

IA y Robótica

Introducción

Instituto de Computación
Facultad de Ingeniería

Contenido

- Robótica.
- Inteligencia artificial.
- Deportes robóticos.
- Construcción de robots.
- Paradigmas.

Introducción a la robótica

Historia

Evolución

Uso e implicancias

Definiciones

Modelo de agente

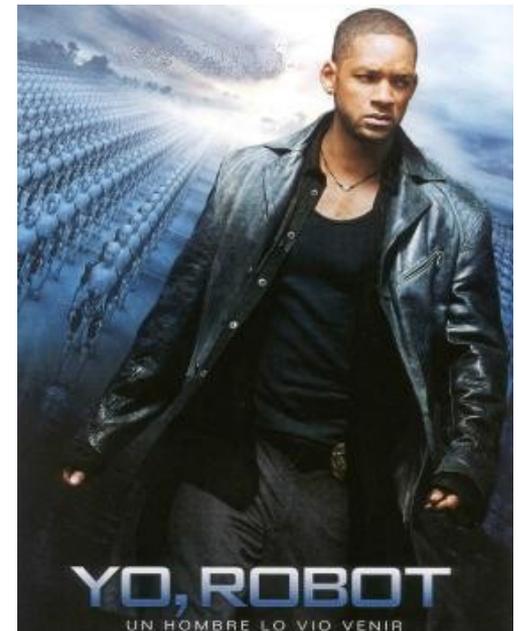
Ejemplos

Un poco de historia ...

- **El hombre de hierro (~1200).**
- **Rossum's Universal Robot (1921).**
- **Isaac Asimov (1920-1992) .**

Leyes de la robótica

- Un robot no puede perjudicar a un ser humano, ni con su inacción permitir que un ser humano sufra daño.
- Un robot ha de obedecer las órdenes recibidas de un ser humano, excepto si tales órdenes entran en conflicto con la primera ley.
- Un Robot debe proteger su propia existencia mientras tal protección no entre en conflicto con la primera o segunda ley.



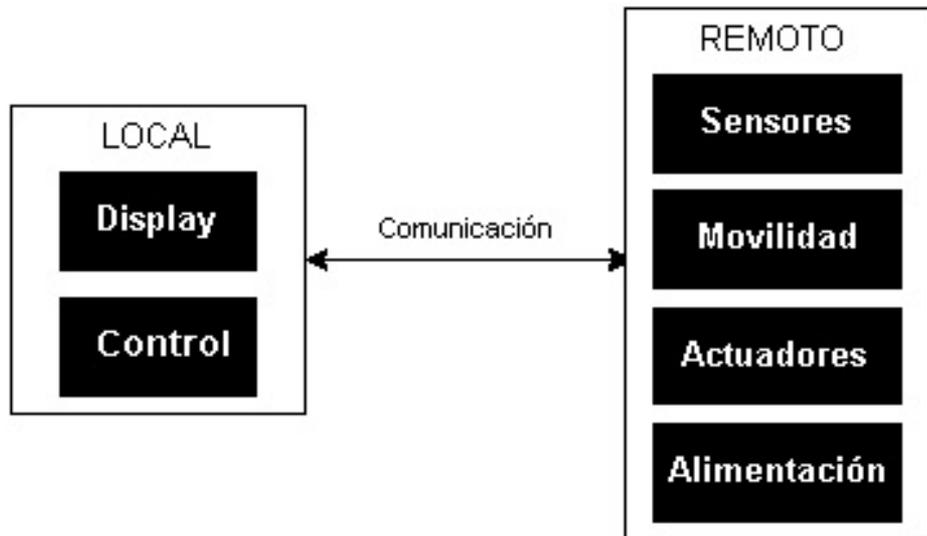
Evolución hacia la inteligencia

- Telemanipulador (1948).
- Manipulador industrial, Unimation 1956.
- Fábrica negra.
- Vehículos Planetarios.
- Vehículos Guiados Automáticamente.



Teleoperación

- El operador (local) humano controla al robot (remoto) a distancia.
- Se distinguen los siguientes elementos:
 - Sistema de comunicación.
 - Sensores.
 - Display.



Usos de los Robots (1/2)

- Los robots son utilizados generalmente para sustituir a las personas en tareas repetitivas (aburridas), peligrosas o donde se requiere alta precisión.
- Los robots industriales son utilizados para reemplazar a las personas por razones de seguridad o económicas.

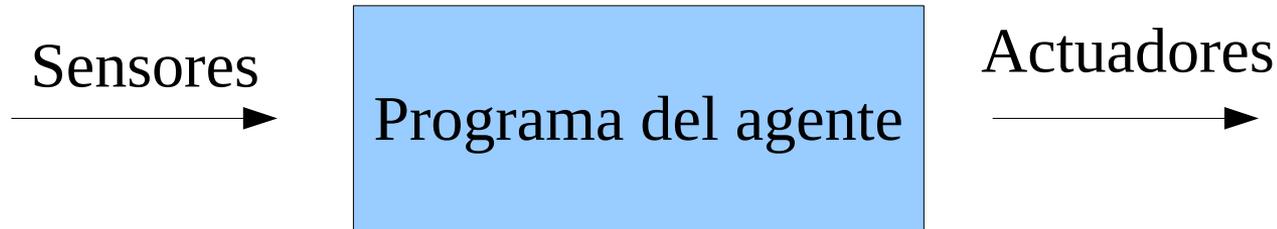
Usos de los Robots (2/2)

- Amplia aplicación, hay que evaluar el costo del robot, de implantación y de mantenimiento.
- Robots fijos
 - Automatización de procesos industriales.
 - Asistencia médica.
- Robots móviles
 - Rescate.
 - Exploración
 - Transporte.
- Otros
 - Prótesis
 - Entretenimiento

Definición

- Un robot industrial es un manipulador multifuncional programable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas [RIA2004].
- Un robots inteligente es un robot del cual se espera que aprenda y ejecute tareas aún en ambientes cambiantes. Un robot inteligente es una máquina capaz de extraer información de su ambiente y usar ese conocimiento para moverse en forma segura cumpliendo un propósito y sentido [Arkin1998].
- Un robot inteligente es una criatura mecánica capaz de funcionar de manera autónoma [Murphy2000].

Modelo de Agente robótico



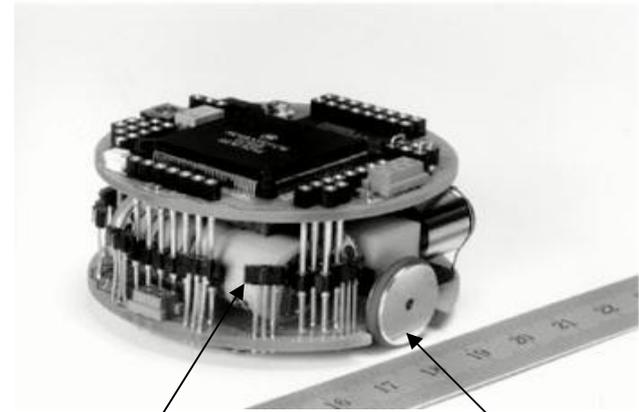
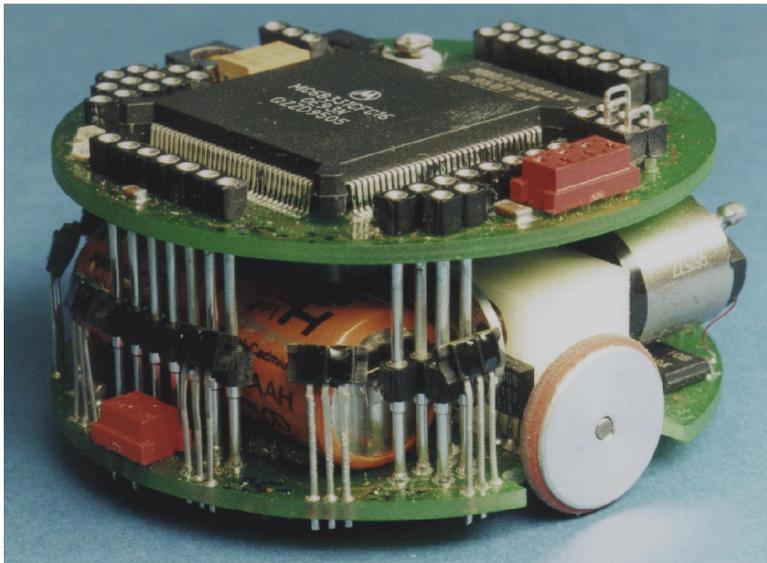
- Los sensores permiten tomar una lectura sobre una variable de interés, propia o del entorno.
- Los actuadores producen efectos físicos sobre el entorno bajo el control del robot.

Robots

Ejemplos

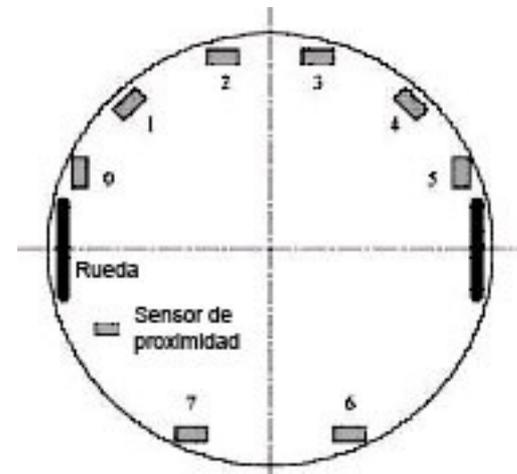
El robot Khepera (1/2)

- Desarrollado en Suiza para ser utilizado en investigación y desarrollo.



Sensor infrarrojo

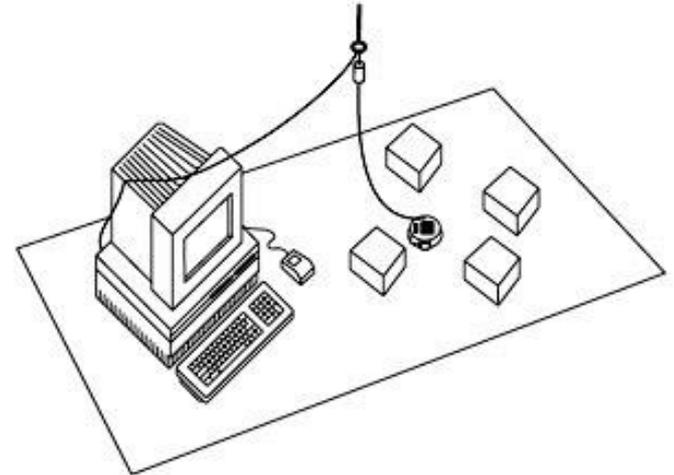
Rueda izquierda



El robot Khepera (2/2)

- Un byte por motor para velocidades y diez bits por sensor.

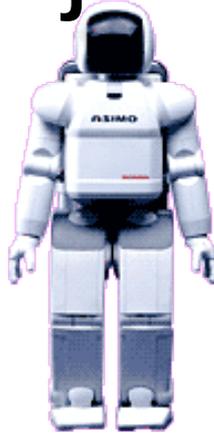
Elemento	Descripción
Procesador	Motorola 68331
RAM	256 KB
ROM	256 o 512 KB
Actuadores	2 motores DC con codificador de incremento
Sensores	8 sensores infrarrojos de proximidad y luz
Energía	Externa o batería de NiCd recargable.
Autonomía	30 minutos
Tamaño	55 mm de diámetro y 30 mm de altura
Peso	Aproximadamente 70 grs.



