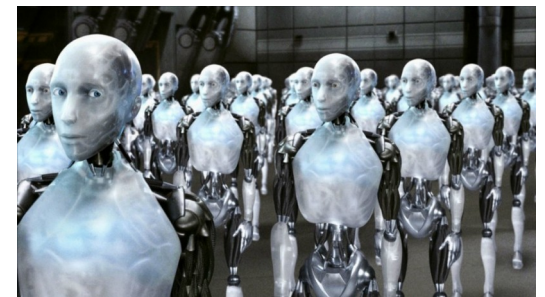
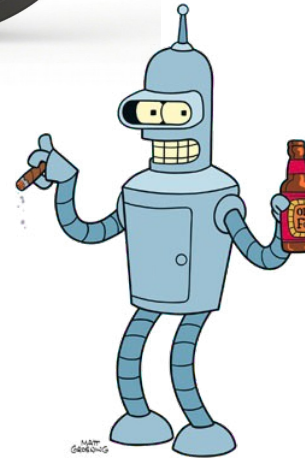
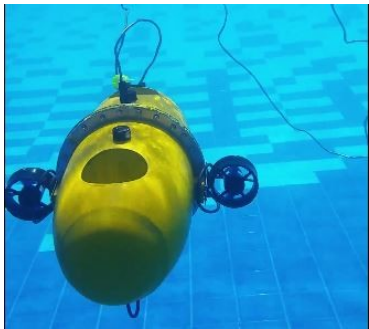


IIC2685 Robótica Móvil

I – 2022

Profesor: Gabriel Sepúlveda V.
grsepulveda@ing.puc.cl

Introducción



Introducción

- Entonces ¿ qué es un robot ?. Algunas definiciones...
 - Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas (RAE)
 - Programa que explora automáticamente la red para encontrar información (RAE)
 - Máquina que opera en forma autónoma o por control remoto
 - Un humanoide
 - Una conexión inteligente entre percepción y acción

Introducción

- Entonces ¿ qué es un robot ?. Algunas definiciones...
 - Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas (RAE)
 - Programa que explora automáticamente la red para encontrar información (RAE)
 - Máquina que opera en forma autónoma o por control remoto
 - Un humanoide
 - Una conexión inteligente entre percepción y acción
- ¿Sería un robot...
 - ... un automóvil ?
 - ... un cajero automático ?
 - ... un software inteligente ?

Introducción

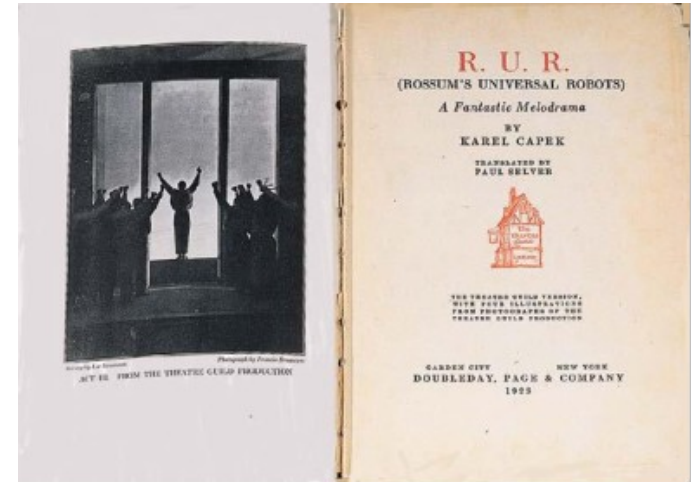
- ROBOT

- Etimología: *Robota* (trabajador forzado)
- *Robot* aparece primero en la obra de Karel Čapek, *Rossum's Universal Robots*, 1920 (humanoide sin alma)



