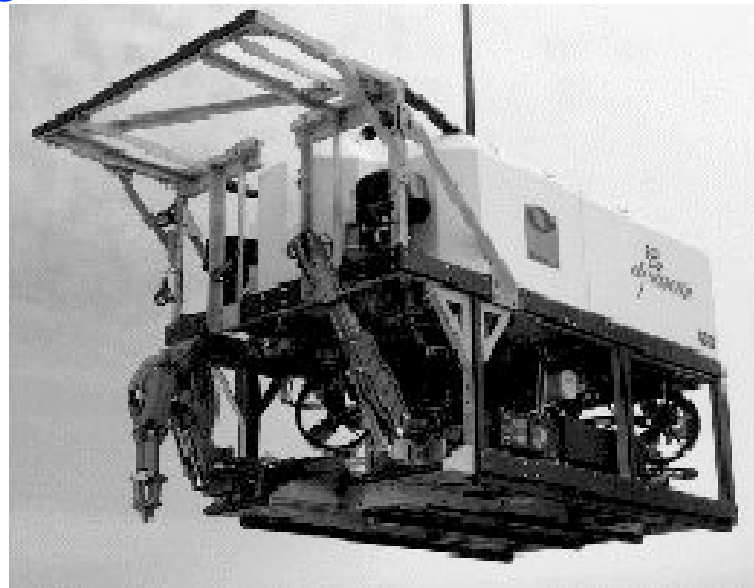


Robots de Exploración

Permiten explorar lugares inaccesibles para el hombre como por ejemplo otros planetas (ej. Marte), el fondo del mar (ej. Titanic), la antártica, el interior del cuerpo humano o edificios derrumbados.

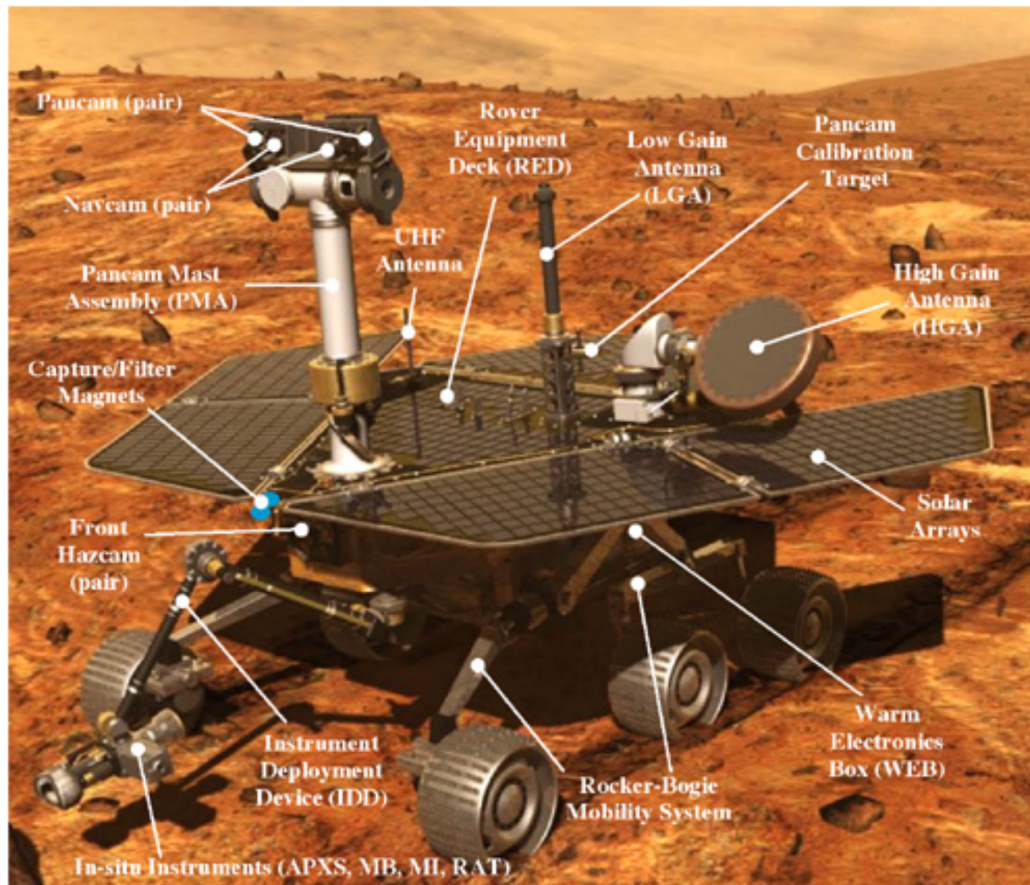


Robots Submarinos

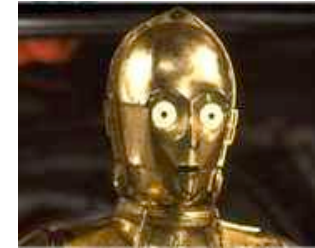


Robots de Exploración

Robots Espaciales



(Spirit y Opportunity, Marte, 2004)

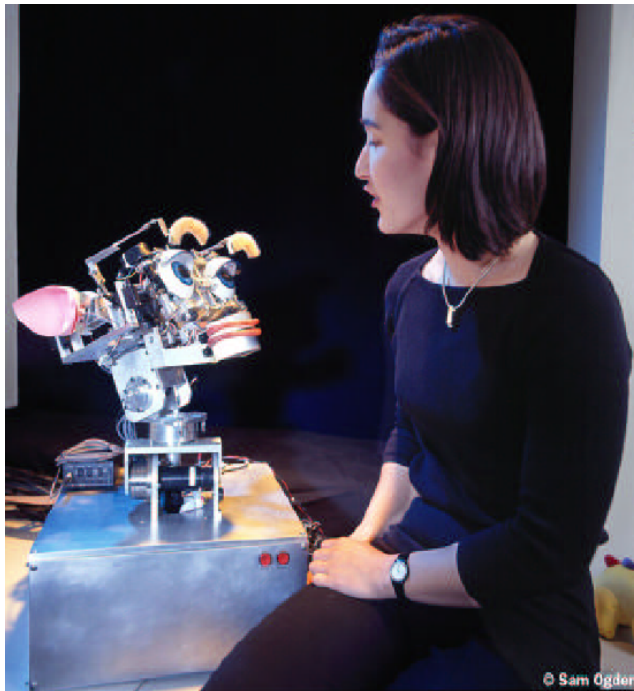
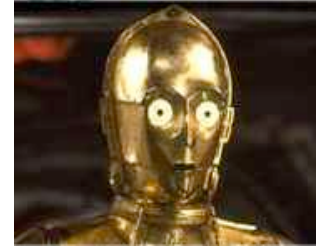


Robots Antárticos



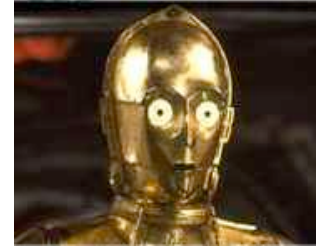
Robots de Experimentación

Viven en los laboratorios y universidades. Permiten investigar y desarrollar nuevas tecnologías y metodologías.