Ejemplos (1/2)



AIBO (Sony)



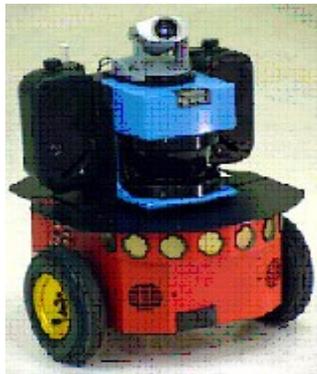
Asimo (Honda)



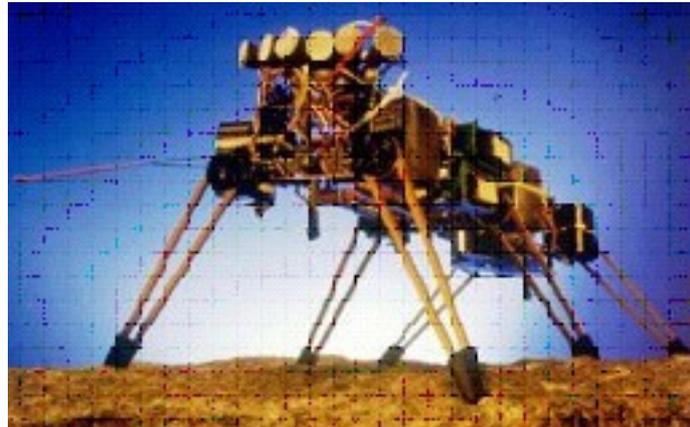
SDR-4X II (Sony)



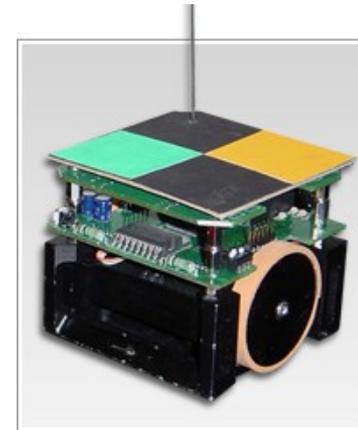
Nomad (Nomadic)



Pioneer (ActivMedia)

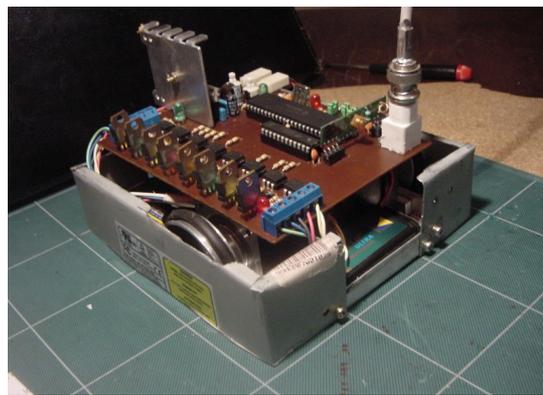
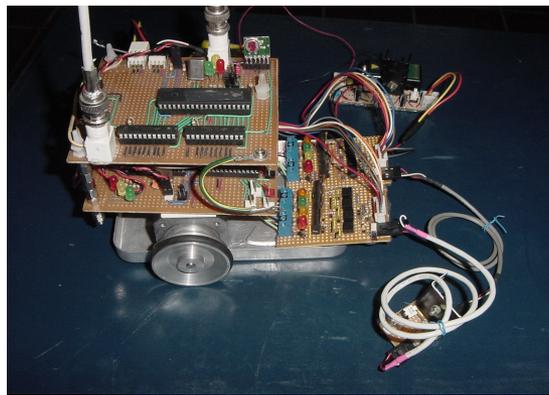
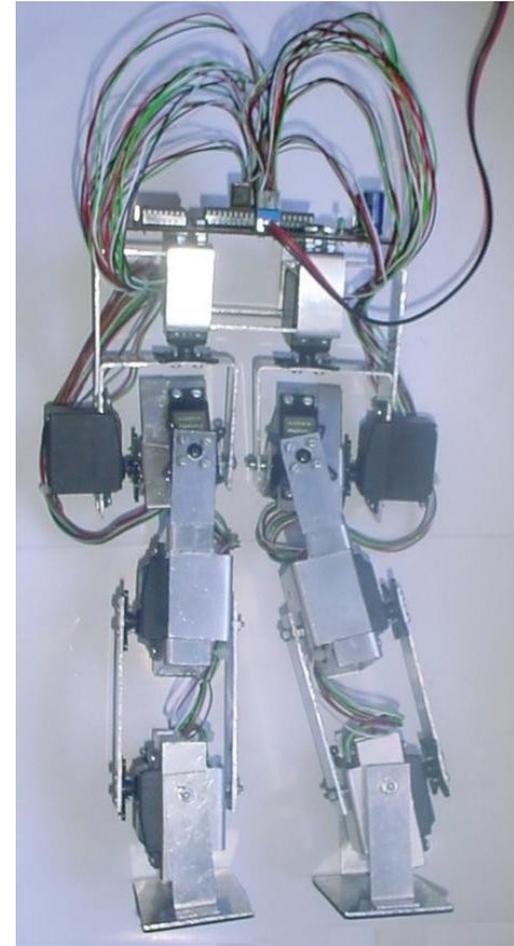
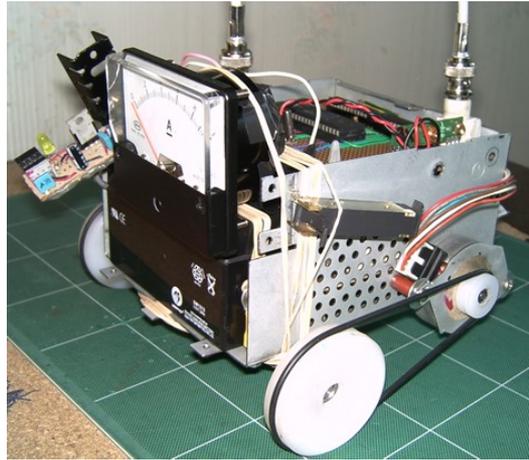
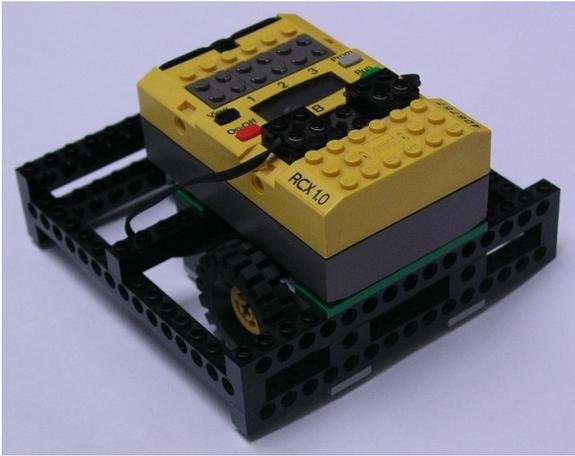


Genghis (MIT)



MiroSot (FIRA)

Ejemplos (2/2)



Introducción a la Inteligencia Artificial

Introducción
Enfoques
Fundamentos
Historia

Introducción (1/2)

- Disciplina nueva. Formalmente se inicia en el 1956.
- Los trabajos en IA tratan de comprender las entidades inteligentes.
- Aprender más de nosotros mismos.
- La filosofía busca desde hace más de 2000 años comprender como se ve, aprende, recuerda y razona.
- A diferencia de la psicología o filosofía se enfoca también en la construcción.

Introducción (2/2)

- ¿Cómo es posible que el cerebro tenga la capacidad de percibir, comprender, predecir, y manipular un mundo tan grande y complejo?
- Desde la aparición de la computadora se vio en ella un cerebro electrónico.
- La búsqueda de este elemento artificial es factible, solo basta con mirarnos.
- Atrae científicos de diversas disciplinas.
- En la actualidad la IA abarca una gran cantidad de subcampos.

Enfoques: ¿Qué es la IA?

- Centrado en los humanos
 - Sistemas que piensan como humanos
 - Sistemas que actúan como humanos
- Centrado en la racionalidad
 - Sistemas que piensan racionalmente
 - Sistemas que actúan racionalmente

Fundamentos de la IA

- Herencia, ideas, puntos de vista y técnicas
 - Filosofía
 - Matemáticas
 - Psicología
 - Lingüística
 - Computación
 - Economía
 - Neurociencias
 - Cibernética

Las siete áreas de IA

- Representación de conocimiento.
- Entendimiento del lenguaje natural.
- Aprendizaje.
- Planificación y resolución de problemas.
- Inferencia.
- Búsqueda.
- Visión.

Construcción de robots

Sensores

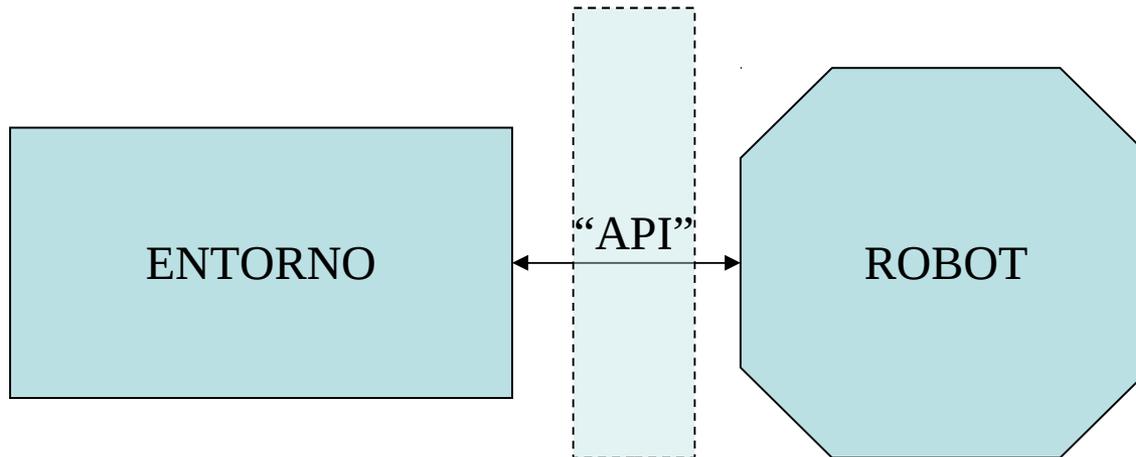
Actuadores

Microcontroladores

Construcción

Introducción

- El robot se encuentra en un entorno
- El entorno influye sobre el robot → sensores
- El robot influye sobre el entorno → actuadores
- El robot es un sistema físico (real) → construcción



Sensores (1/3)

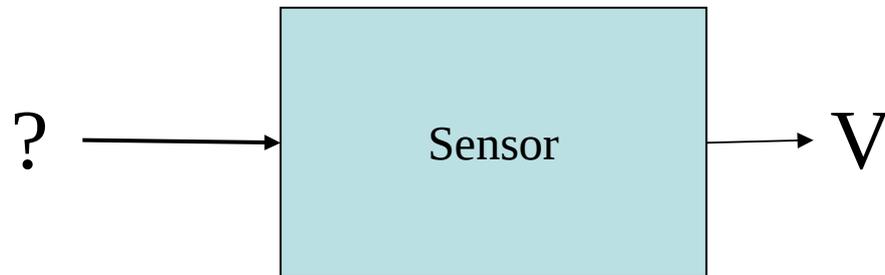
- Dispositivo que detecta, o **sensa** manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc.
- Es un tipo de **transductor** que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida.

Sensores (2/3)

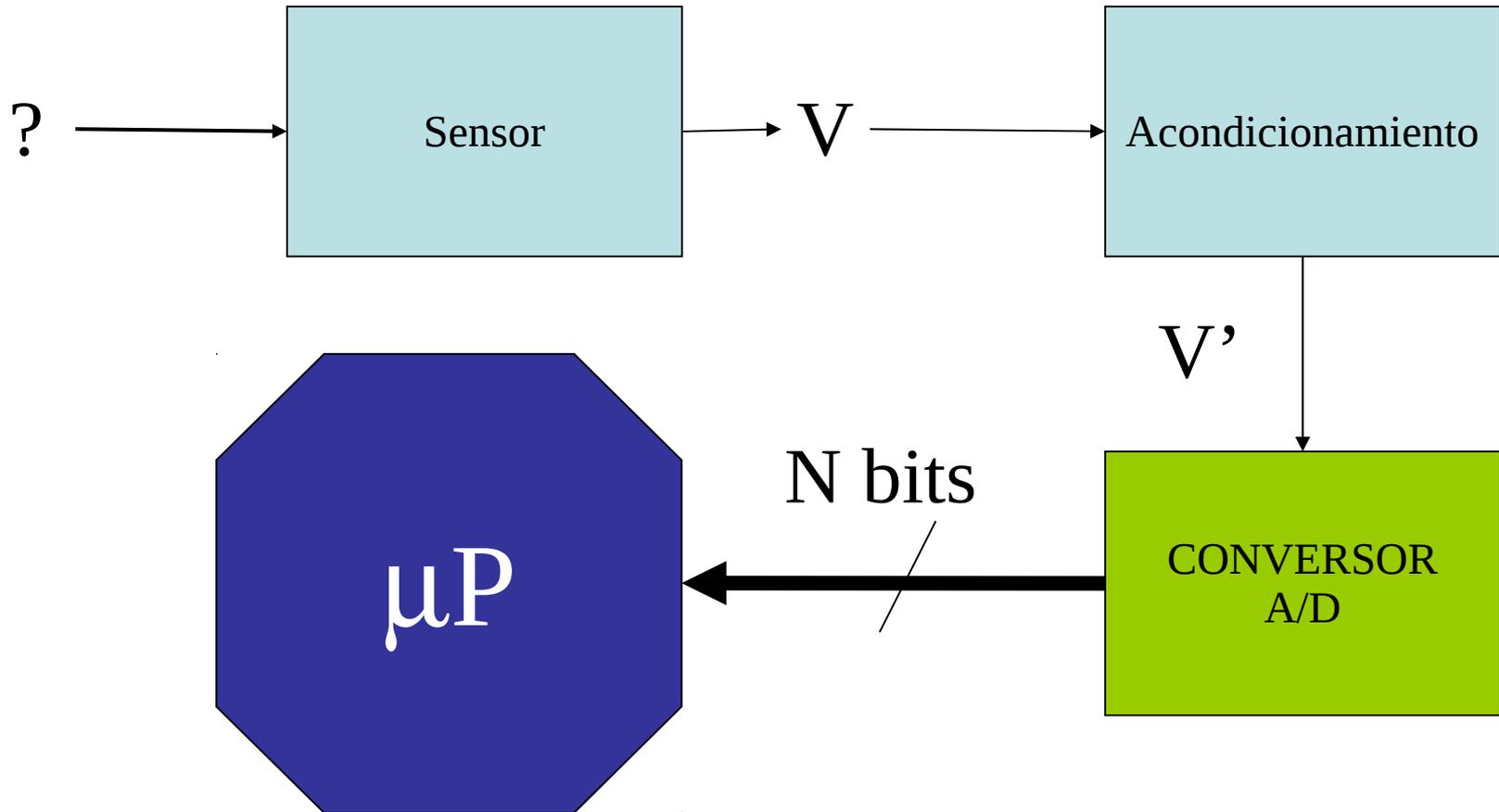
- Son la “operación de lectura” de la API robot-entorno
- Magnitudes interesantes de sensar:
 - Temperatura
 - Intensidad lumínica
 - Sonido
 - Deformación
 - Proximidad
 - etc.