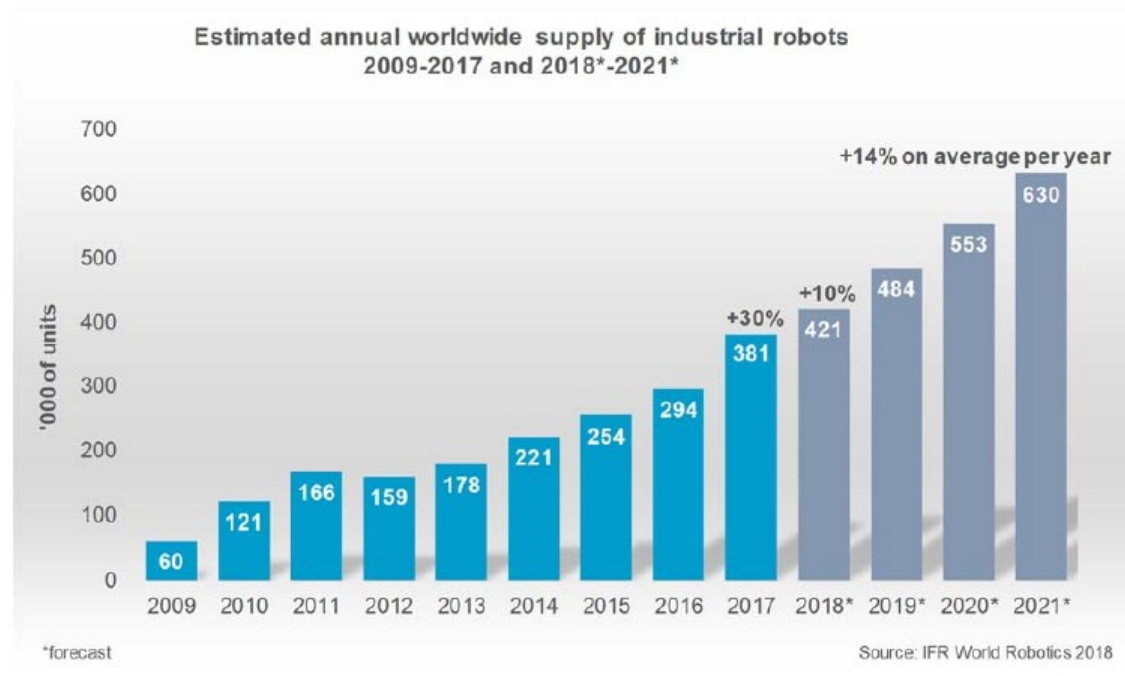
Introducción

- Libros “clásicos”
 - Karel Capek
 - Rossum’s Universal Robots (R.U.R.) (1920)
 - Isaac Asimov
 - Runaround (1942)
 - I robot (1950)
- Películas



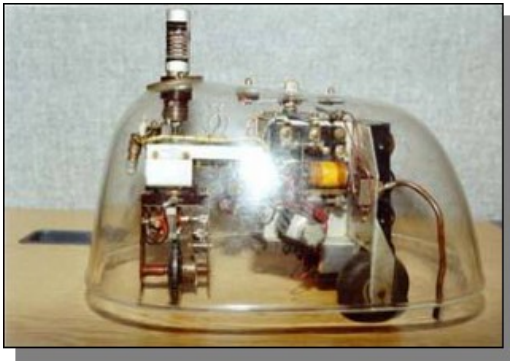
Introducción

- Historia real: muy lejos de la ficción
 - Primer desarrollo exitoso: brazos robóticos (1954 - 1980)
 - Hasta hoy son los más utilizados en aplicaciones industriales
- Industria robótica crece año a año

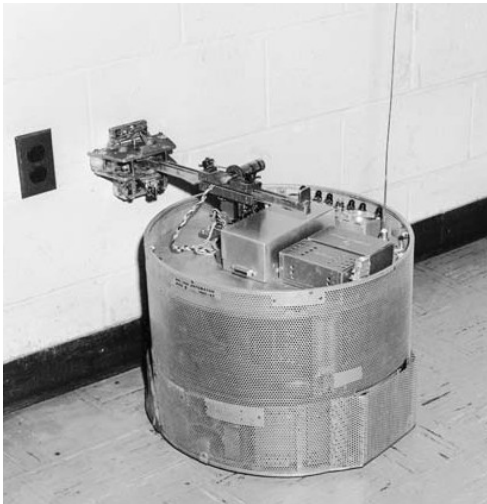


Introducción

- Robots “históricos” (1950 - 1980)