(QRIO, SONY)

Máquinas Robotizadas



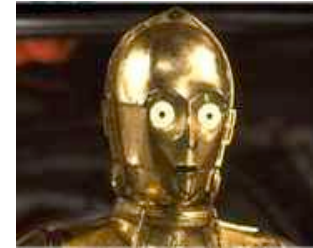
Robots para Desactivar Minas



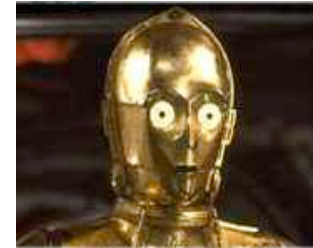
Robots para Fumigar



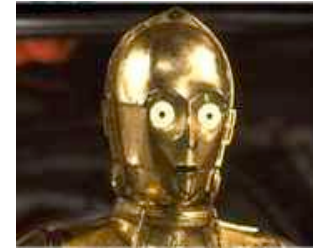
Robots de Rescate



Estructura Básica de un Robot

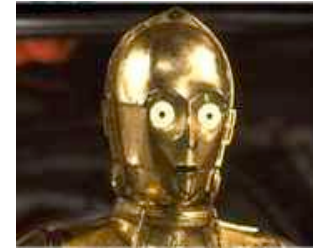
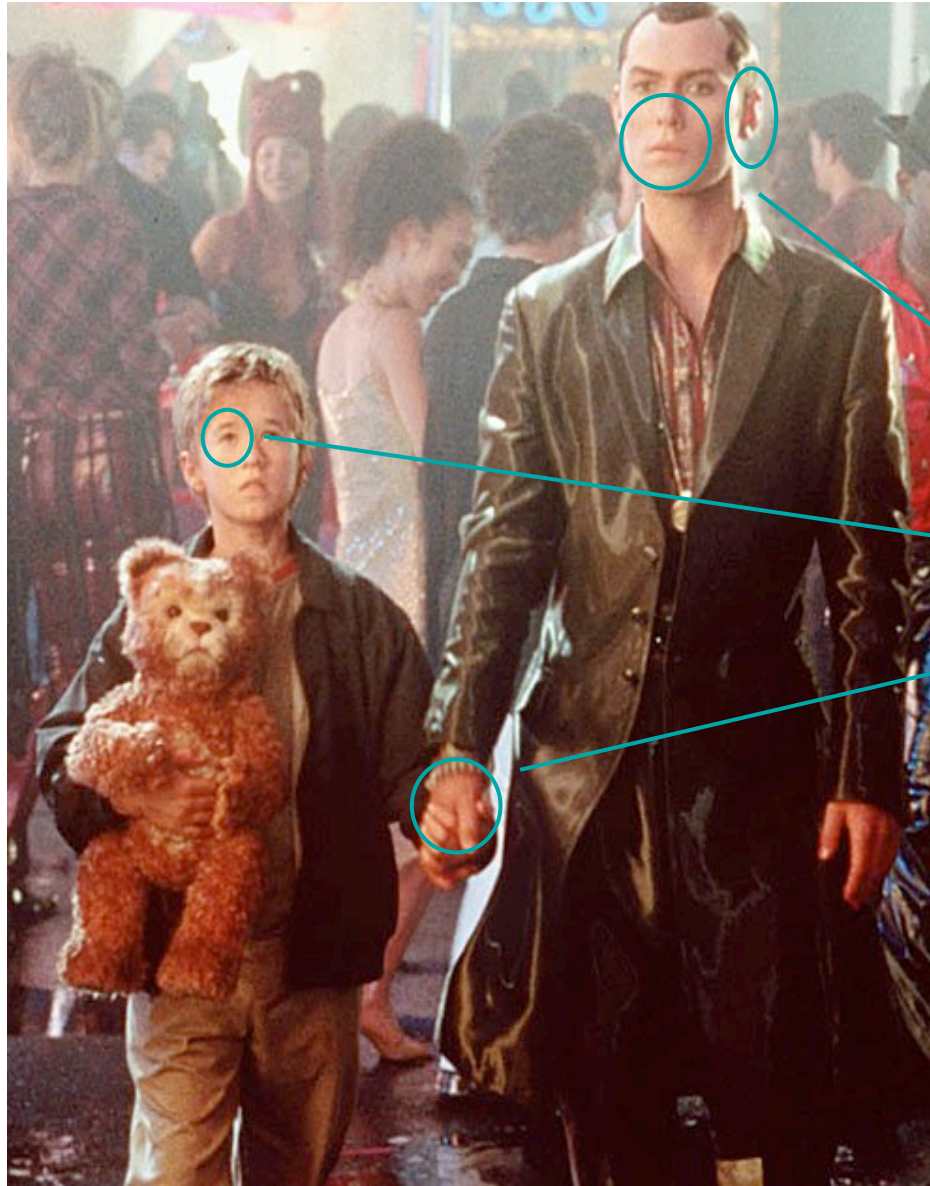


Estructura Básica de un Robot



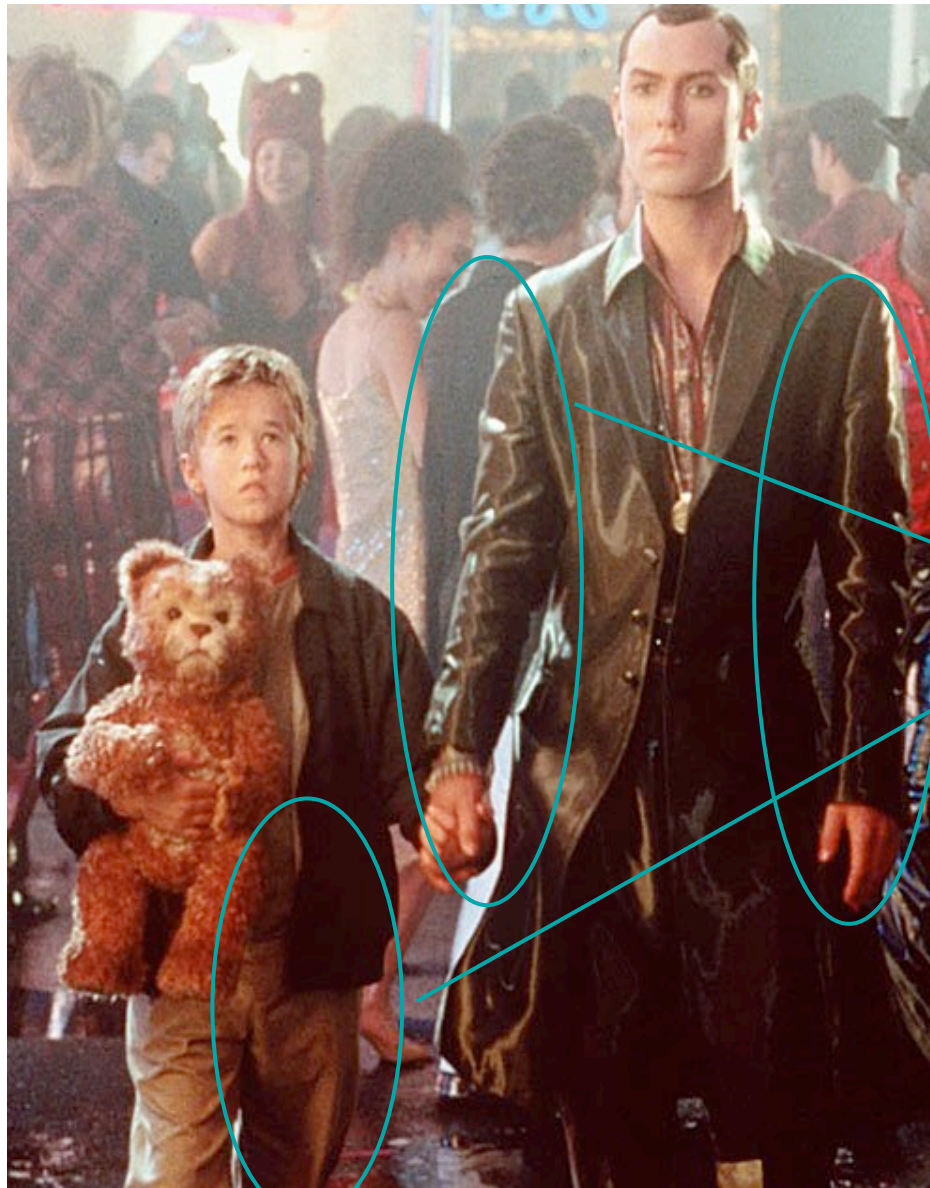
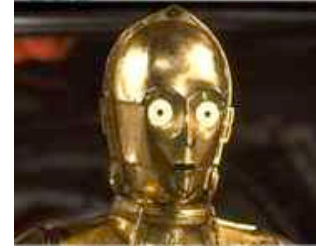
sistema de control
(cerebro)