Sensores (3/3)

- Como trabajamos con sistemas electrónicos, nos van a interesar los sensores cuyas salidas sean magnitudes eléctricas (por lo general, voltaje).



Proceso de adquisición



Acondicionamiento

- Dependiendo de la aplicación, la señal a la salida del sensor puede no estar lista para ser procesada
- Causas:
 - Rango de la señal mayor al rango del ADC
 - Produce saturación del ADC
 - Se quiere sensor una función de la salida del sensor (por ejemplo, para sensor de manera similar que los humanos, p.e. sonido, luz)
 - Filtrar ruido o señales extrañas

Ejemplos

- Fotorresistencia: poseen la capacidad de variar su valor acorde a la cantidad de luz que incide sobre ellos.
- Potenciómetros: Los potenciómetros son muy útiles para medir movimientos y determinar la posición de un mecanismo determinado.
- Switch o llaves.
- Infrarrojos optoacoplados: se basan en un conjunto formado por un fototransistor (transistor activado por luz) y un LED infrarrojo.
- Micrófonos.
- Cámara de video.

Más sensores

- Velocidad de un motor
 - Shaft Encoder (mouse)
- Posición de un motor
 - Shaft encoder (posición relativa)
 - Potenciómetro
- Presión, fuerza, aceleración
 - Sensor Piezoeléctrico (cristal de cuarzo) → Efecto piezoeléctrico

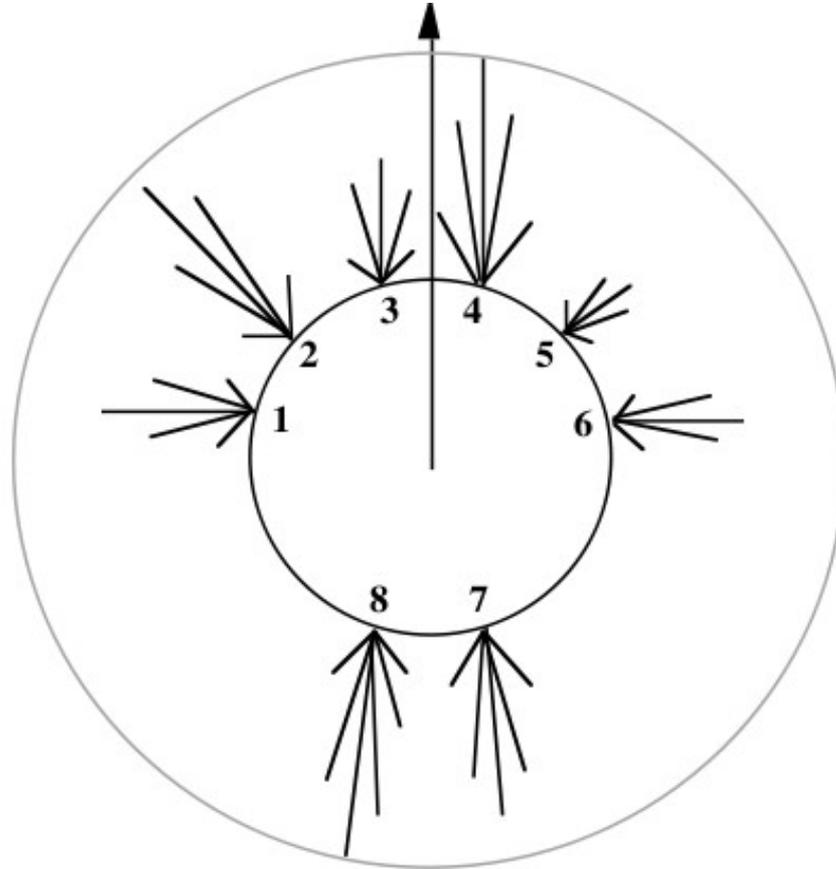
Más sensores

- **Inclinación**
 - Inclinómetro
 - Giroscopio
- **Sensores ópticos**
 - Fotorresistores
 - Fotodiodo
 - Fototransistor
- **Sonido**
 - Micrófono

Elementos a considerar

- Rango de medición:
 - Rango de temperatura
 - Longitud de onda de la luz incidente
 - Frecuencias de los sonidos a escuchar
- ¡¡¡ Ruido !!!
- Valores de operación
 - Voltajes, temperaturas nominales, etc.
- Tecnología de la interfaz
- Precisión vs. Precio y Disponibilidad

Ruido en el robot Khepera



Claude Touzet, Neural reinforcement learning for behaviour synthesis,
Robotics and Autonomous Systems, 1997.

Actuadores

Tipos

Motores

Control

Introducción (1/3)

- Son la “operación de escritura” de la API robot-entorno
- Permiten que el robot se mueva e interactúe modificando el entorno
- Transforman energía
 - Neumática: (movimiento o compresión de un gas) en fuerza.
 - Hidráulica: (movimiento o compresión de un líquido) en fuerza.

Introducción (2/3)

- Transforman energía
 - Eléctrica: (voltaje e intensidad) en energía cinética (velocidad angular (rpm) y torque) o en energía térmica (temperatura)
- De nuevo... vamos a centrarnos en actuadores eléctricos/electrónicos

Introducción (3/3)

- Tipos
 - Revoluta
 - Prismático
- Motores
 - Corriente continua
 - Paso a paso
 - Servo
- Muchas veces para referirse las características de movilidad de determinados actuadores se utiliza el término grados de libertad, que define el número de formas diferentes que se puede mover una parte del robot.

Motor de corriente continua

- Accionar un motor DC es muy simple y solo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.
- No pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.



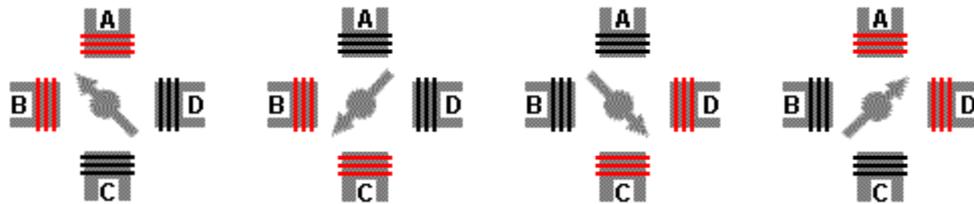
Rotor



Estator

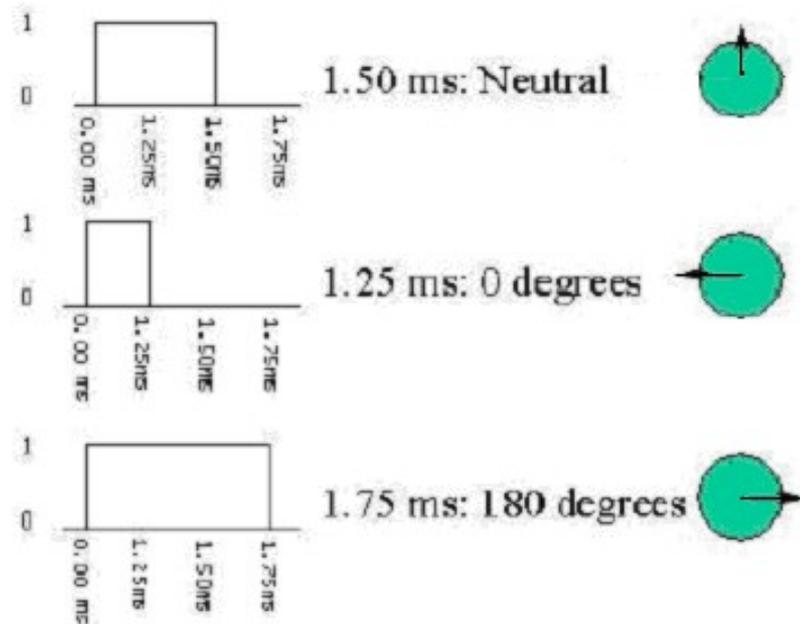
Motores Paso a Paso

- La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8°



Motores Servo

- Un servo motor puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Mientras una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje.



Otros actuadores

- Músculos artificiales
 - Aleaciones que se contraen al electrificarse
 - Polímeros
- Actuadores neumáticos e hidráulicos
- Estos no son prácticos en “microrrobótica”

Deportes robóticos

Fútbol

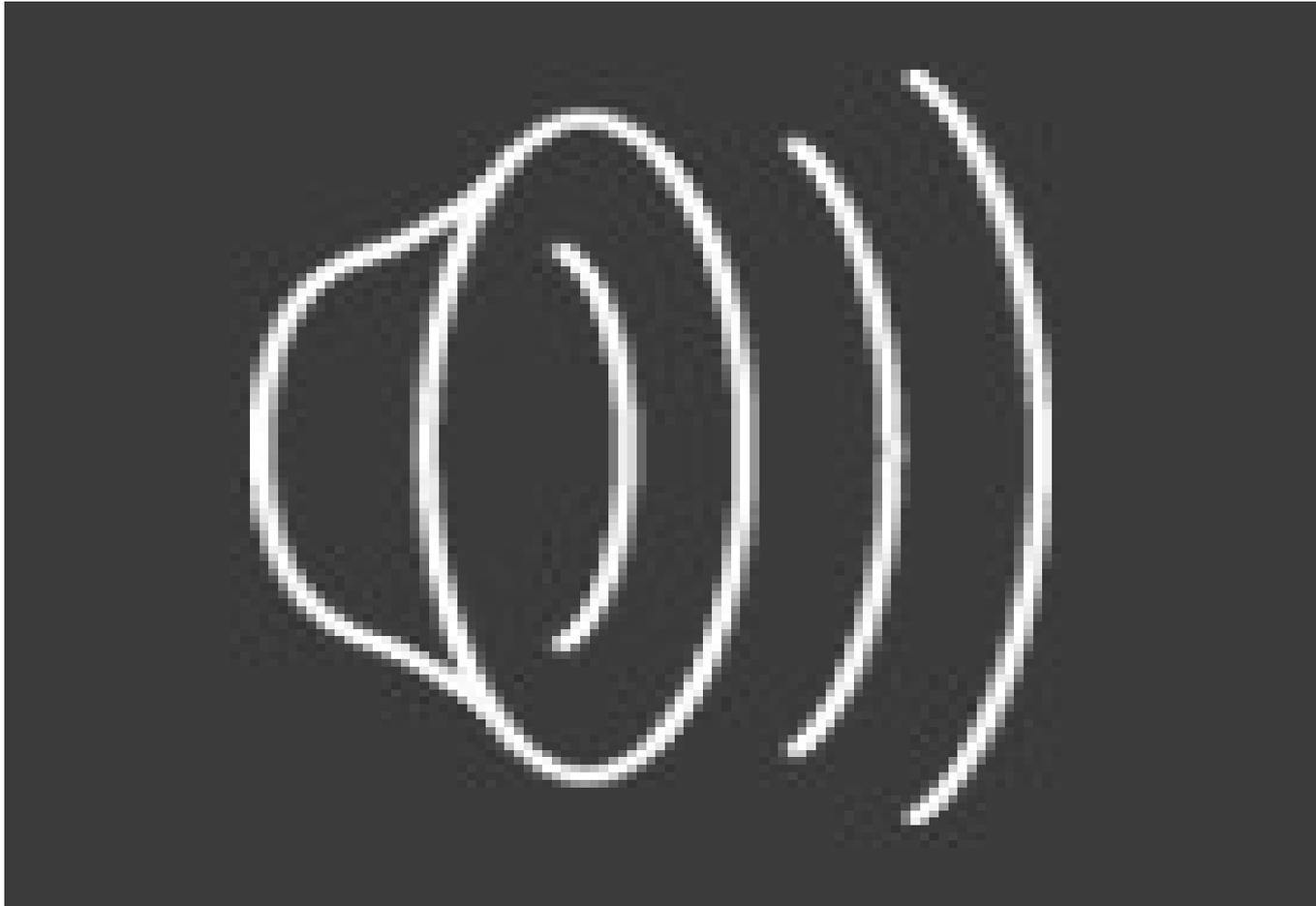
Sumo

IEEE

Competencias

- Torneos deportivos
 - Fútbol de Robot.
 - Sumo
- Categorías
 - Simuladas.
 - Internet
 - Real

Competencias



Características del fútbol

- Se desarrolla en un ambiente altamente dinámico.
- Es un problema de tiempo real.
- Posee objetivos y subobjetivos claros y definidos.
- Los robots deben cooperar entre sí en un ambiente adverso.