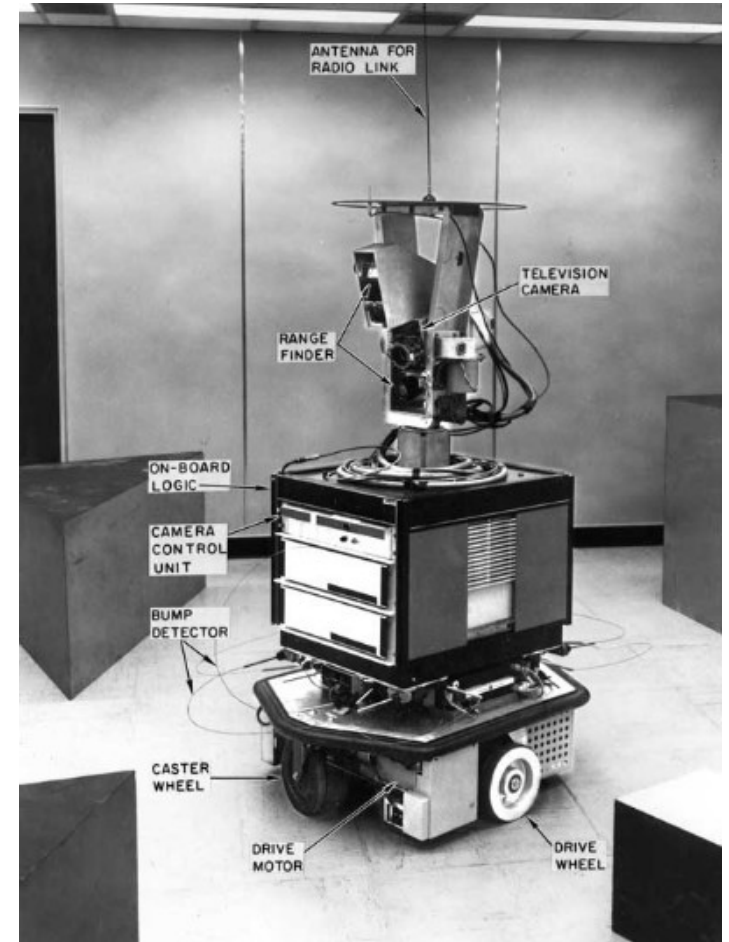
Gray Walter's Tortoise (1949)



Beast (1960, JHU)



Stanford Cart
(1968-1980, Stanford)



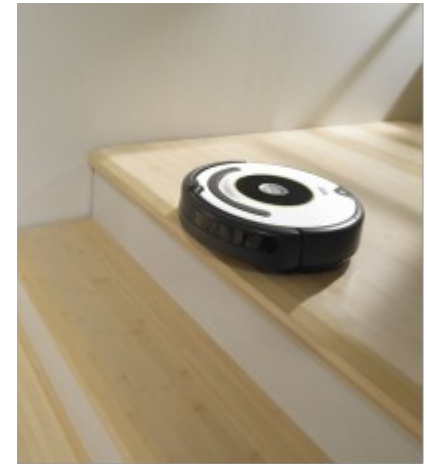
Shakey (1966-1972, SRI)

Introducción

- Hasta mediados 80', muchos problemas
 - Baterías poca carga
 - Cómputo muy lento
 - Falta de sensores
 - Poca utilidad
- Con el desarrollo de computadores más potentes y nuevas baterías, los robots móviles **regresaron para quedarse**

Introducción

- 1990 – 2010
 - Mejora baterías
 - PCs embebidos
 - Menor costo sensores
 - Motores con menor peso y mayor potencia
 - Nuevos materiales livianos y resistentes