Estructura Básica de un Robot



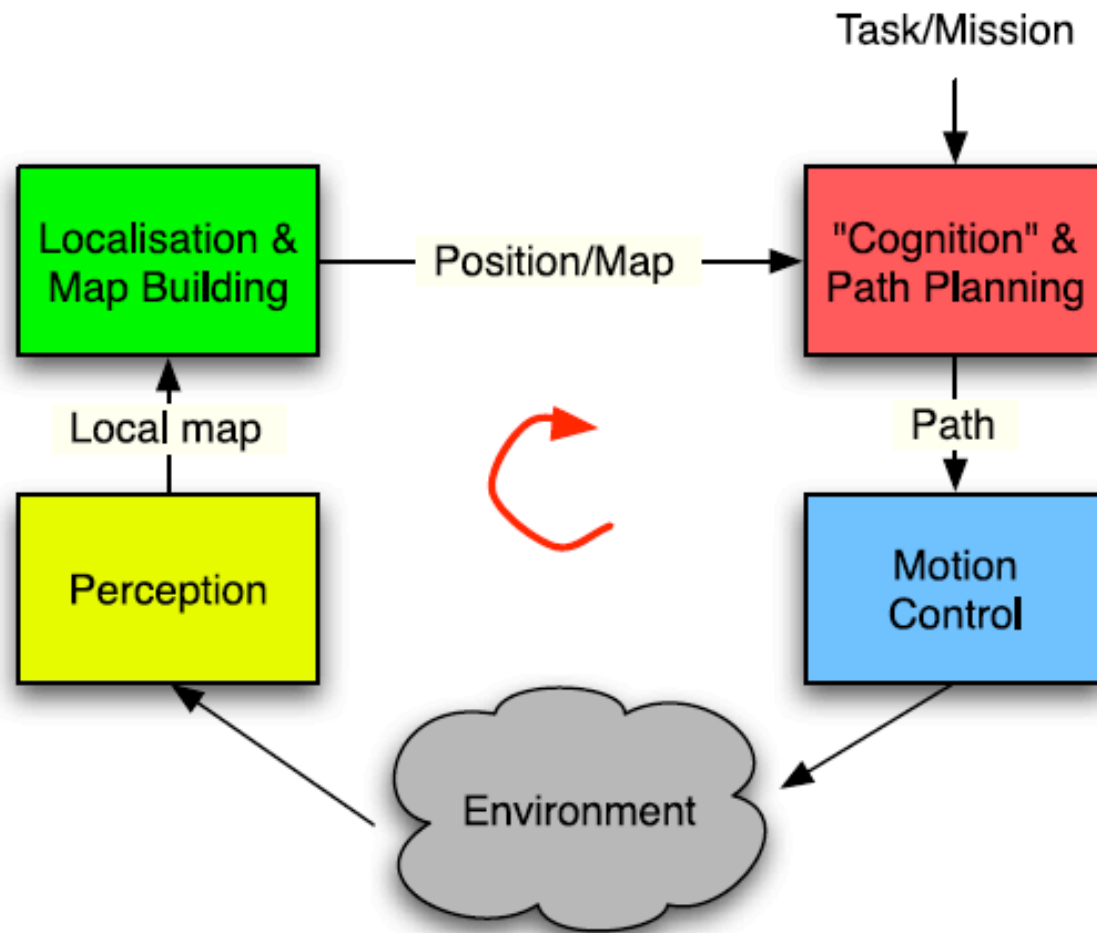
sensores
(sentidos)

Estructura Básica de un Robot

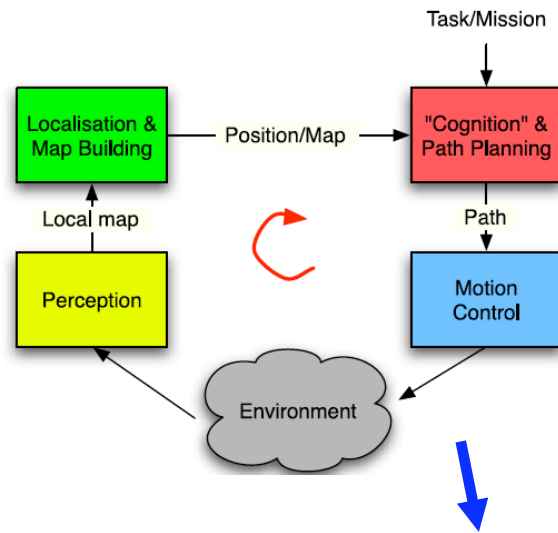


actuadores y efectores
(extremidades)

Arquitectura de un Robot Móvil



Arquitectura de un Robot Móvil



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

- **Idea Básica:** Tener un problema común y muy atractivo, al cual distintos investigadores se aboquen a resolver.
 - Permite validar en forma periódica ideas.
 - Se incentiva la cooperación entre grupos (TDPs, simposios, compar software).
 - Se definen sub-etapas que la comunidad va resolviendo.
- **El desafío final:** Generar un equipo de robots humanoides autónomos capaces de ganarle al equipo humano campeón mundial de fútbol antes del año 2050.
 - No importa tanto alcanzar el objetivo, si el proceso.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

Tareas a resolver:

- ¿Cómo ver los objetos?, ¿dónde están los arcos, mis compañeros y la pelota? ... [Visión](#)
- ¿Cómo le pego a la pelota?, ¿cómo me muevo?, ¿cómo doy pases? ... [actuación](#)
- ¿Dónde estoy en la cancha?, ¿hacia dónde debo atacar? ... [localización](#)
- ¿Qué estrategia de juego utilizo?, ¿cómo me organizo con mis compañeros?, ¿cuál es mi función? ... [estrategia](#)



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

Disciplinas involucradas:

- Construcción de robots: diseño, mecánica, electrónica, mecatrónica ...
- Visión: procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, visión computacional, inteligencia computacional ...
- Percepción (no visión): sensorica, procesamiento de señales,...
- Actuación: electrónica, electrónica de potencia, control automático, física (cinemática inversa, ...), ...
- Localización: control automático, inteligencia computacional, ...
- Estrategia: inteligencia computacional, sistemas expertos, sistemas operativos de tiempo real, comunicación entre procesos, ...
- Transversal: Biología, neurociencias, aprendizaje de máquinas.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

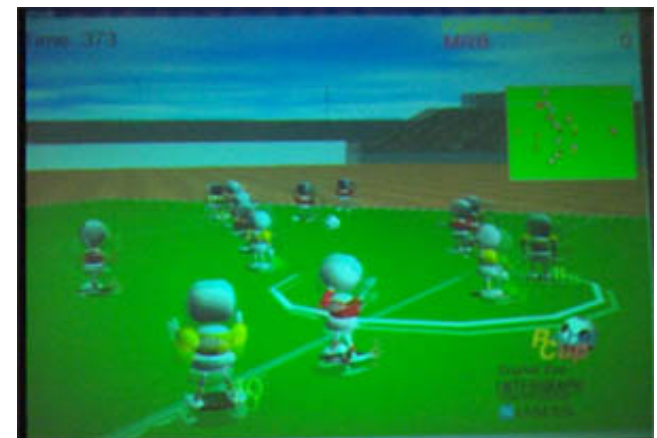
Distintas Ligas :

- Simulación
- Tamaño Pequeño (Small Size)
- Tamaño Medio (Middle Size)
- Plataforma Estándar
- Humanoide