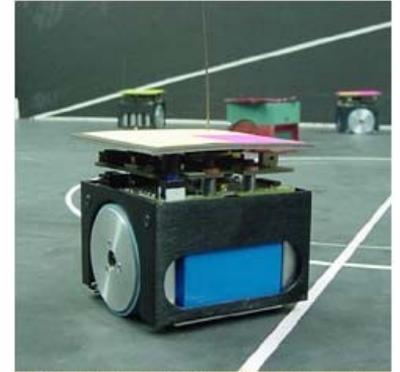
FIRA

- Sitio web oficial
 - www.fira.net
- Acrónimo de Federation of International RoboSoccer Association
- Comienzos
 - Comienza en 1995 siendo el primer campeonato internacional en KAIST, Daejeon, Korea in 1996
- Objetivos
 - Promover el desarrollo de sistemas robóticos autónomos multi-agente que puedan cooperar entre si.

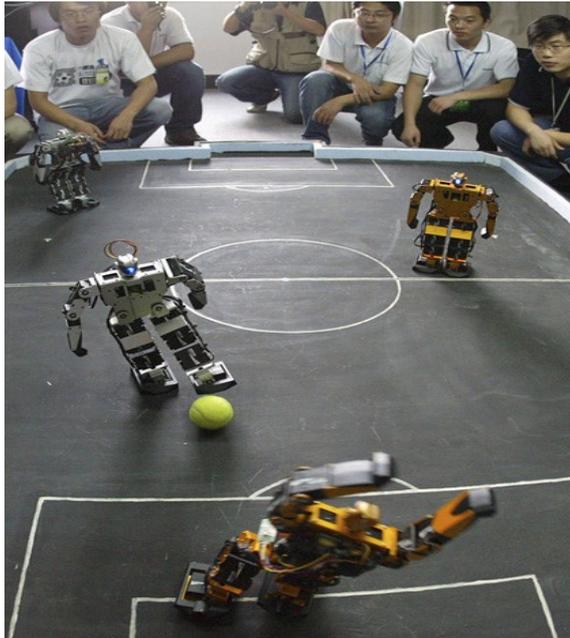
Entorno



Ligas



El Chebot, robot fabricado con hardware nacional



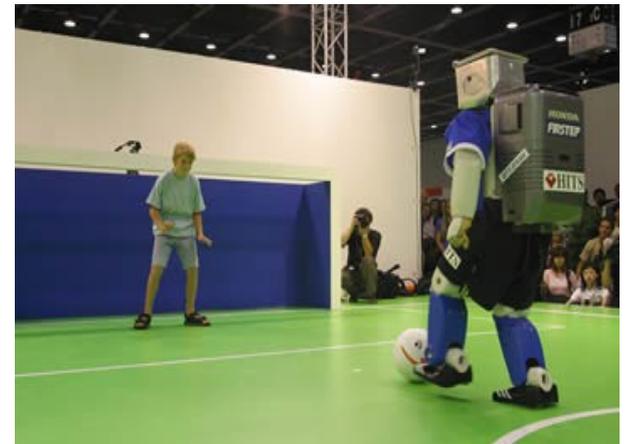
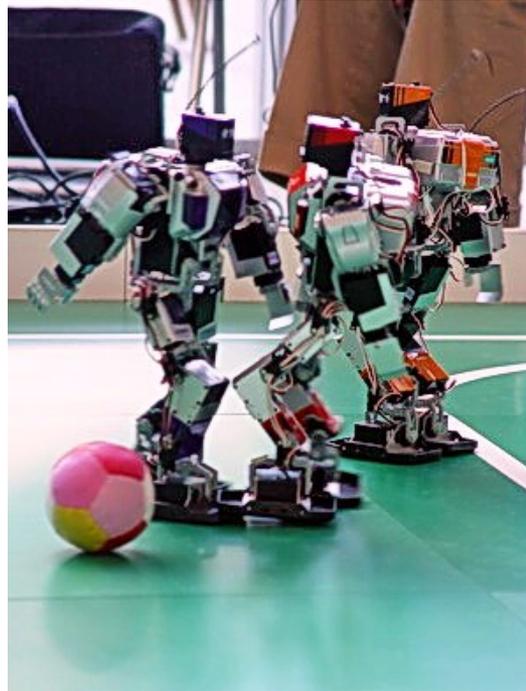
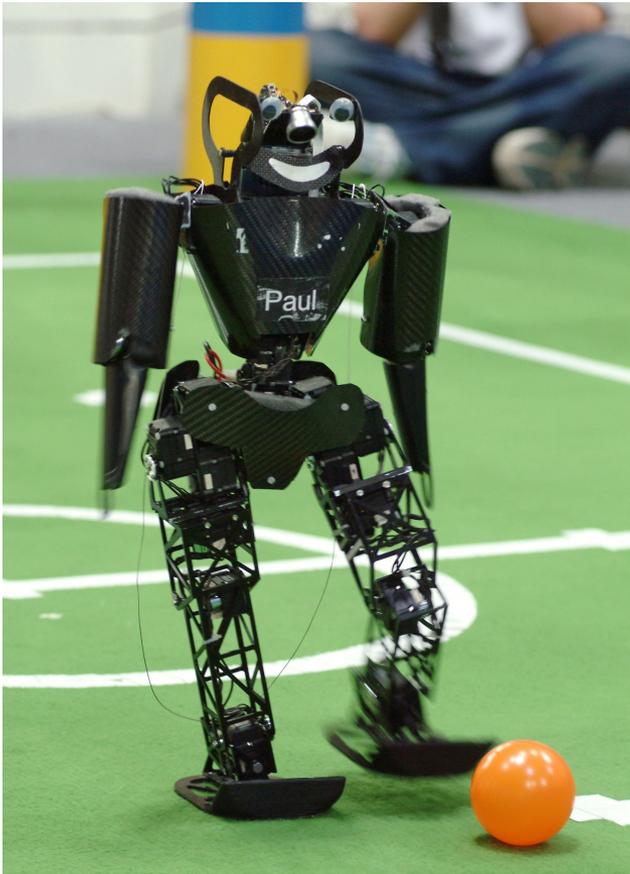
RoboCup

- Sitio web oficial
 - www.robocup.org
- ¿Qué es RoboCup?
 - Proyecto internacional para la integración de los investigadores de la IA y la Robótica en la solución de un problema estándar, fútbol de robots.
 - Objetivo a largo plazo: en 2050, desarrollar un equipo autónomo de robots humanoides que puedan vencer al campeón mundial de la FIFA.
- Diferencias entre FIRA y RoboCup
 - Percepción.
 - Espíritu académico

Entorno



Ligas



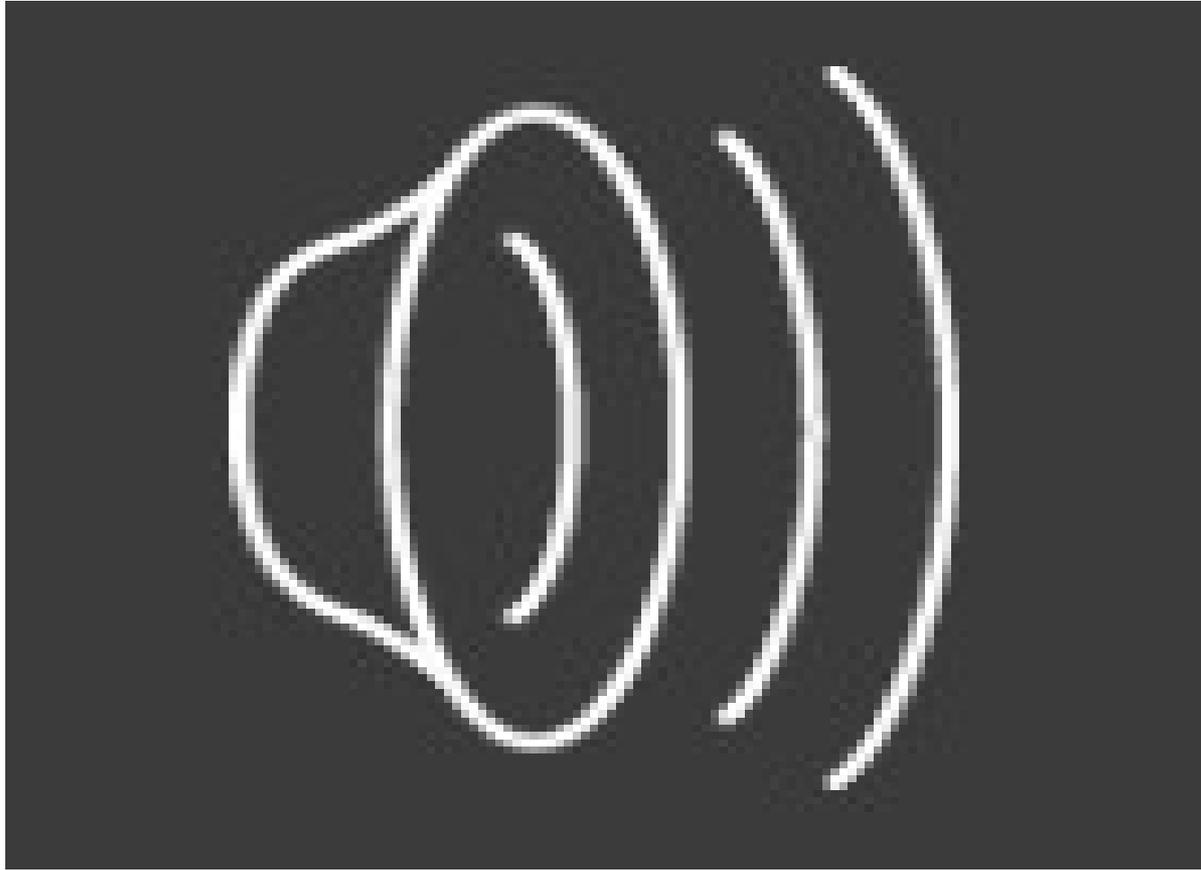
Nuestra experiencia

- Competencias
 - Participación CAFR
 - 2003 al 2006 Liga simulada
 - 2007 Liga senior.
 - Organización SUMO.UY
 - 2004, robots cúbicos sobre simulador.
 - 2005, Robot simple usando Lego Mindstorm.
 - 2006, SumBot v1.0.
 - 2007, SumBot v2.0.
 - 2008, SumBot v2.1.
 - 2009, SumBot NXT.

Sumo.uy - Liga SumBot

- Listo para usar
 - Servidor de video Doraemon.
 - Diseño eléctrico.
 - Diseño mecánico.
- El desafío es programar estrategias atacando algunos de los problemas de AI y robótica.

Sumo.uy

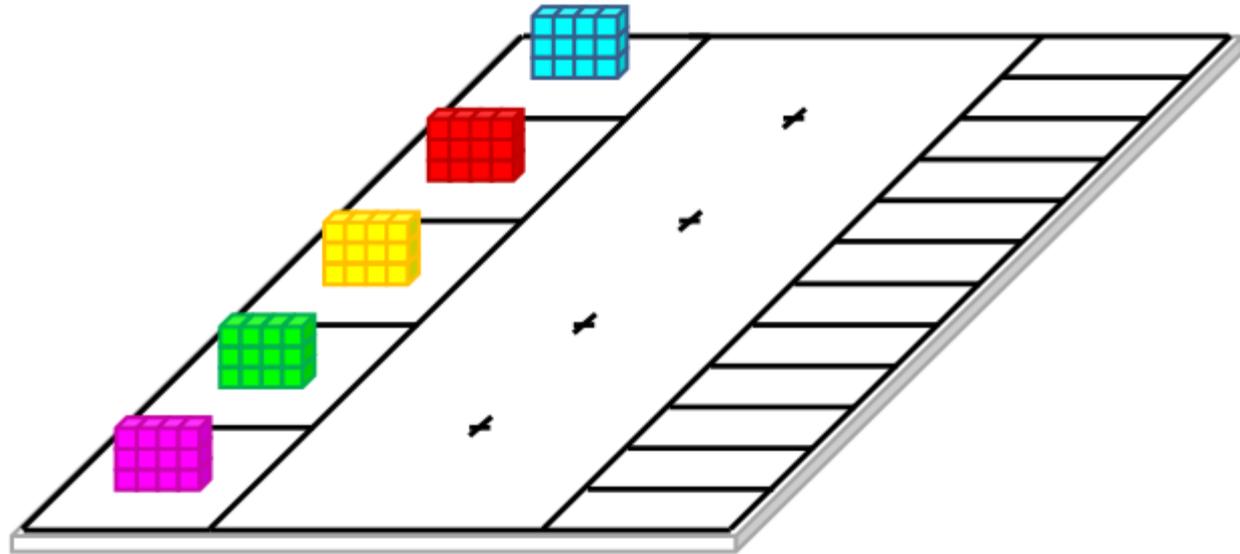


Próximas actividades

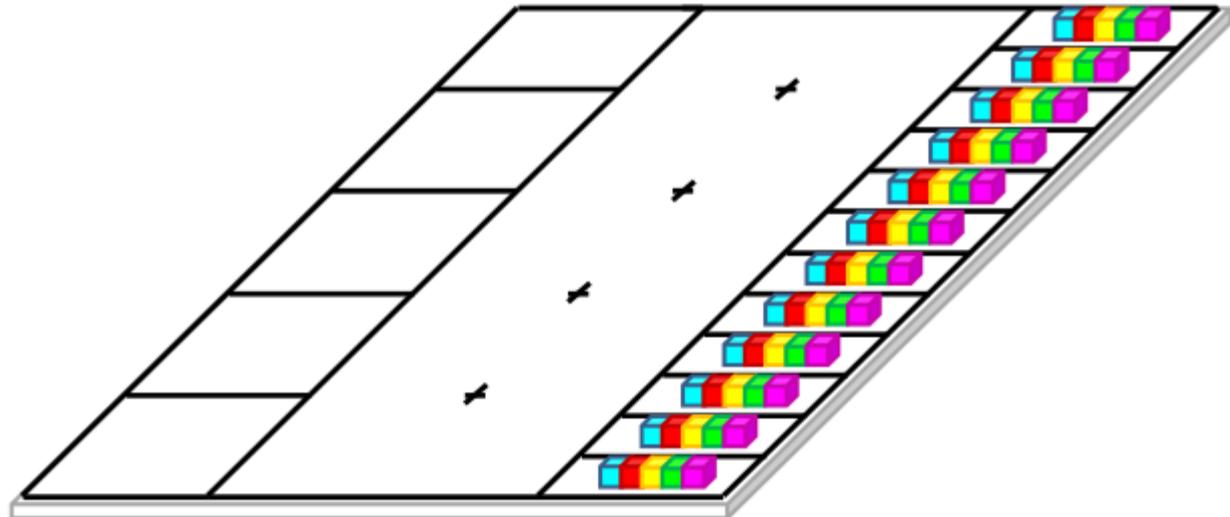
- VII SUMO.UY – 2010
- II Concurso de robótica – 2010
 - Centros de distribución – IEEE OPEN.
 - Reparación de ductos – IEEE SEK.
- Workshop, Talleres, Exposición, etc
- Fecha: 23 al 25 de setiembre
- Web:
 - www.fing.edu.uy/inco/eventos/sumo.uy
 - www.jointconference.fei.edu.br/roboticscompetition.html