Introducción

- 2012 – Primer auto autónomo (público)
- Machine Learning muestra utilidad real



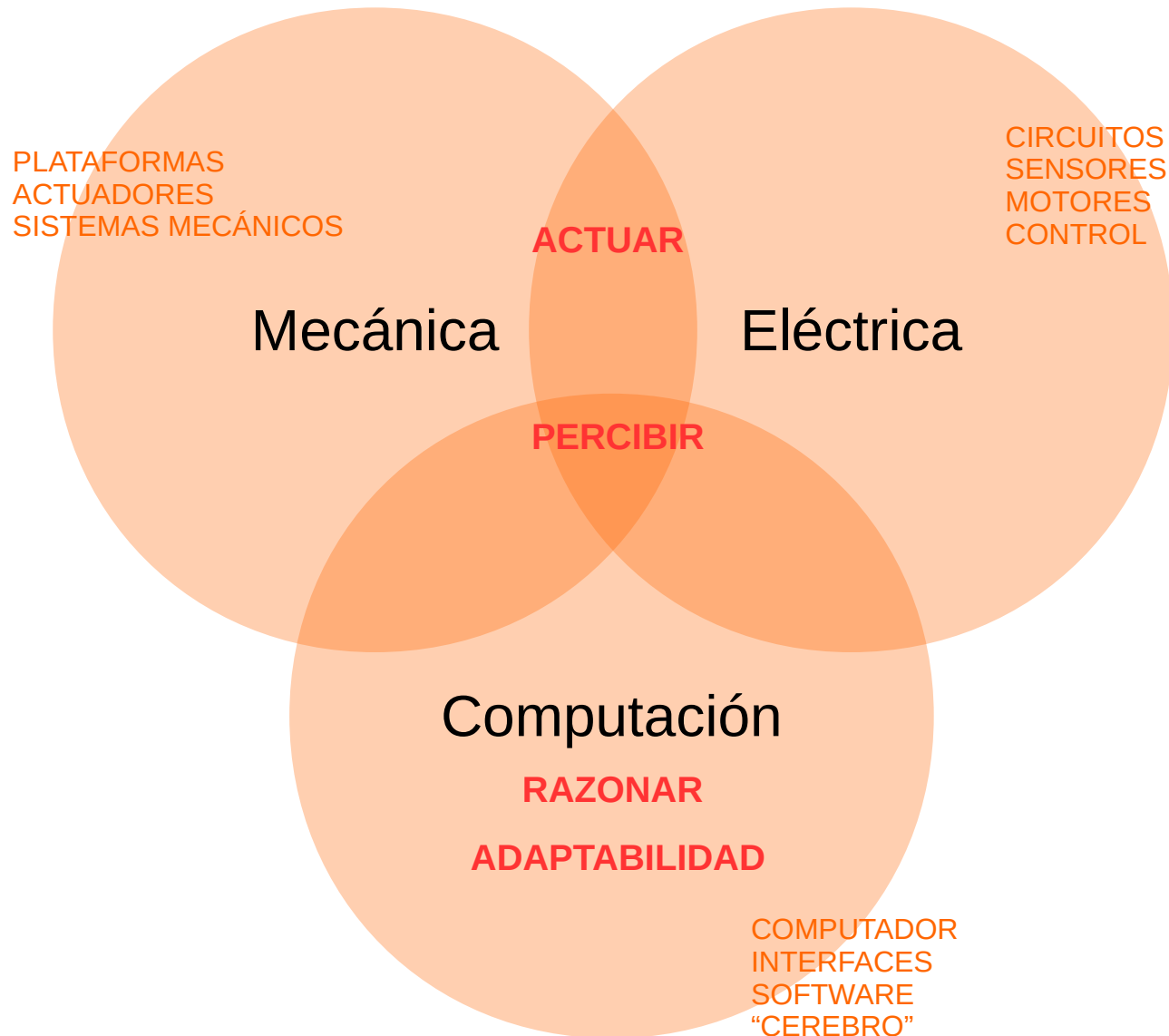
Introducción

- Hoy
 - Industria en rápido crecimiento
 - Aún robots industriales dominan (98%)
 - Vehículos autónomos es la gran batalla actual
 - Más seguros
 - Mejora en tráfico
 - Transporte inteligente
 - Razonamiento y adaptabilidad son aún un gran desafío !

¿ Cómo podemos definir un robot autónomo ?