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liga Simulación



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liga Tamaño Pequeño



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liga Tamaño Mediano



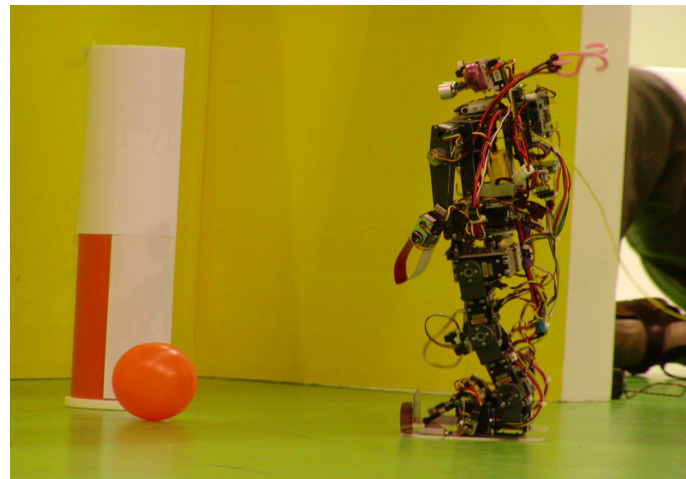
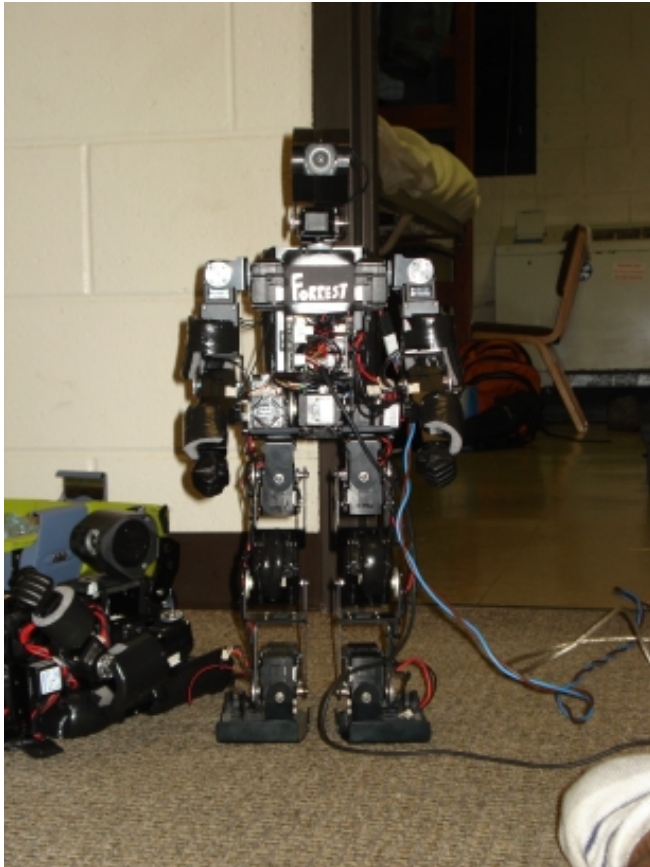
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liga Plataforma Estándar



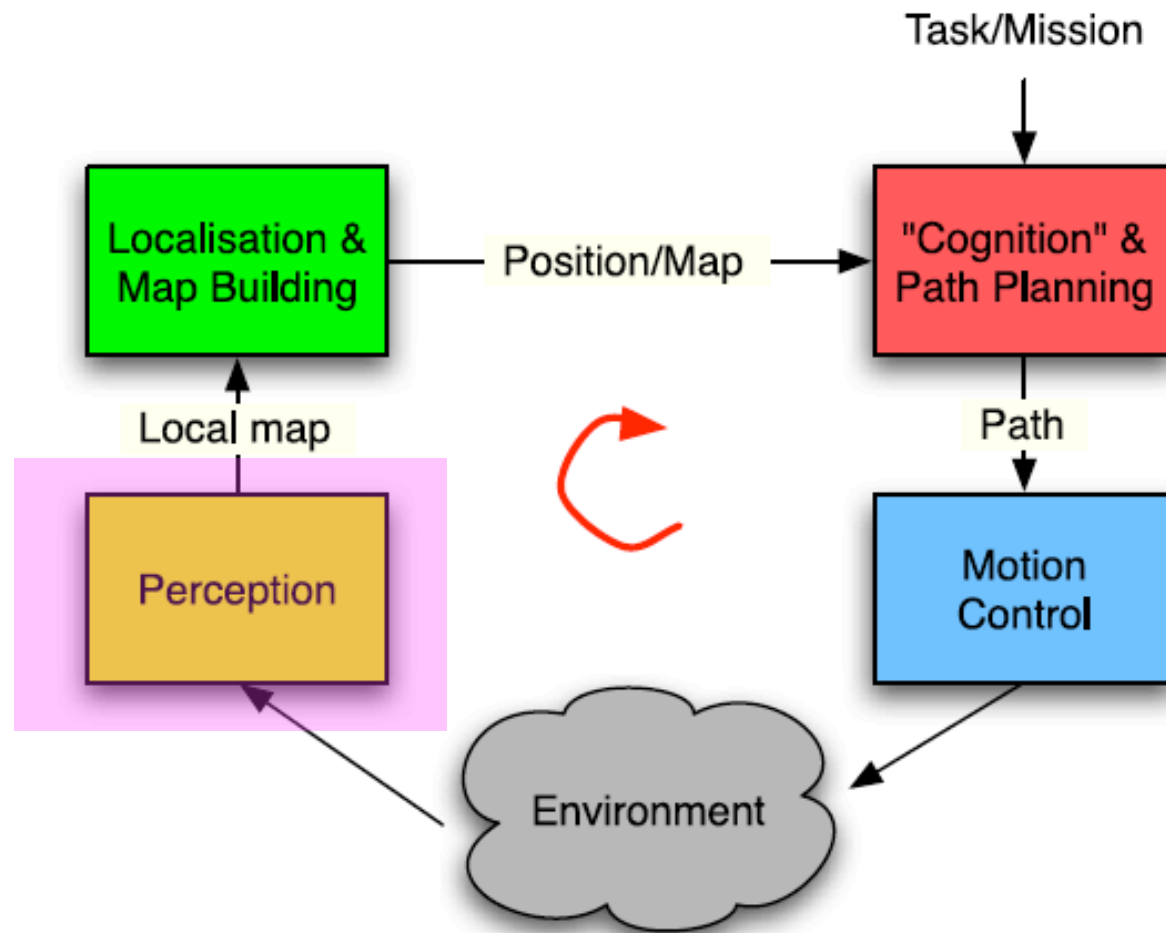
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liga Humanoide



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

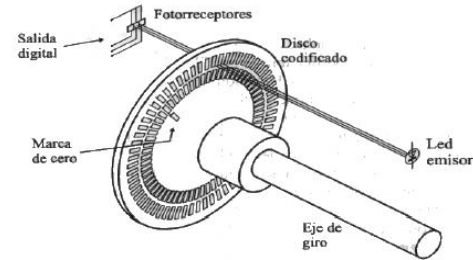
Percepción



Percepción

Propiopercepción

- Encoders, compás
- Giróscopos, acelerómetros



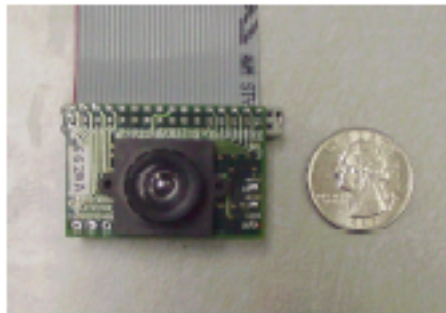
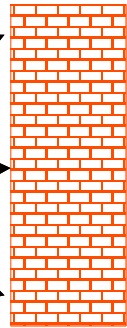
Exteropercepción

- Táctiles (contacto)
- Infrarrojo, sonar, lidar, radar
- RFID
- Cámaras



?