IEEE OPEN

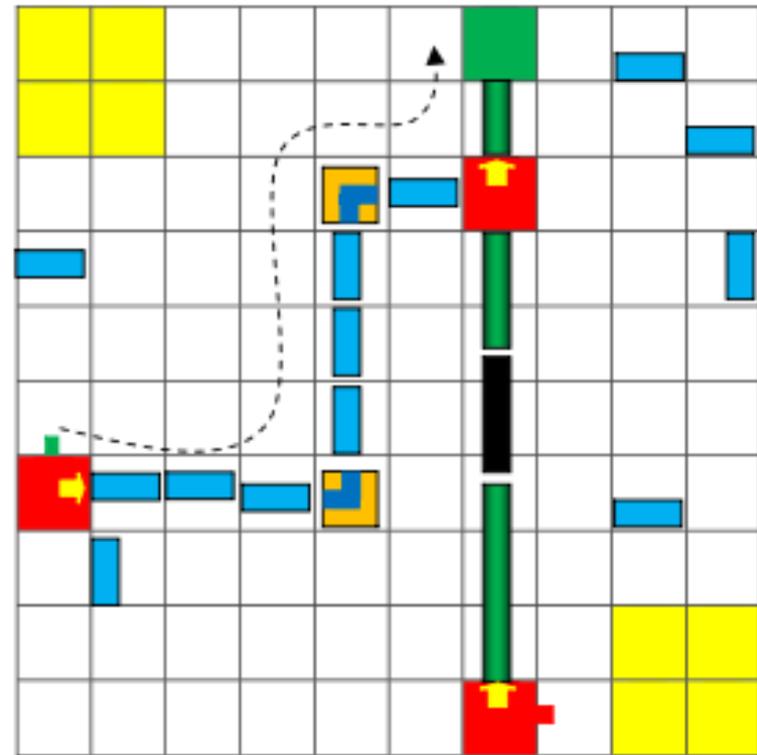
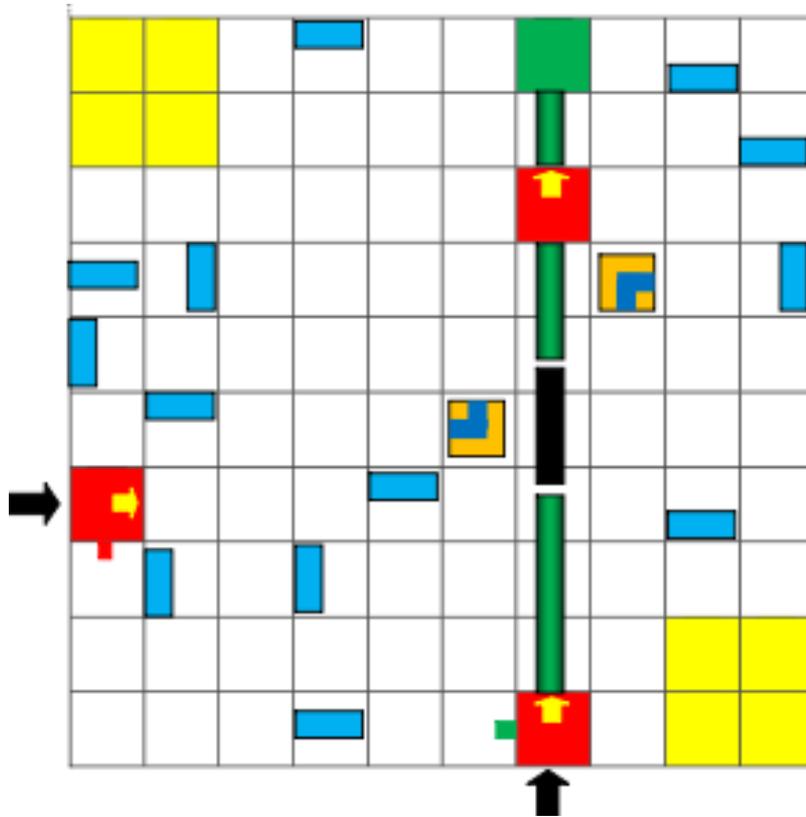
Grupo de productos



Paquetes de productos



IEEE SEK



Construcción

Introducción
Generalidades
Algunos ejemplos

Introducción

- Diseño mecánico
- Electrónica y firmware
 - Base para la lógica de aplicación
 - Comunicaciones, alimentación, etc.
- El diseño y construcción son por lo general procesos iterativos, con prototipos intermedios (¿descartables?) → \$\$\$

Proceso

- Requerimientos (¿qué tiene que hacer?)
 - Parte de la letra
- Análisis (¿cuáles son los problemas?)
- Diseño (¿cómo se resuelven?)
 - Simulación
 - Síntesis de otros modelos (anteriores?)
- Implementación

Dos ejemplos

1. Robot Móvil, terreno continuo, entorno no accesible a humanos, tareas de duración corta (del orden de horas).
2. Robot Móvil, terreno discontinuo o con escaleras, entorno accesible a humanos, tareas supervisadas.

Mecánica

- Materiales
 - Aluminio
 - Acrílico / Plexiglás
 - Metales más pesados
- Factores a tener en cuenta
 - Maleabilidad
 - Herramientas y técnicas disponibles
 - Flexibilidad
 - Precio y Disponibilidad

Base de la Lógica

- Elemento de computación:
 - PIC
 - DSP
 - PLC
 - PC
- Sistema embebido

Alimentación

- Autónomo → Baterías
 - Autonomía siempre es limitada
 - ¡¡¡ No olvidar considerar el peso de las baterías en el diseño mecánico !!!
 - Tamaño y peso → potencia motores → Precio
- No autónomo → movilidad limitada (cables)
- Caminador Pasivo → movilidad limitada (debido a la pendiente)

Caminador pasivo



Comunicación

- Cableada
 - Muchos PICs con interfaz serial o USB
- Inalámbrica
 - Algunos PICs
- Autónomo

Volviendo a los ejemplos...

1. Robot Móvil, terreno continuo, entorno no accesible a humanos, tareas de duración corta (del orden de horas).

➔ Diseño posible:

- “Carrito”
- Baterías
- Comunicación inalámbrica
- Construcción
 - El costo va a estar influenciado principalmente por material elegido.

Volviendo a los ejemplos... (II)

1. Robot Móvil, terreno discontinuo o con escaleras, entorno accesible a humanos, tareas supervisadas

➔ Diseño posible:

- N-podo
- Baterías si lo permite el costo/Alimentación local
- Comunicación inalámbrica
- Construcción
 - $N=1$ (monópodo) robot saltarín.
 - $N=2$
 - $N>2$ aumenta la estabilidad, reduce las posibles caídas

Criterios de diseño

- Estabilidad
 - Polígono de sustentación
 - ¿ De qué velocidades estamos hablando ?
 - Bajas: Proy. del centro de masa dentro del PS
 - Altas: Proy. Del punto de momento cero en el PS
 - Se definen varios márgenes de estabilidad basándose en la geometría del robot en cada instante. Si el margen de estabilidad es cero o negativo, el robot se cae.

Criterios de diseño

- Human-friendliness
 - Impacto psicosocial
 - Ergonomía
- Precio

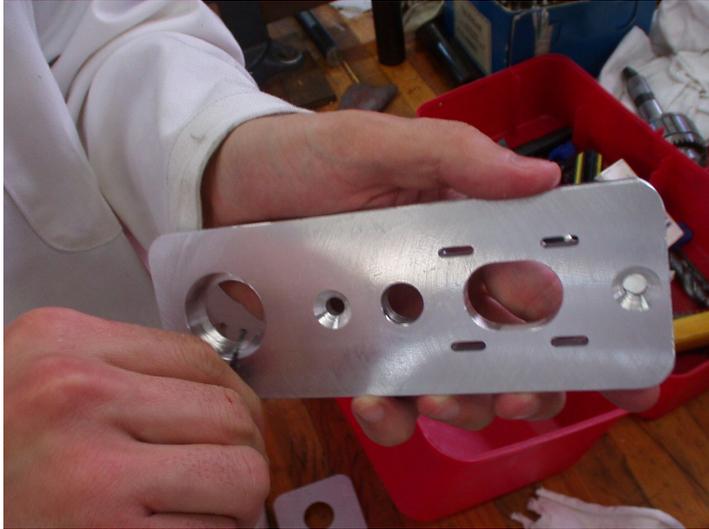
Diseño de un manipulador (1/4)

- CAD/CAM – Máquina CNC.
- Maquinado de piezas
- Diseño esquemático
- Diseño PCB

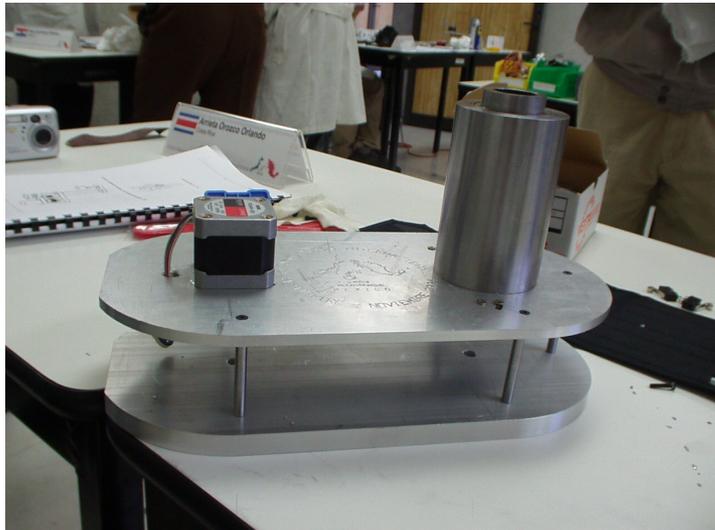
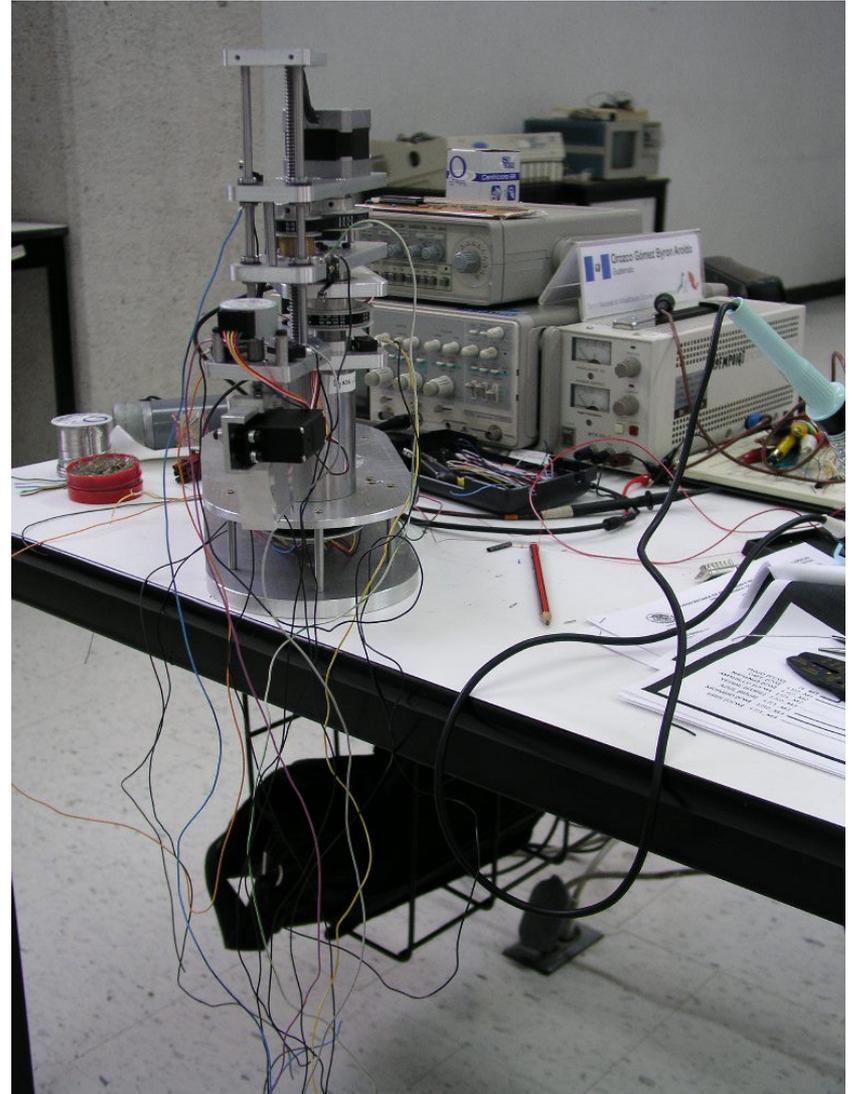
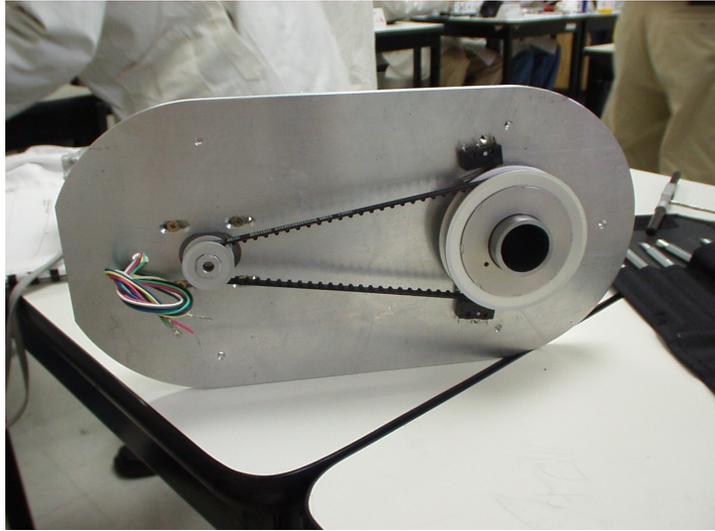
Diseño de un manipulador (2/4)