Una máquina **AUTÓNOMA**
capaz de **PERCIBIR, RAZONAR** y
ACTUAR en forma **ADAPTIVA**

Robótica móvil



Introducción

- Nuestra definición de ROBOT:

Una máquina **AUTÓNOMA** capaz de **PERCIBIR**, **RAZONAR** y **ACTUAR** en forma **ADAPTIVA**



Autónoma (1/5)

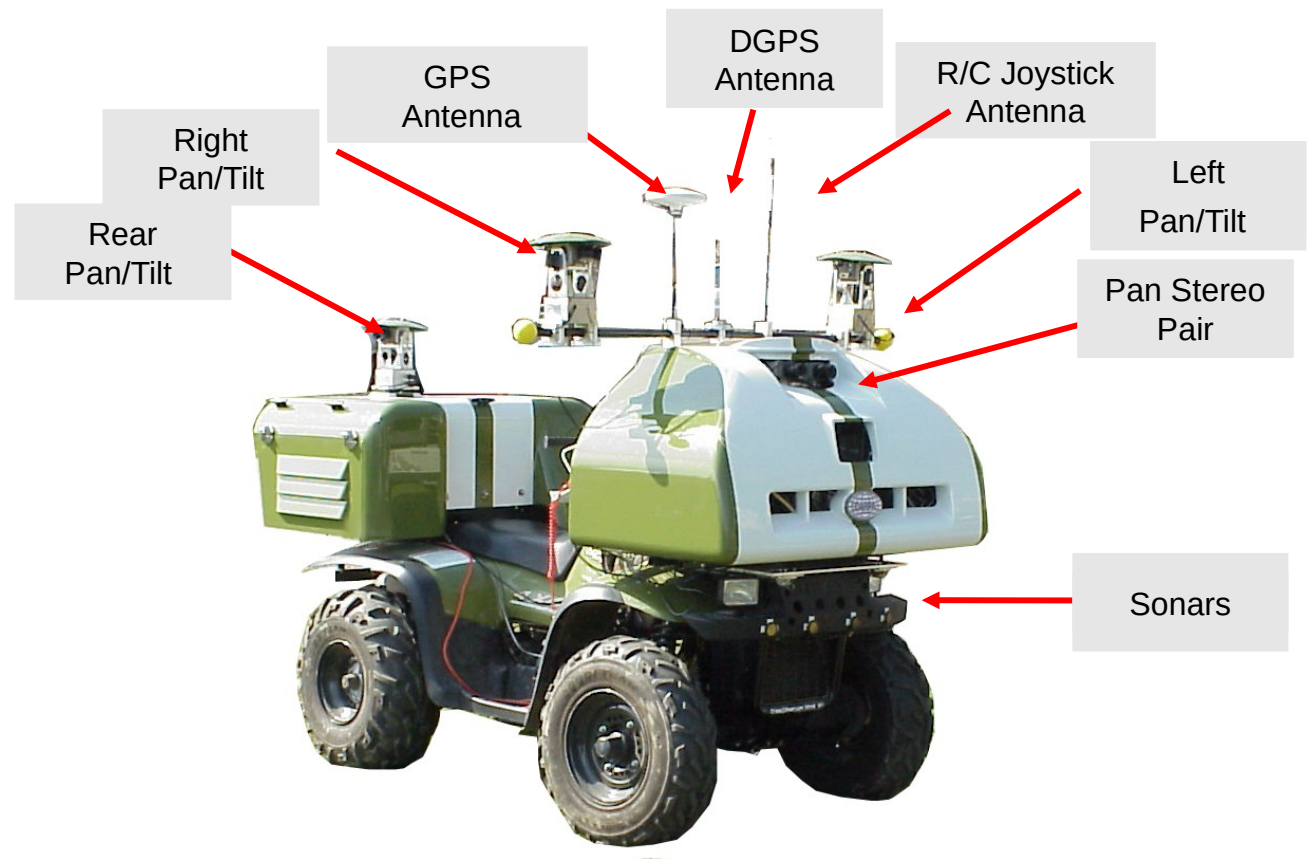
- Varios niveles de autonomía
 - Control remoto
 - Robot supervisado
 - Robot autónomo (sin supervisión humana)
- Clave para la autonomía: **percibir**