$$T_{total} = T_{envio} + T_{retorno}$$



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

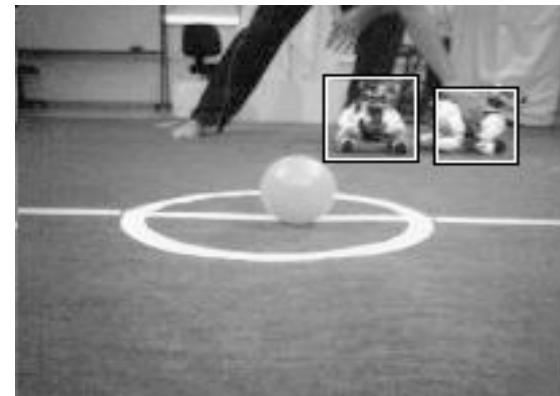
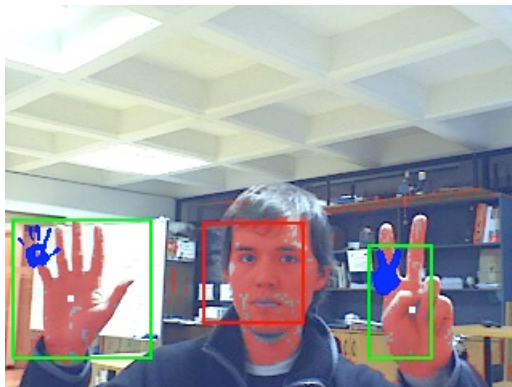
Visión Computacional

- **Detección de clases de objetos usando clasificadores estadísticos (boosting)**
- **Reconocimiento de objetos y matching de imágenes usando descriptores locales (SIFT)**
- **Análisis de imágenes infrarrojas (en desarrollo)**



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Detección de Objetos



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

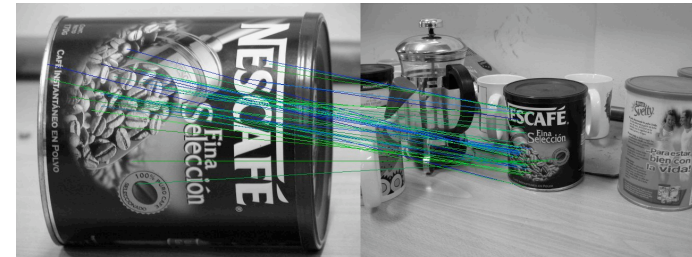
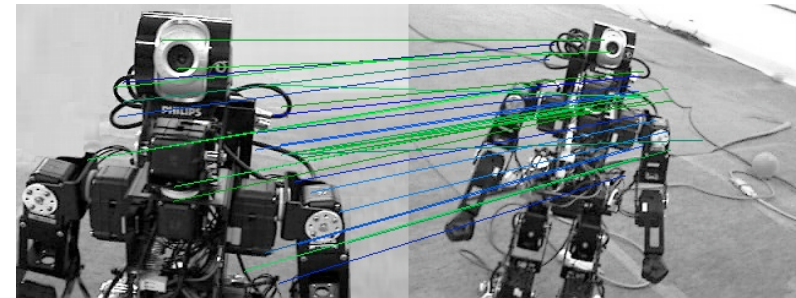
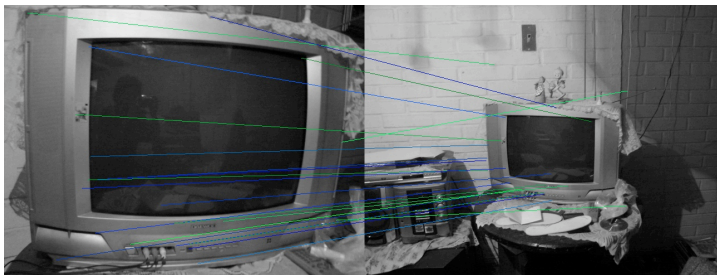
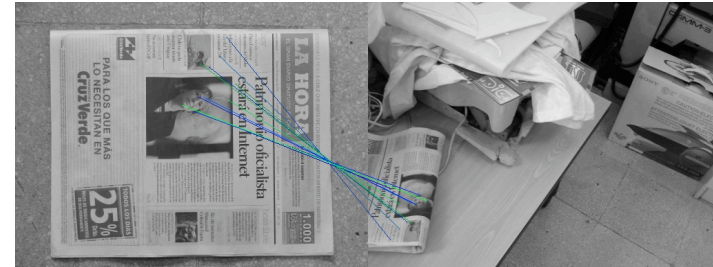
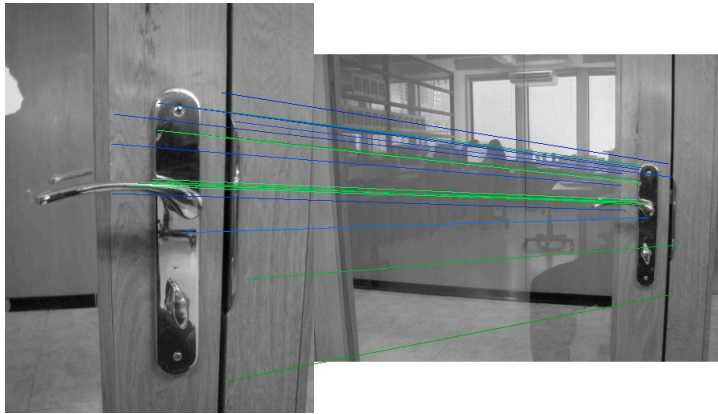
Detección de Objetos

Detección de objetos multi-clase o “multi-vista”



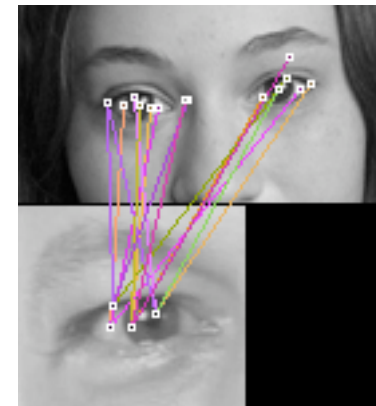
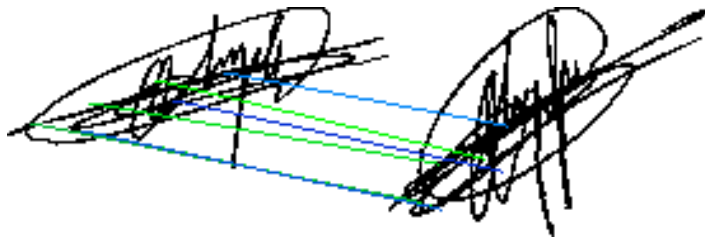
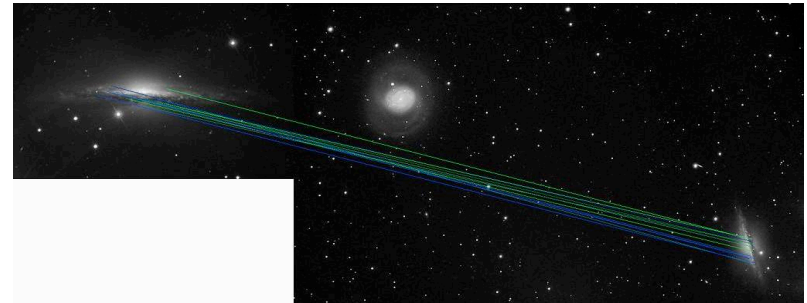
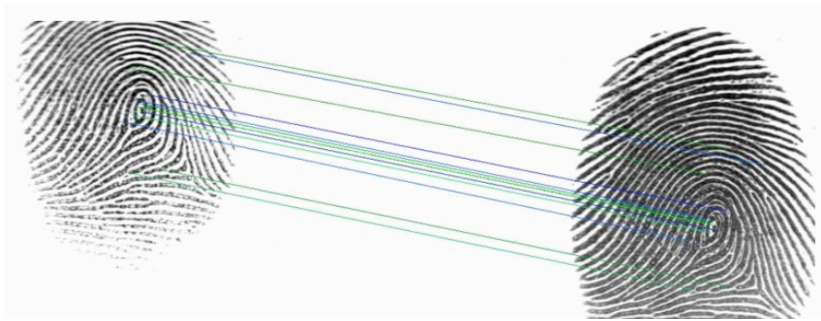
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Reconocimiento de objetos (SIFT)