Diseño de un manipulador (3/4)



Diseño de un manipulador (4/4)



Prototipos

Enzo, InCo, 2003.

HDP, InCo & IIE, 2005.

Lego, Lego (r).

Enzo: prototipo de bajo costo

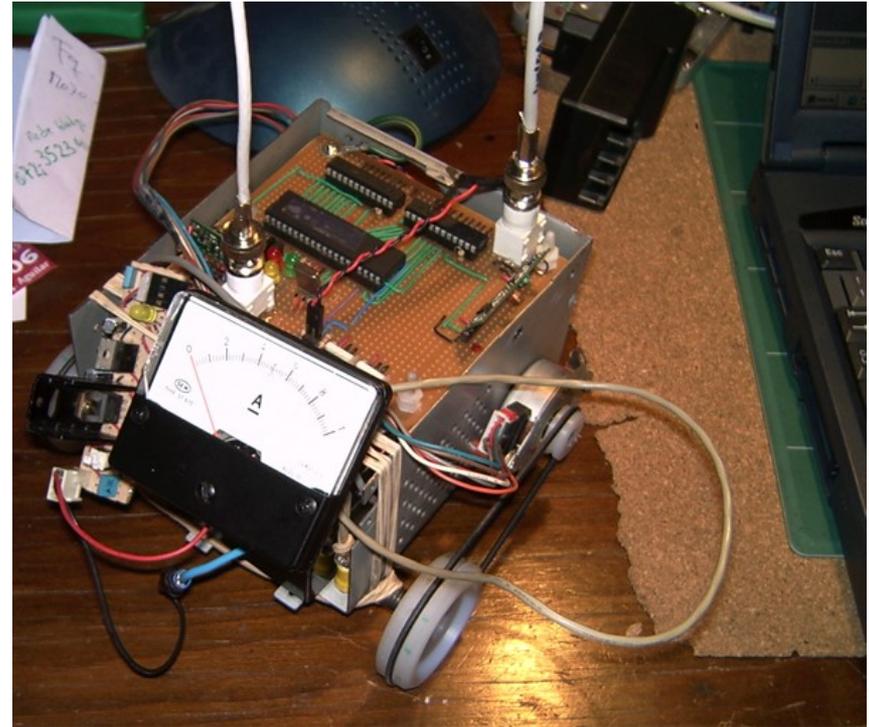
Objetivos

Usos

Control

ENZO

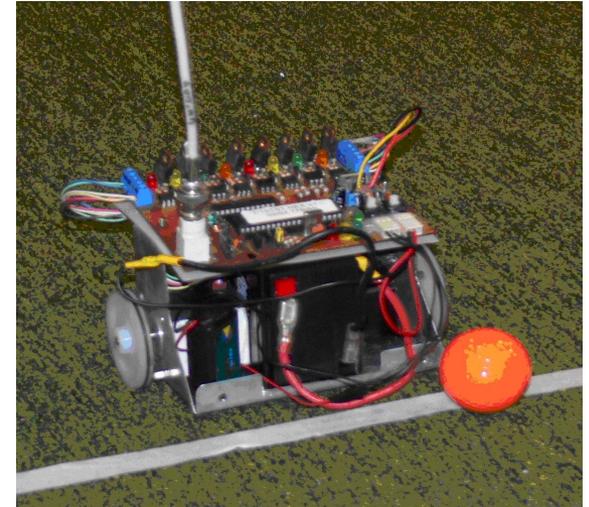
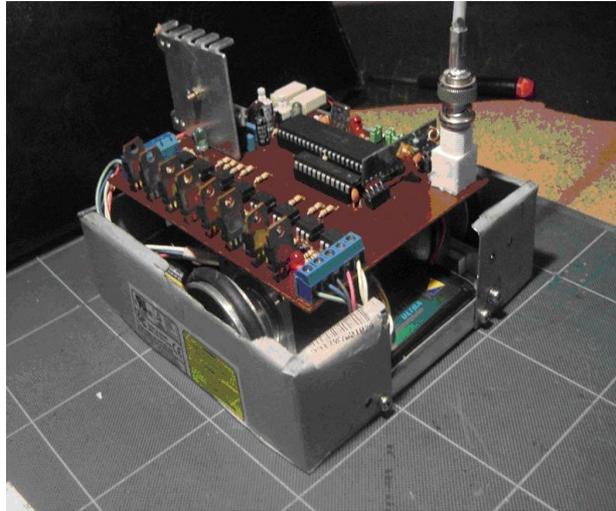
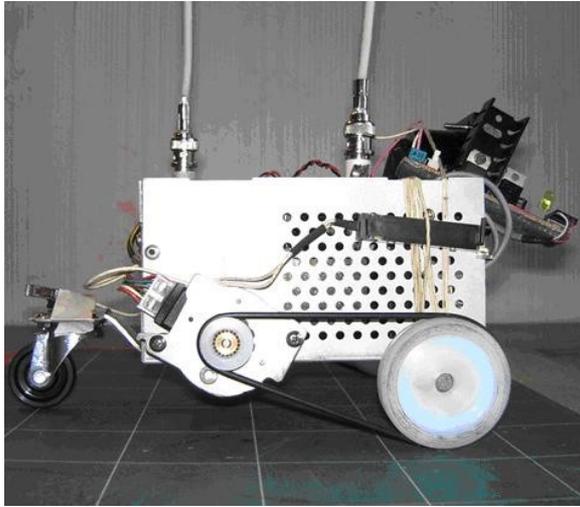
- Construido en el 2003 a partir de tecnología obsoleta.
- Dos actuadores.
- Capacidades sensoriales limitadas.
- Teleoperado
- Hardware vs Software
- u\$s 80 vs u\$s 650



Construyendo robots a bajo costo

- La abundancia de componentes electrónicos y su relativo corto ciclo de vida permiten su reutilización en otros sistemas.
- Es lógico tratar de utilizar estos componentes de manera de bajar los costos y ser amigable con medio ambiente.
- Un presupuesto muy limitado es un campo fértil para realizar diseños que usen materiales dañados u obsoletos.
- La mayor fuente de estos componentes son matrices de punto, fuentes de PC, lectores magnéticos y tarjetas de red. Pudiendo obtener de ellos principalmente motores, reguladores de voltaje, cristales, sensores, disipadores y conectores

Evolución del ENZO



Objetivos

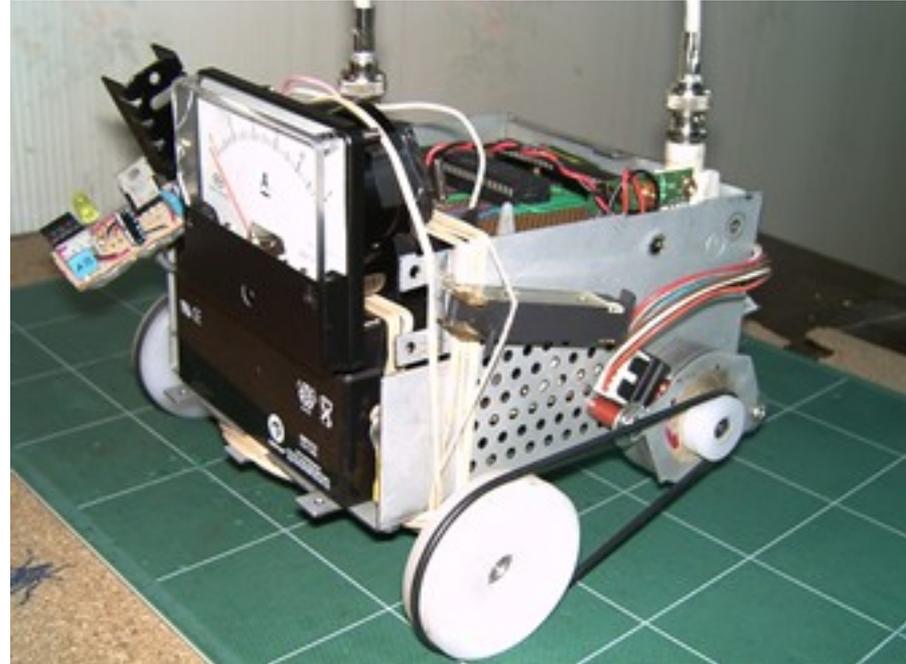
- Objetivos del proyecto
 - Investigar, diseñar y construir un prototipo a bajo costo
- Objetivos específicos