Nivel de
Complejidad



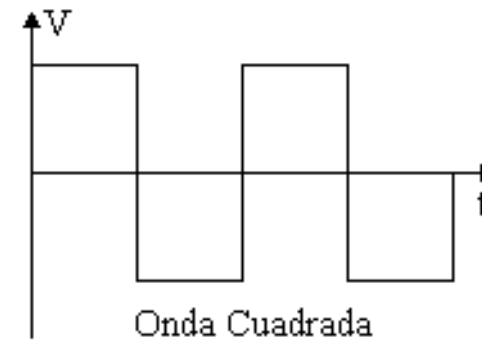
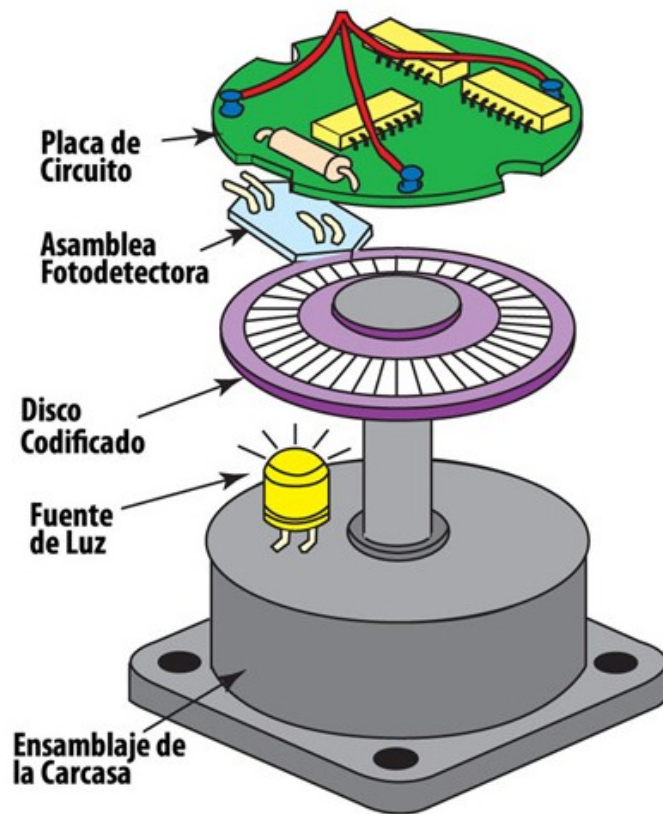
Percibir (2/5)

- Robot necesita percibir el mundo
 - Tal como humanos usan sentidos
- Múltiples sensores
 - Odometría
 - Pose $(x, y, z, \phi, \theta, \psi)$
 - Visión 2D y 3D
 - Profundidad
 - Temperatura
 - Viento
 - Etc...



Percibir (2/5)

¿ Cómo se realiza la odometría ?



Encoder (óptico)

Percibir (2/5)