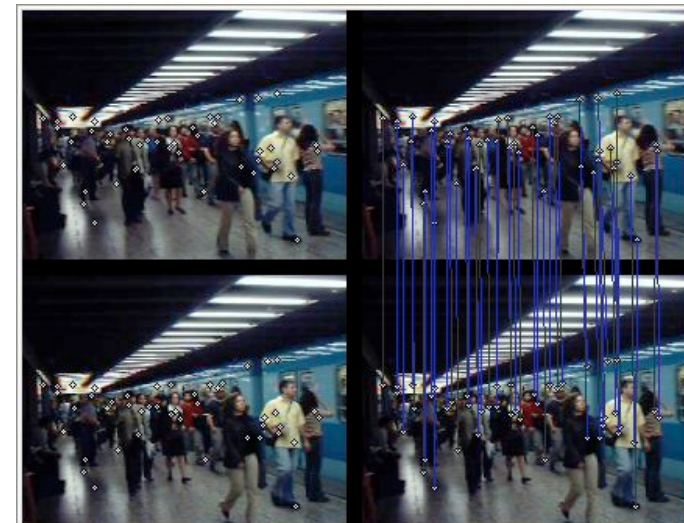
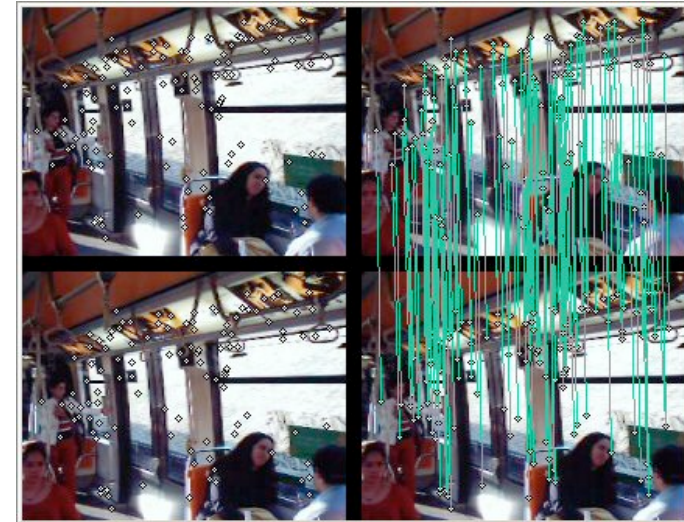
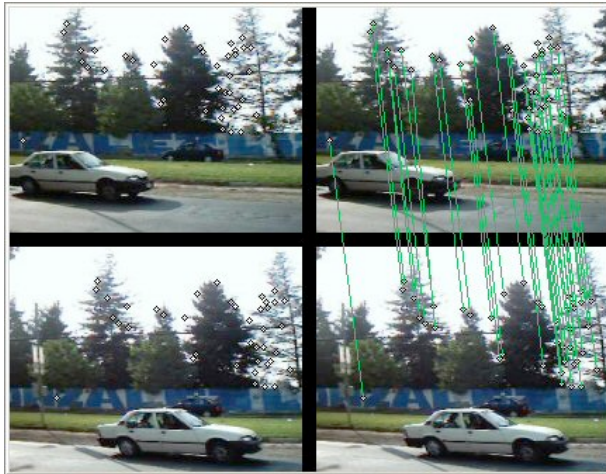
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Reconocimiento de objetos (SIFT)



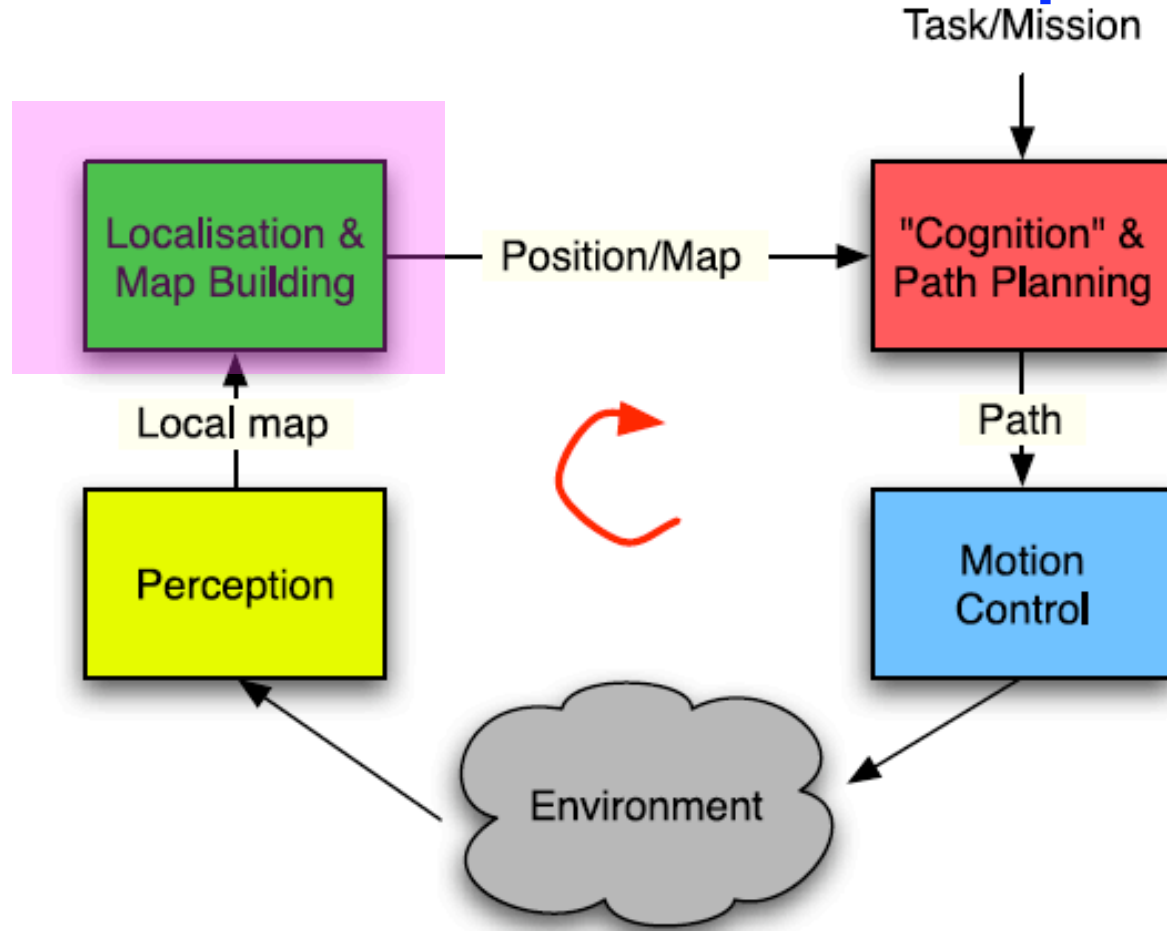
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Matching de imágenes (SIFT)