Modelo Multipropósito

Extensibilidad

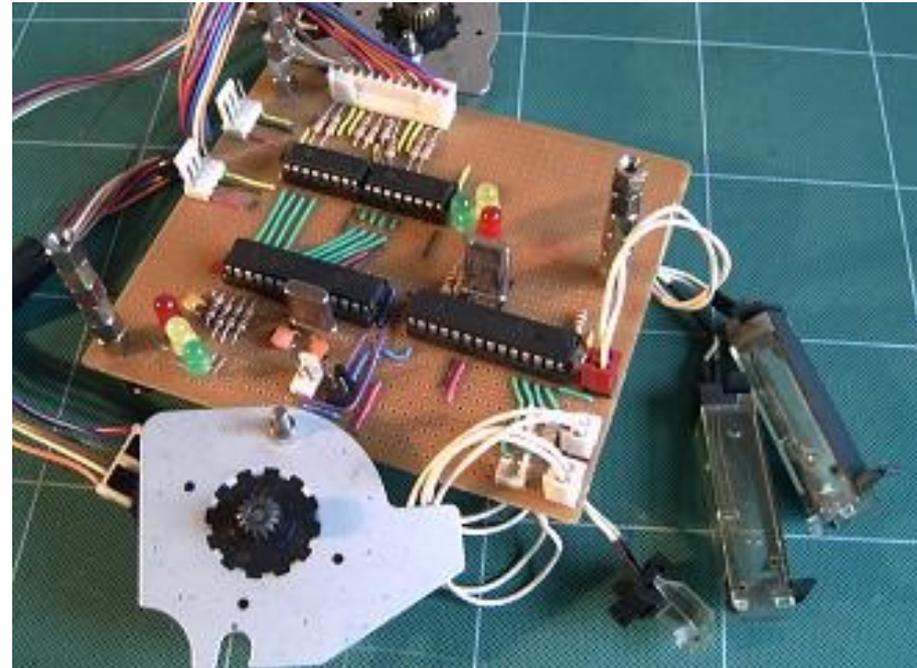
Flexibilidad

Posibilidad de evolucionar en un jugador de la categoría MiroSot de la FIRA

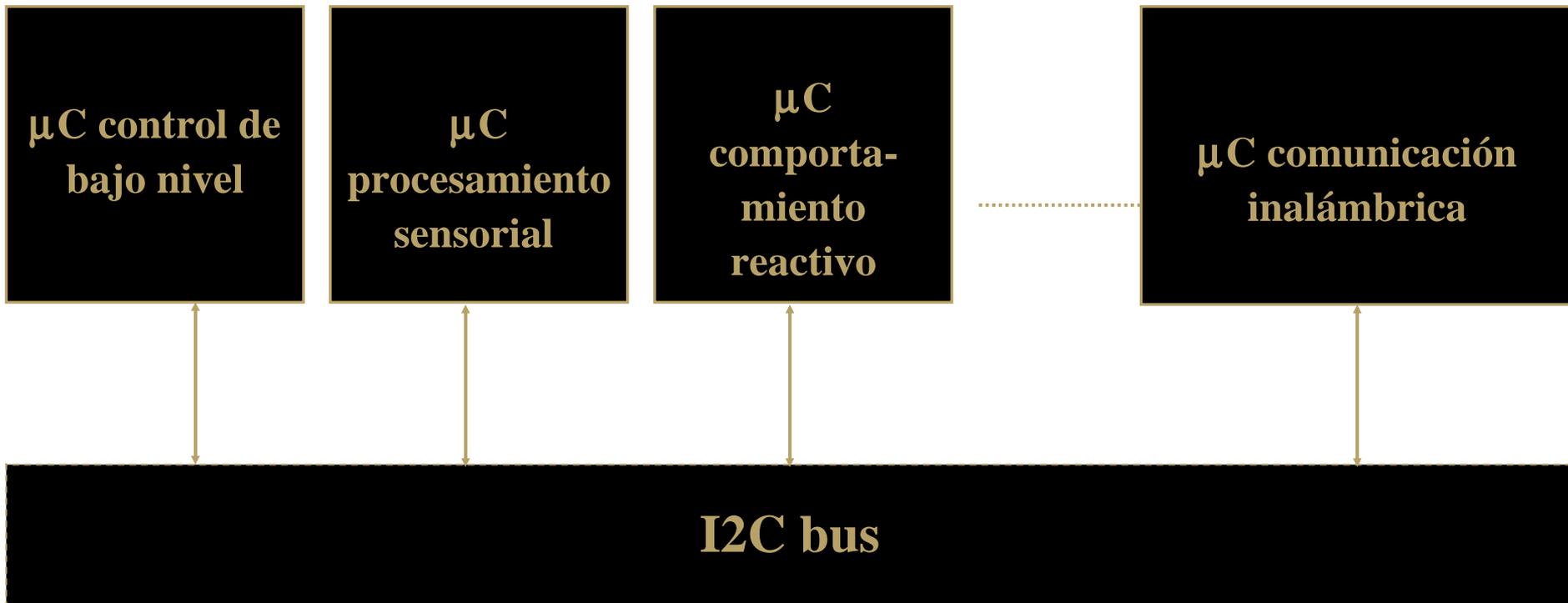


Estado del Arte

- Documentos Asociados
- Motores
- Sensores
- Microcontroladores
 - Programador
- Formas de Comunicación
- Baterías
- Adquirir experiencia en el proceso de desarme

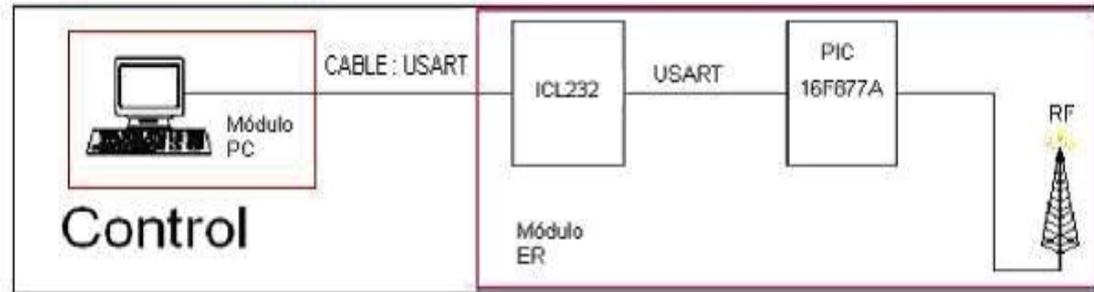


Arquitectura distribuida

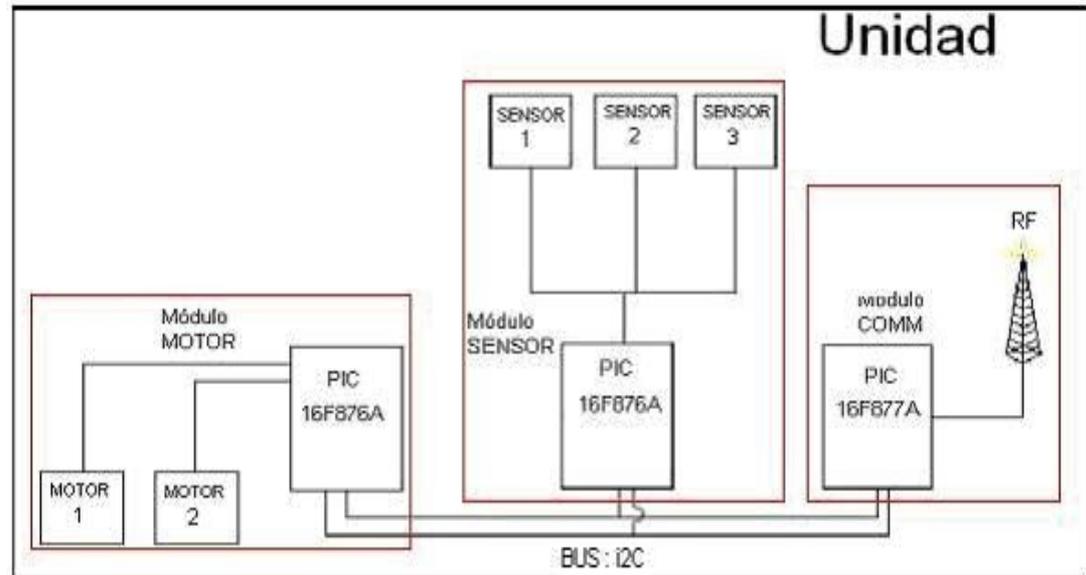


Arquitectura

- Módulos, responsabilidades y funcionamiento
- Formas de comunicación
- Agregado del módulo SENSOR



INALAMBRICA : RF



HDP: prototipo bípedo

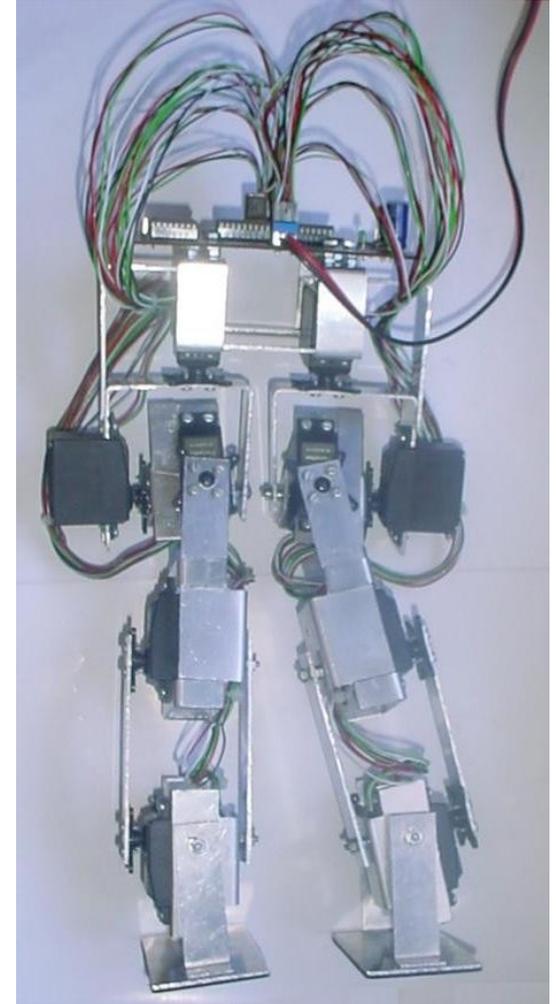
Objetivos

Usos

Control

Introducción

- Se propone el estudio del Estado del Arte en robótica bípeda, y la construcción de un prototipo capaz de caminar cuasiestáticamente.
- Estrategia para caminar del prototipo, que utiliza un enfoque análogo a la técnica de stop-motion utilizada en animación.



Morfología

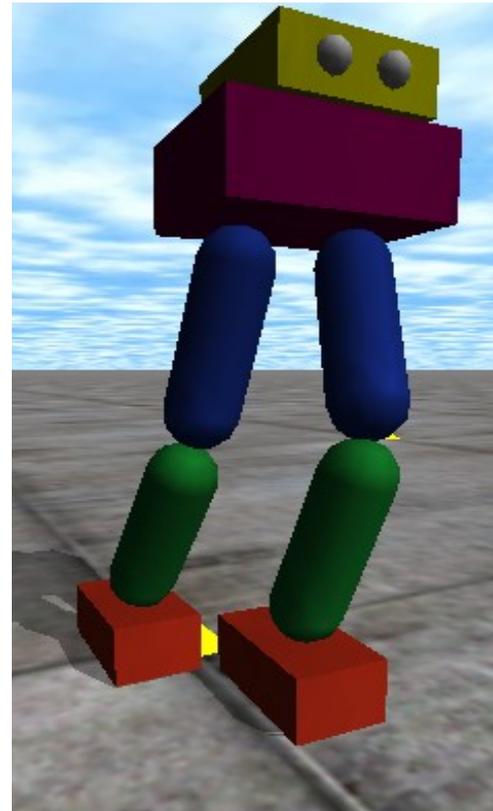
- 7 segmentos
 - Cuerpo
 - 2 x Muslo
 - 2 x Canilla
 - 2 x Pie
- 6 Articulaciones
- 12 DOF
 - 3 x Cadera
 - 1 x Rodilla
 - 2 x Tobillo

Estrategia motriz

- Equilibrio cuasiestático
- Trayectoria Discretizada
 - Símil stop motion
 - Adquisición y reproducción de posición
- Coordinación de actuadores
 - Perfil Lineal (Velocidad constante)
 - Sincronización de Inicio y Fin

Simulación

- Objetivos
 - Visualización
 - Validar morfología y estrategia
 - Asistir en el diseño (proceso iterativo)
- Herramienta ODE
 - Open Source
 - Comunidad activa de usuarios

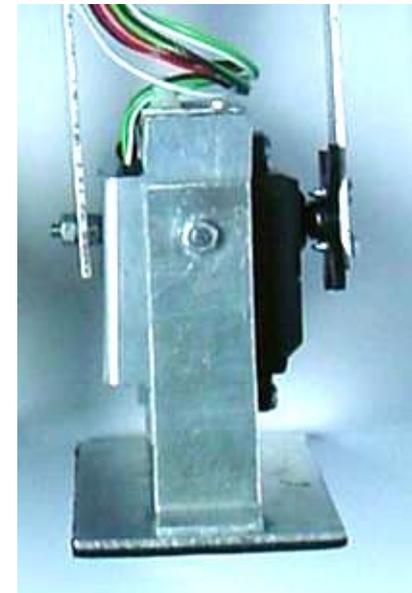
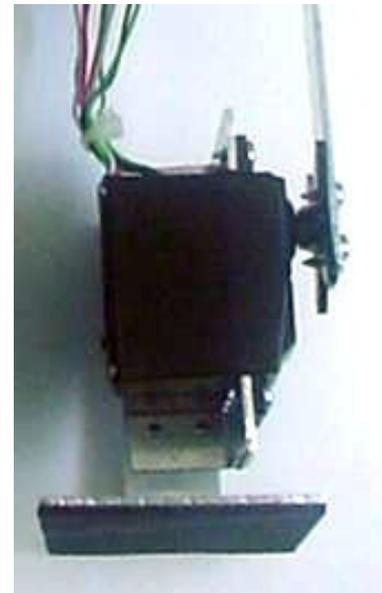
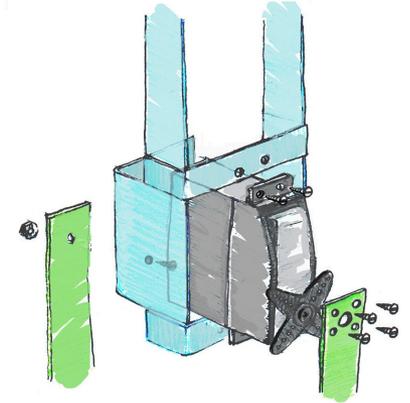
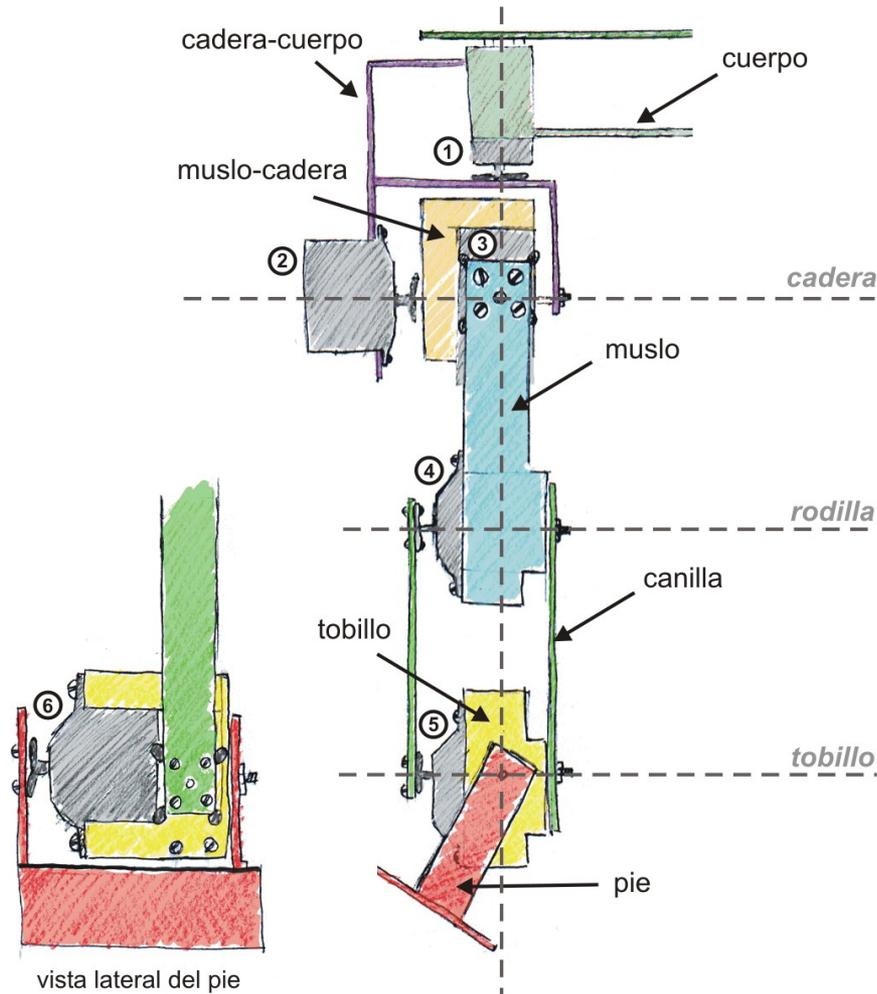