Brujula



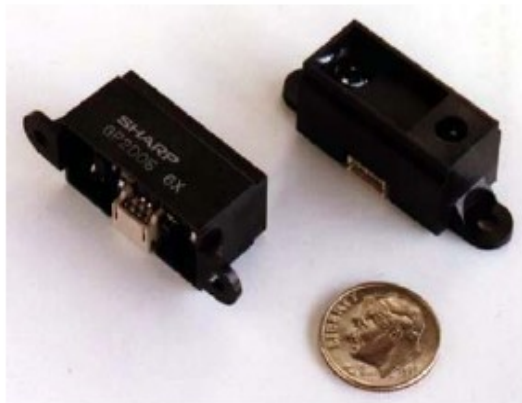
Giroscopio



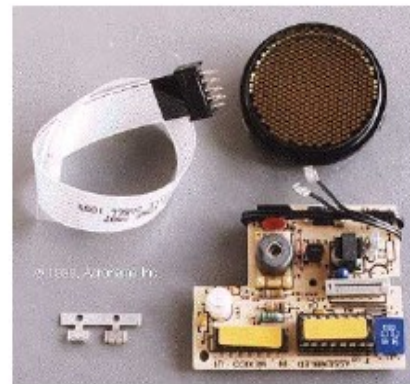
Laser



Cámara Stereo



Infrarrojos



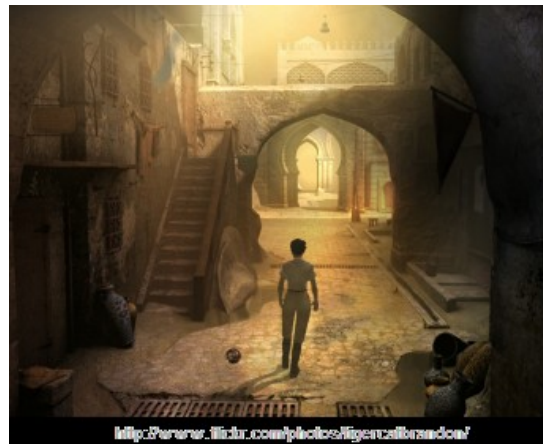
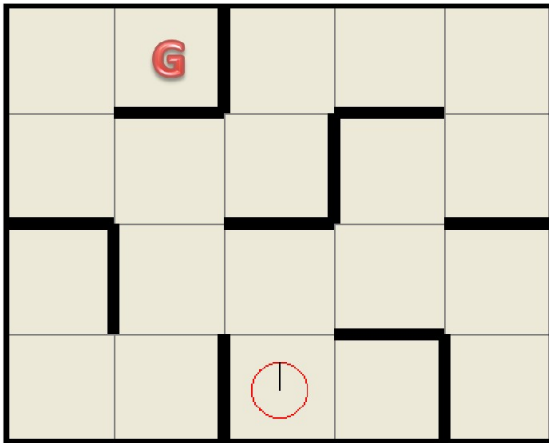
Sonar



Camara con
Procesamiento
Onboard (CMU)

Razonar (3/5)

- Razonar: interpretar la percepción
 - Estado del mundo (ej: localización)
 - Reconocer objetos
 - Restricciones de movimiento
 - Predicción de movimiento de objetos móviles



Razonar (3/5)



Actuar (4/5)

- Actuación: cambiar el estado (físico) del mundo
- Tipos de actuadores mecánicos
 - Motores, reductores, ruedas
 - Gripper
 - Parlantes
 - Pan-tilt
 - Pantallas



Adaptable (5/5)



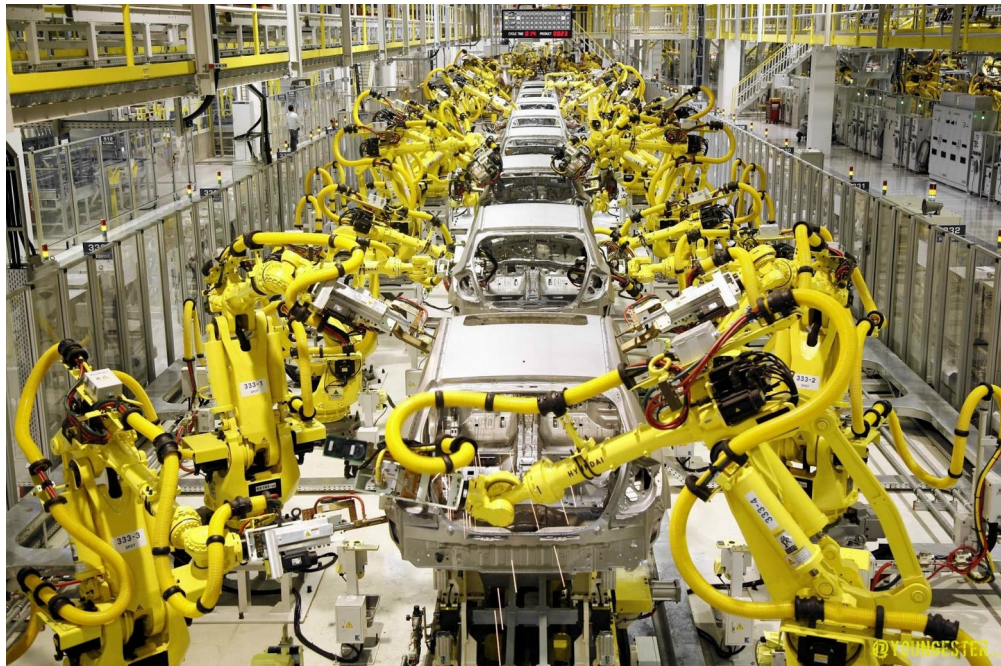
The most important factor in survival is neither intelligence nor strength but adaptability.

~ Charles Darwin

AZ QUOTES

Adaptable (5/5)

- En un mundo estructurado, adaptabilidad no es importante
- Robots exitosos
 - Pre-programados para tareas específicas
 - Poca adaptabilidad



Adaptable (5/5)

- **Mundos poco estructurados:** adaptabilidad es clave
- Adaptabilidad requiere dotar a robots de algún tipo de inteligencia
 - Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML)
 - Predicción, clasificación
 - Generalización del mundo con funciones que una máquina pueda interpretar

Adaptable (5/5)

- Caso de estudio: DARPA Challenge
 - DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency
 - Iniciativa fundada por el Departamento de Defensa de EEUU (2004)
 - Competencia de vehículos autónomos
 - Focalizada en vehículos todo terreno



Adaptable (5/5)

- Caso de estudio: DARPA Challenge
 - Desafío: toma de decisiones en tiempo real en un ambiente poco estructurado (incertidumbre)



Condiciones inesperadas



Limitación de los sensores

Adaptable (5/5)

- Caso de estudio: DARPA Challenge
 - Ganador año 2005: Stanley (Stanford Racing Team)
 - Percepción: sensor laser que permite la elaboración de modelos 3D
 - Alcance máximo del sensor: 20 [m]



Adaptable (5/5)

- Problema: predicción de camino
 - Sensores sólo “ven” a 20 metros. A 30 [km/h], son solo 2.4 segundos !
- Solución: usar sensor visual (cámara) para estimar el camino
 - Entrenamiento: camino actual al frente del móvil
 - Predicción: Camino futuro que comparte características con camino actual (*Mixture of Gaussians*)



Introducción

- Mezclando todos los ingredientes, formamos un **robot móvil**
 - Máquina autónoma
 - Con elementos de percepción
 - Capaz de razonar e interpretar la percepción (mundo)...
 - ... y producir cambios en éste (actuación)
 - Con la capacidad de adaptarse (inteligencia) a su entorno
- En este curso veremos aspectos **teóricos y prácticos** de cada ingrediente.

Introducción

- ¿En qué está la robótica móvil actualmente?
 - Aún en estado de “laboratorio”
 - Grances avances en automóviles autónomos (\$)
 - Robot móviles comerciales de consumo “masivo”
 - Aspiradoras
 - Cortadoras de césped
 - Maquinaria agrícola
- El gran desafío
 - Sabemos cómo mover robots, pero cuesta hacerlos “ver” (interpretar) correctamente el mundo



Temas a tratar en el curso

- Manejo de ROS
- Locomoción y control de bajo nivel (PID)
- Sensores
- Percepción de robot para localización y navegación
- Conceptos de probabilidades
- Localización y mapeo (SLAM)
- Navegación
- Conceptos de visión por computador
- Tópicos relacionados

Herramientas

- **Ubuntu** 20.04 (Xubuntu, Kubuntu, etc.)
- **ROS** (Robot Operating System)
 - www.ros.org
 - Conjunto de software, drivers y utilidades para operar con robots
 - Curva de aprendizaje puede ser lenta, comenzar HOY (<http://wiki.ros.org/>)
 - Lenguaje: Python3 o C++
 - Versión Noetic
- **OpenCV**
 - Viene integrado en ROS (Noetic → OpenCV 3.x)
 - Librería de manejo de imágenes, visión por computador, etc.