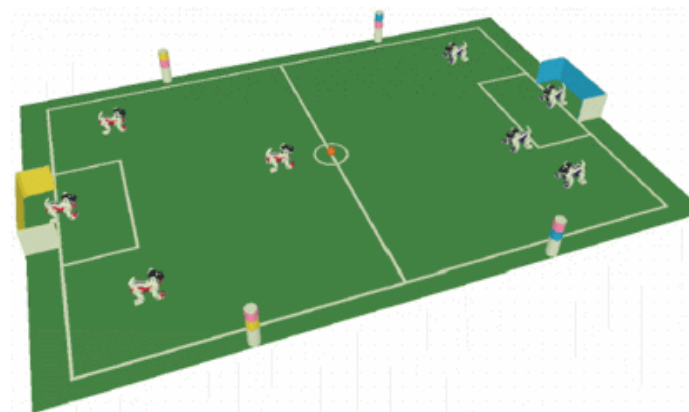
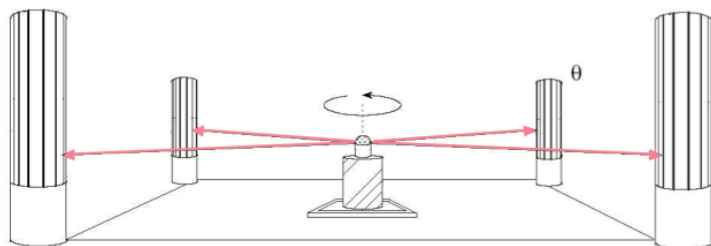
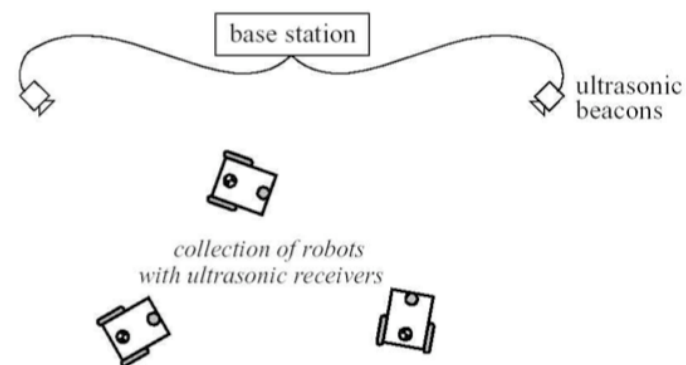
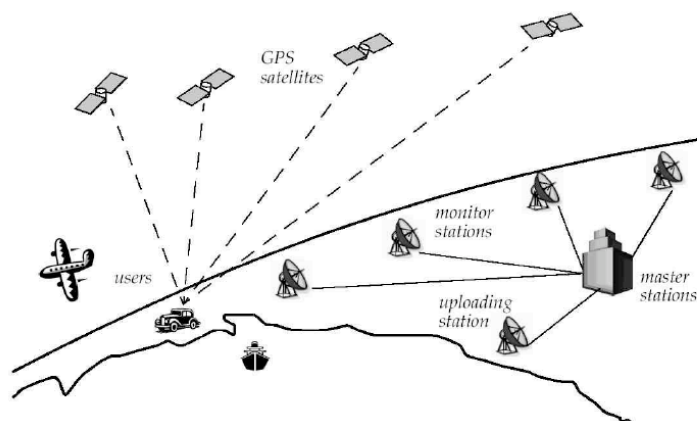


FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Auto-Localización y Construcción de Mapas

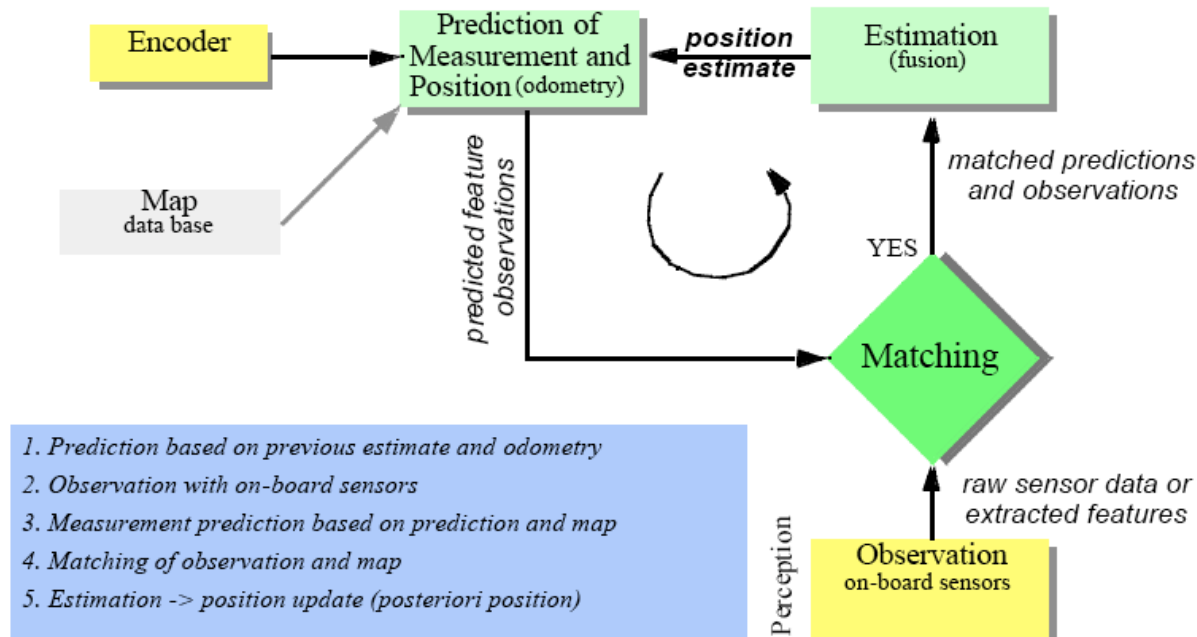


Auto-Localización y Construcción de Mapas



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Auto-Localización y Construcción de Mapas

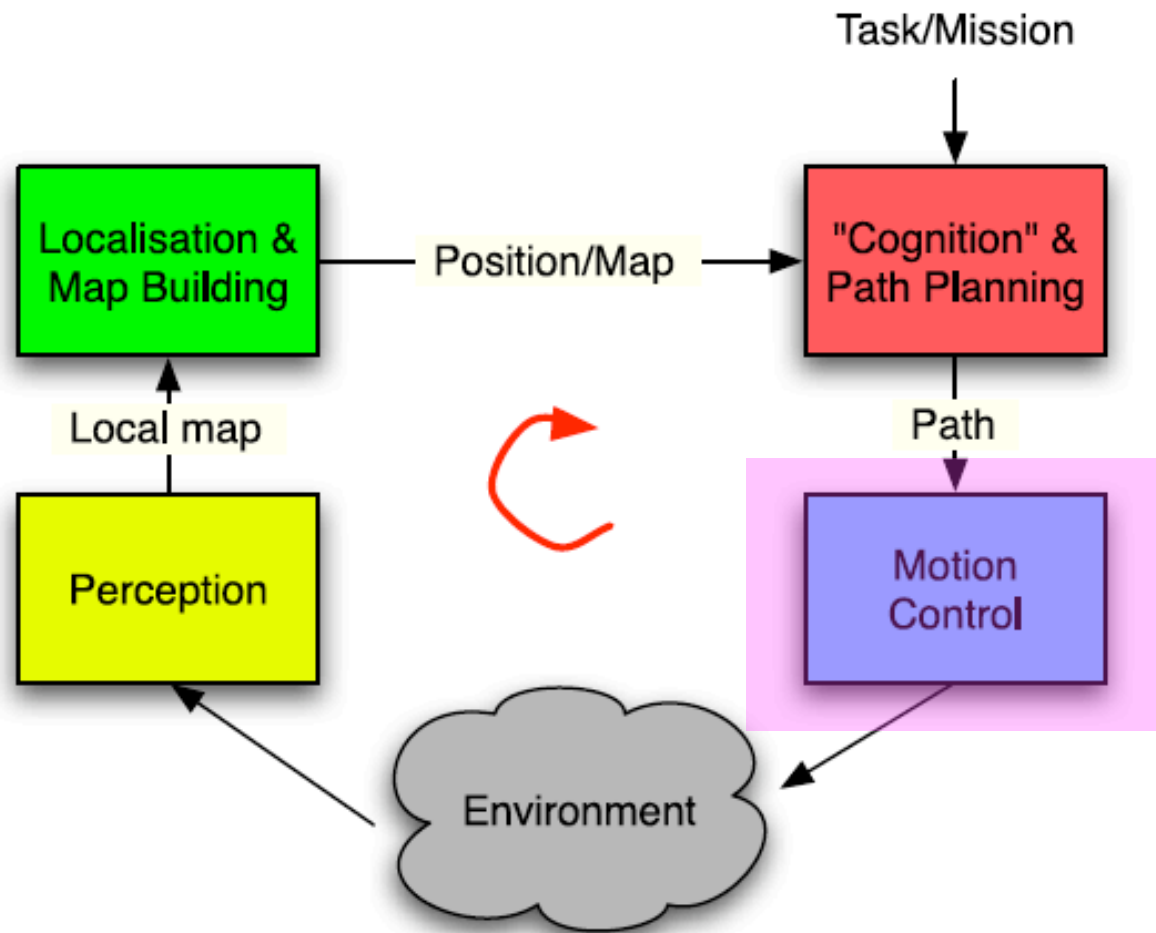


Métodos de fusión de información bayesianos (estimación de parámetros): Filtros de Kalman, Partículas, Unscented Kalman e híbridos.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