Actuadores

- Servomotores de hobby
 - Económicos y Disponibles
 - Fáciles de controlar
 - Por posición
 - Con electrónica digital
 - Buena relación par/peso
 - Facilitan el diseño mecánico
 - Sensor de posición “accesible”



Diseño Mecánico



Arquitectura distribuida

- Control Motriz de bajo nivel (motores)
 - Placa controladora
 - Tiempo real
 - Conversión A/D
- Control de más alto nivel
 - PC
- Comunicación entre los nodos:
 - Interfaz serial RS232 115200 bps
 - Armado de paquetes
 - Stop & Wait
 - Piggybacking

Desarrollos del proyecto

- Arquitectura distribuida extensible
- Estrategia para caminar exitosa
- Procedimiento de modificación de servos
- Fuente de alimentación
- Placa de control genérica
- Prototipo de robot bípedo funcional económico (U\$S 319)

Limitaciones del Prototipo

- Poco par en los motores
- Fragilidad
 - Motores
 - Estructura
- Ruido en las señales de lectura

Software del PC

- Desarrollado en Java
- Funciones
 - Centro de Comando del robot
 - Calibración de los motores
 - Digitalización de posiciones
 - Definición y realización de andares

El sistema constructivo de Lego

Objetivos

Usos

Control

Historia

- LEGO clásico: 1949
 - Diseño actual: 1958
 - Plástico ABS desde 1963
- LEGO Technic: 1982
 - Nuevas piezas, motores, engranajes, luces...
- Mindstorms RIS: 1998
- Mindstorms NXT: 2006



RIS & NXT

- Ladrillos y piezas Technic
- Controlador: RCX y NXT
- Sensores
- Comunicación
- Motores
- Software

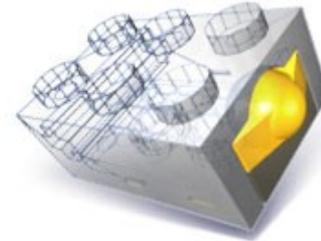
RIS: Controlador RCX

- Microcontrolador Hitachi H8/3292 (CPU H8/300)
- 16kB ROM programable y
- Enlace IR
- 3 salidas
- 3 entradas
- 6 pilas AA
- LCD, botones, buzzer

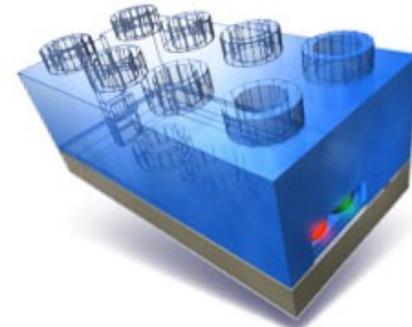


RIS: Sensores

- Contacto
 - On / Off
- Luz
 - Luz ambiente, reflejada
- Rotación



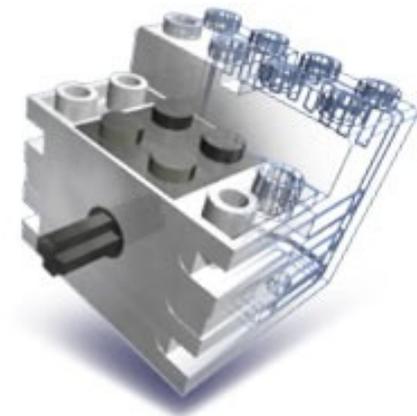
TOUCH SENSOR



LIGHT SENSOR

RIS: Motores

- Motores de CC
- Muy eficientes
- Control no demasiado fin
- Hay que hacer pruebas con la mecánica (buscar la reducción adecuada)
- 360RPM, 3.6mA



MOTOR

RIS: Comunicación

- Enlace IR
- Base con conector serial
- Descarga de programas
- Comunicaciones en tiempo real
 - Base – Controlador
 - Controlador – Controlador
- Alcance, varios metros... sensible a las interferencias
- Ancho de banda depende del protocolo



RIS: Software

- Original
 - ROBOLAB
- Alternativo
 - C/C++ sobre BrickOS
 - C sobre NQC
 - pbFORTH
 - Java sobre Lejos

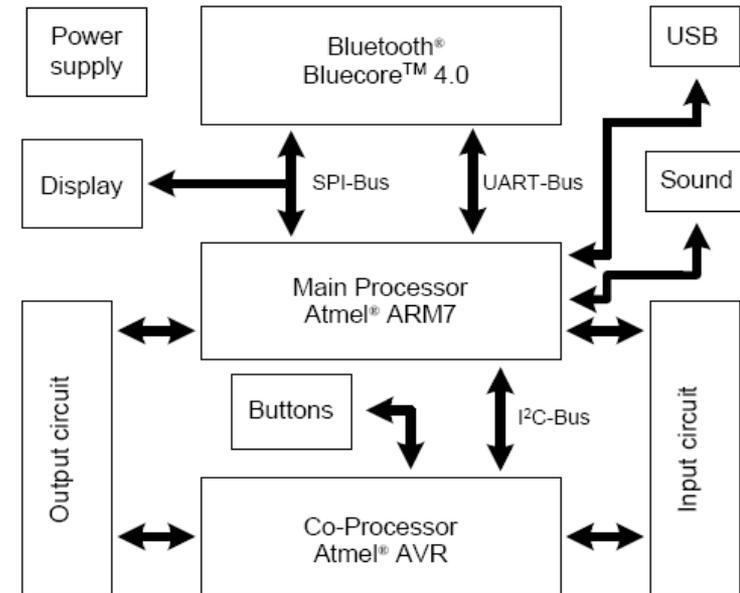
NXT: Controlador

- Microcontrolador ARM7 32-bit, a 48MHz
 - Uso general
 - 256Kb FLASH, 64Kb RAM
- Microcontrolador AVR 8-bit a 8MHz
 - Control de los motores (modulación PWM)
 - 4kB FLASH, 512B RAM
- Bluetooth (SPP) + USB 2.0
- 3 Salidas
- 4 Entradas
- LCD, botones, parlante
- 6 pilas AA



NXT: OpenSource

- Bluetooth Developer Kit
- Executable File Specification
 - Formato de archivo y bytecodes
- Código Fuente del firmware y driver
- Hardware Developer Kit
 - Controlador, sensores, motores...
 - Diseño eléctrico
 - Especificación y protocolos



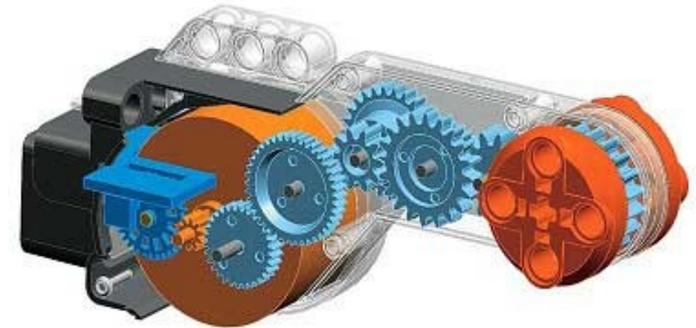
NXT: Sensores

- Contacto
 - press/release/bump
- Luz
 - Luz ambiente, reflejada
 - monocromático
- Sonido
 - dB y dBA, en %.
- Ultrasonido
 - distancias 0-255cm
 - +/- 3cm



NXT: Motores

- Forma rara
- Reducción integrada
- Servos
 - Control: respuesta lineal
 - Velocidad
 - Angulo
 - Medidor de rotación integrado (1° precisión)
- 170RPM, 60mA
- Hasta 50 N/cm, con 2A (!)



Paradigmas

Jerarquico

Reactivo

Hibrido

Paradigmas

- Existen tres paradigmas para organizar la inteligencia en un robot:
 - Jerárquico
 - Reactivo
 - Híbrido Deliberativo/Reactivo
- Existen tres funciones primitivas en robótica:
 - Sensar (SENSE)
 - Planificar (PLAN)
 - Actuar (ACT)

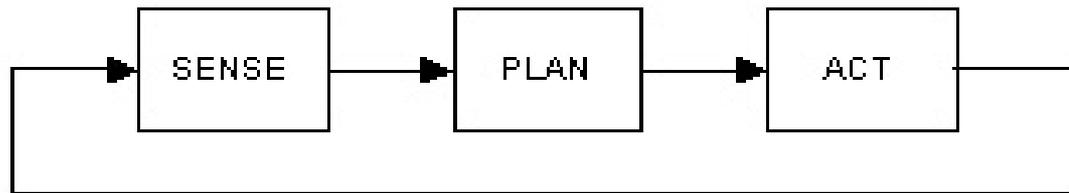
Paradigmas

- Primitivas robóticas

Primitiva robótica	Entrada	Salida
Sensar (SENSE)	Datos de los sensores	Información sensada
Planificar (PLAN)	Información (sensorial o cognitiva)	Directivas
Actuar (ACT)	Información sensada o directivas	Comandos a los actuadores

Paradigmas

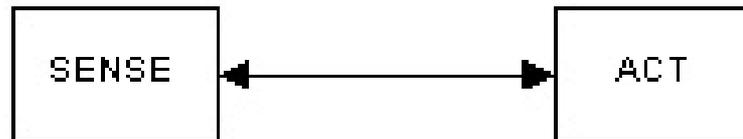
- Jerárquico (1967-1990)
 - Esta basado en una visión introspectiva de cómo las personas piensan.
 - En cada paso se planifica que hacer.



- Se arma un modelo global del mundo el cual es utilizado para planificar las acciones.

Paradigmas

- Reactivo (1988-1992)
 - Este paradigma aparece de los estudios en biología y psicología cognitiva.
 - Elimina totalmente la planificación.

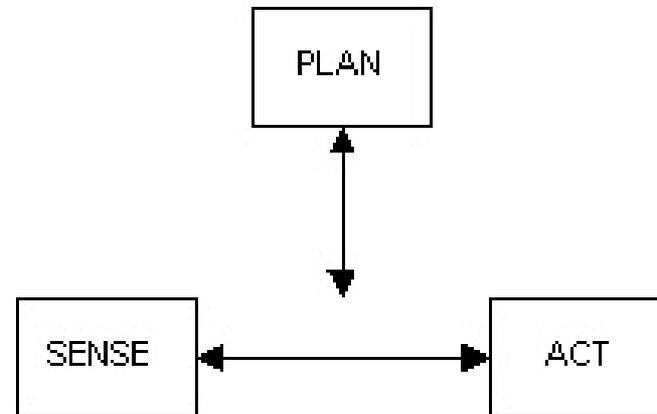


- Rápida ejecución al eliminar la etapa de planificación.

Paradigmas

- Híbrido (1990's)

- Bajo este paradigma el robot primero planifica como descomponer la tarea en subtareas y luego cuales son los comportamientos adecuados para realizar las subtareas.
- Luego se ejecutan los comportamientos adecuados para cada subtarea.



Arquitecturas

- Las arquitecturas proporcionan la manera general de organizar un sistema de control.
- Describe un conjunto de componentes y la forma en que interactúan.
- Las características más importantes a tener en cuenta al momento de evaluar una arquitectura son:
 - Modularidad
 - Lugar de aplicación
 - Portabilidad
 - Robustez

Referencias

- Libros
 - Robotic Exploration, Fred G. Martin.
 - Introduction to AI Robotics, Murphy.
 - Behavior-Based Robotics, Arkin.
- Reportes técnicos
 - Construcción de Robots a Bajo Costo, Germán López y Santiago Margni.
 - Construcción de Robots Bípedos, Damián Lezama y Alexander Sklar.
- Web
 -