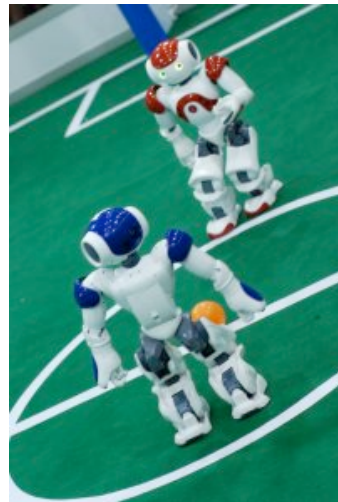
Control de Movimientos



Control de Movimientos



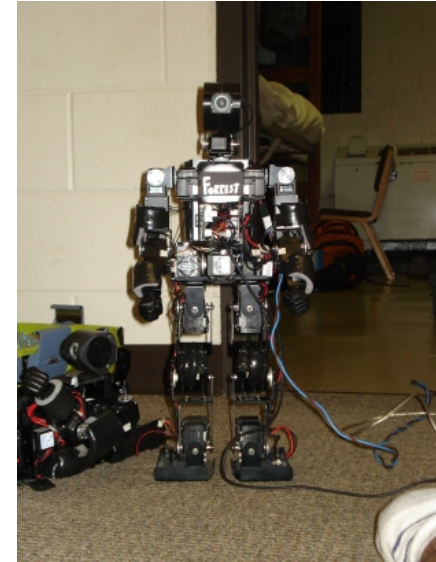
2 DOF



21 DOF



2 DOF



22 DOF



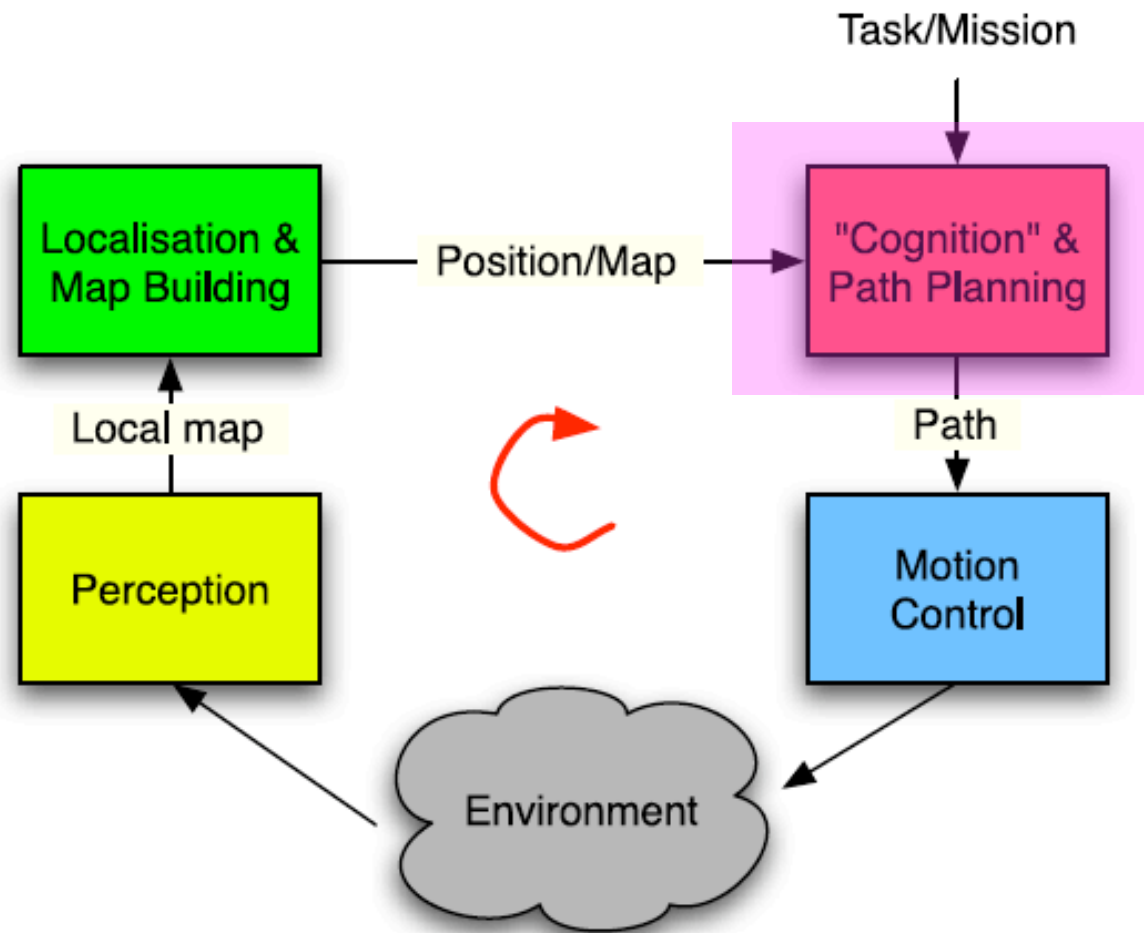
12 DOF



fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Control de Alto Nivel



Control de Alto Nivel

Fútbol Robótico

Robótica de Servicio



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

- **Idea Básica:** Tener un problema común y muy atractivo, al cual distintos investigadores se aboquen a resolver.
 - Permite validar en forma periódica ideas.
 - Se incentiva la cooperación entre grupos (TDPs, simposios, compar software).
 - Se definen sub-etapas que la comunidad va resolviendo.
- **El desafío final:** Generar un equipo de robots humanoides autónomos capaces de ganarle al equipo humano campeón mundial de fútbol antes del año 2050.
 - No importa tanto alcanzar el objetivo, si el proceso.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

Tareas a resolver:

- ¿Cómo ver los objetos?, ¿dónde están los arcos, mis compañeros y la pelota? ... [Visión](#)
- ¿Cómo le pego a la pelota?, ¿cómo me muevo?, ¿cómo doy pases? ... [actuación](#)
- ¿Dónde estoy en la cancha?, ¿hacia dónde debo atacar? ... [localización](#)
- ¿Qué estrategia de juego utilizo?, ¿cómo me organizo con mis compañeros?, ¿cuál es mi función? ... [estrategia](#)



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

Disciplinas involucradas:

- Construcción de robots: diseño, mecánica, electrónica, mecatrónica ...
- Visión: procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, visión computacional, inteligencia computacional ...
- Percepción (no visión): sensorica, procesamiento de señales,...
- Actuación: electrónica, electrónica de potencia, control automático, física (cinemática inversa, ...), ...
- Localización: control automático, inteligencia computacional, ...
- Estrategia: inteligencia computacional, sistemas expertos, sistemas operativos de tiempo real, comunicación entre procesos, ...
- Transversal: Biología, neurociencias, aprendizaje de máquinas.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fútbol Robótico

Distintas Ligas :

- Simulación
- Tamaño Pequeño (Small Size)
- Tamaño Medio (Middle Size)
- Plataforma Estándar
- Humanoide



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE