

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A ROBOTS

TEMA 4: TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN PARA ROBOTS REACTIVOS

Sesión 5

Huelva, Marzo de 2023 V1.0



1



Técnicas de Percepción para RR

Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Objetivos:

- Distinguir entre los sensores activos y los pasivos
- Conocer las técnicas de fusión sensorial.
- Entender las diferencias entre esquemas de percepción y medidas de sensores.

2



Técnicas de Percepción para RR

Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

- 4.1 Introducción a la Percepción de los Robots
- 4.2 Fusión Sensorial
- 4.3 Selección de un conjunto de sensores
- 4.4 Bibliografía
- 4.5 Ejercicio



Técnicas de Percepción para RR

Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

- 4.1 Introducción a la Percepción de los Robots
- 4.2 Fusión Sensorial
- 4.3 Selección de un conjunto de sensores
- 4.4 Bibliografía
- 4.5 Ejercicio



Técnicas de Percepción para RR



4.1. Introducción a la Percepción de los Robots

- En el marco de los Robots Reactivos, la percepción tiene dos funciones:
 1. Lanzar un comportamiento, y
 2. Soportar o guiar las acciones del comportamiento
- La idea general es que las percepciones, sin requerir memoria, den cabida a los pares **estímulo-respuesta**.
- La percepción es **directa**, sin necesidad de memoria.
- El reconocimiento no es compatible con éste enfoque.
- Las **arquitecturas híbridas** heredan conceptos de este enfoque, si bien, introducen cierta flexibilidad.

5



Técnicas de Percepción para RR



4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

- Los **sensores** (transductores) son los **dispositivos que miden atributos del mundo real** (sonido, temperatura, luz, presión...).
- **Tipos:**
 - **Sensores pasivos** son aquellos que **sólo reciben energía** del entorno para realizar su medida, por ejemplo una cámara que sólo recibe la luz reflejada.
 - **Sensores activos** son aquellos que **introducen energía** para poder medir, por ejemplo un sonar, que emite un haz ultrasónico que rebota y es el rebote lo que capta el sensor. Otro ejemplo: Una cámara con flash.
- **Medición activa** (*active sensing*) no es lo mismo que **sensor activo**, ya que significa que el sensor **buscará la mejor posición** para realizar la medida, por ejemplo un sonar motorizado que busque la perpendicularidad.



6



Técnicas de Percepción para RR

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

Ejemplos:

- Una **cámara** es un **sensor pasivo**.
- Una **cámara con flash** es un **sensor activo**.
- Una **cámara con motores** que le permitan realizar los movimientos de **pan** & **tilt** y con algoritmos que le digan cómo mover esos motores es **medición activa**.



Sensor activo (LEDs IR) con medición activa (motorizado)



Técnicas de Percepción para RR

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

- Un **sensor lógico** es una **unidad de medida** o **módulo** que **proporciona una percepción en particular**.
 - Incluye la **electrónica** y el **software** que acondicionan y concluyen un **resultado perceptual** concreto. Podría incorporar incluso diferentes técnicas implementadas y un **módulo de decisión** que le indicase el sensor y **tratamiento** más adecuado según las condiciones en las que se va a hacer la medida.
 - Podemos decir que es un **sensor virtual** manejado por las capas superiores del software, y que a bajo nivel puede estar implementado por uno o varios elementos.



Técnicas de Percepción para RR

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

- Un mismo **sensor físico** puede ser empleado dentro de **distintos esquemas de sensor lógico**, y cada uno de ellos podría tener diferente función... para comportamientos reactivos diferentes.
 - Ejemplo, un sensor de distancia físico, se puede usar en un comportamiento en el que se busque rodear obstáculos, y en otro en el que por una distancia mínima se trate de evitar un impacto.



Técnicas de Percepción para RR

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

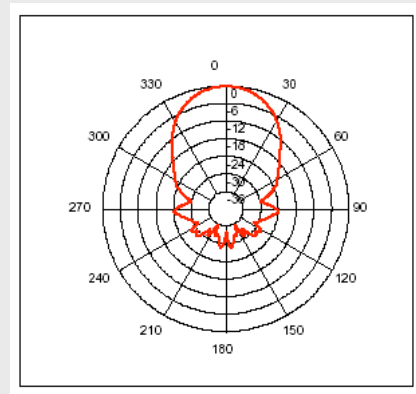
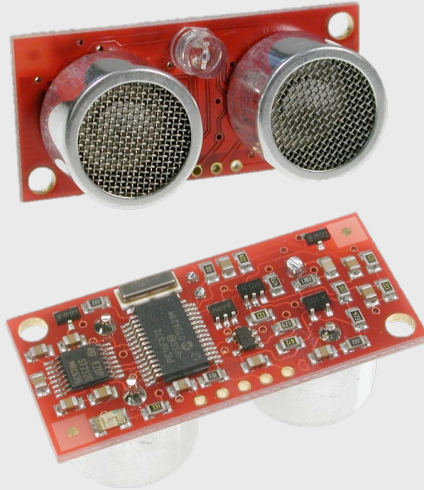
- La capa de software puede filtrar valores anómalos o erróneos del sensor físico, para mejorar la calidad de la medida.
- El sensor lógico podría, por ejemplo, si así se diseña, responder siempre a una consulta de forma inmediata, si bien, internamente, el sensor o sensores físicos que lo implementen no tengan esa velocidad de respuesta inmediata: La capa de software podría realizar cálculos para adelantar esta nueva respuesta, i.e., predecirla con los valores anteriores y/u otros sensores.
 - Por ejemplo, puede usar un sensor inercial para predecir una nueva medida de distancia de un sensor sonar en un robot móvil.



Técnicas de Percepción para RR

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

- Ejemplo: Sensor de distancia por ultrasonidos Devantech SRF08



Técnicas de Percepción para RR

Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

4.1 Introducción a la Percepción de los Robots

4.2 Fusión Sensorial

4.3 Selección de un conjunto de sensores

4.4 Bibliografía

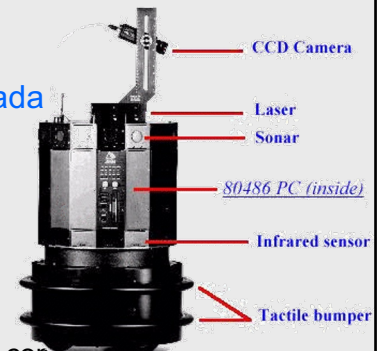
4.5 Ejercicio



Técnicas de Percepción para RR

4.2 Fusión Sensorial

- La **fusión sensorial** consiste en formar una sola percepción con la información proveniente combinada de distintos sensores (mismo tipo o no).
- Posibles objetivos de la fusión sensorial :
 - Redundancia**: Si son exactamente iguales. Sensores con ruido, duplicados o triplicados actuarían como si de un sistema de sufragio se tratase.
 - Complementariedad** entre unos y otros por orientación, tipo, zona, etc.
 - Coordinación** para obtener una percepción determinada.



13

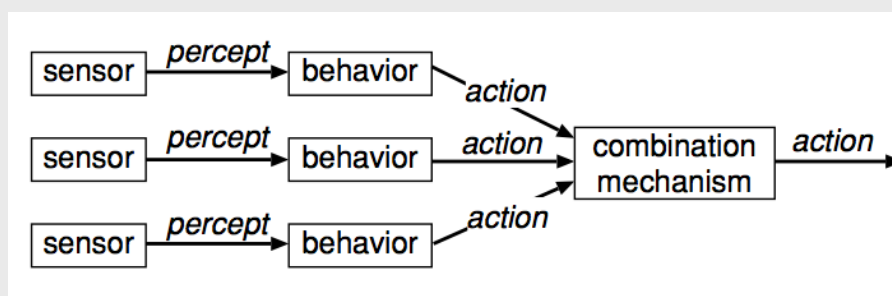


Técnicas de Percepción para RR

4.2 Fusión Sensorial

Tipos de Fusión Sensorial (I/III)

- Fusión de sensores**: Un mecanismo combina las acciones de los distintos comportamientos.



14

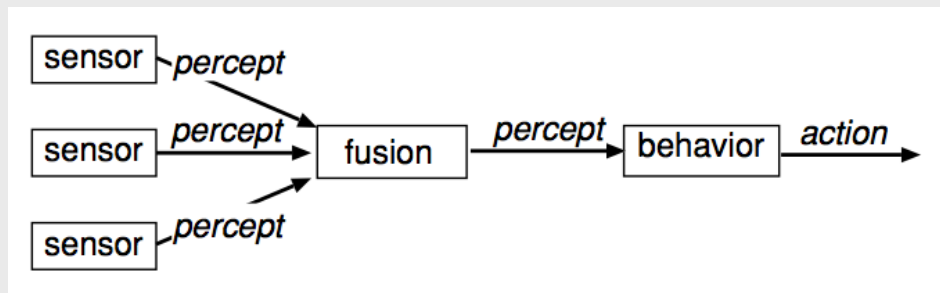


Técnicas de Percepción para RR

4.2 Fusión Sensorial

Tipos de Fusión Sensorial (II/III)

- Fusión sensorial orientada a acción:** Un mecanismo **fusiona la percepción** para obtener una única percepción, con la que se trabajará el módulo de comportamiento.



15

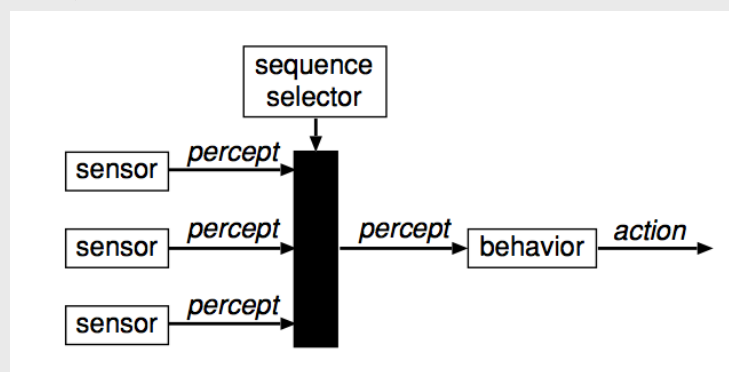


Técnicas de Percepción para RR

4.2 Fusión Sensorial

Tipos de Fusión Sensorial (III/III)

- Selección dependiendo del momento** (*sensor fashion*, R.C. Arkin): Igual que en la *Fusión Orientada a Acción*, pero **seleccionando, en vez de fusionando**, mediante un selector que decidirá qué percepción de las disponibles envía al módulo de comportamiento, en función de las circunstancias.



16



Técnicas de Percepción para RR



4.2 Fusión Sensorial

- La fusión sensorial se puede llevar a cabo también mediante mecanismos más complejos, es decir, **algoritmos** que internamente realicen cálculos de mayor complejidad para combinar elementos perceptuales y ofrecer finalmente una medida o percepción simple (aunque con tratamientos complejos detrás de su obtención).
- Uno de los posibles mecanismos de fusión sensorial con un procesamiento “no simple”, es la que se puede realizar mediante **lógica fuzzy**.

17



Técnicas de Percepción para RR



Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

- 4.1 Introducción a la Percepción de los Robots
- 4.2 Fusión Sensorial
- 4.3 Selección de un conjunto de sensores**
- 4.4 Bibliografía
- 4.5 Ejercicio

18



Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Cuando se diseña un robot, por ejemplo un robot móvil, se debe **seleccionar un conjunto de sensores**.
- Incluso considerando sólo robots móviles, el conjunto de sensores puede ser diferente **dependiendo de la aplicación** (Ej: GPS en exteriores y determinadas distancias vs. interiores o pequeñas distancias).
- Hoy en día, las posibilidades son grandes y económicas.
- Para que un robot se considere inteligente, debe tener un conjunto de sensores que le permitan implementar ese comportamiento inteligente.

19



Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- La información sensorial de un robot móvil inteligente puede ser:
 - **Medidas de propiocepción (*propioception*)**: Del robot relativas a una referencia interna. Ej: Codificador de posición de un motor.
 - **Medidas de exterocepción (*exteroception*)**: Del entorno, relativo a la referencia que es el robot. Por ejemplo, las tomadas con una cámara.
 - **Medidas de expropiocepción (*expropioception*)**: Del propio robot o sus elementos, relativos al mundo exterior como referencia. Ej: Ubicación.

20



Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Características o atributos de los sensores:

- Campo de visión y rango
- Precisión y resolución
- Respuesta en el dominio de uso: Relativo a la adecuación de uso de un sensor, sus características, cómo le afecta el ruido, etc., en cada entorno o en el que se va a usar
- Potencia que consume
- Fiabilidad del hardware: Considera sus límites físicos de trabajo, tensiones, temperaturas, etc.
- Tamaño y cuestiones de mecanización.
- Complejidad computacional para lectura: $O(n)$, $O(n^2)$, ...
- Fiabilidad de la interpretación: Muchos sensores tienen interpretaciones complejas, como por ejemplo una imagen de rayos X



21

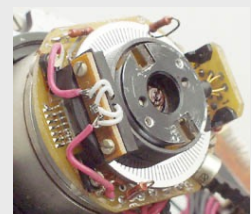


Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Ejemplos de sensores *propioceptivos*:

- Codificador de posición de un motor de tracción (*shaft encoders*): Permiten hacer precisos los movimientos y teóricamente, aproximar la posición del robot, lo que se ha desplazado, etc.
- Sistemas de navegación inercial (*Inertial Navigation Systems, INS*): Medida de los movimientos de robot electrónicamente. Son los acelerómetros y giróscopos.
- GPS (*Global Positioning System*): Computan longitud, latitud y altitud. GPS Diferencial. Galileo. Precisión variable.



22

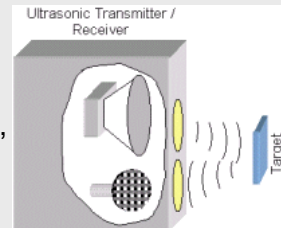


Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Ejemplos de sensores de proximidad o distancia:

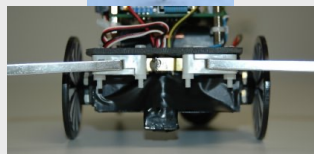
- **Sonar o ultrasonidos.** Sensor activo. Deben considerarse sus problemas relativos a la incidencia sobre la superficie, el tipo de superficie, retardo acústico, ángulo de incidencia, reflexión, etc.



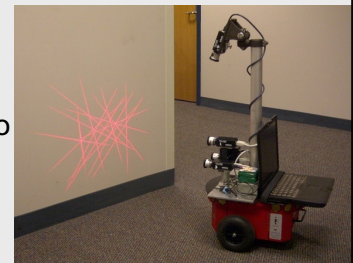
- **Infrarrojos:** Sensor activo.



- **Bumpers y feelers.**



- **Láser:** similar al sonar, pero con un haz láser. Mucho mas precisos y rápidos (pero caros).



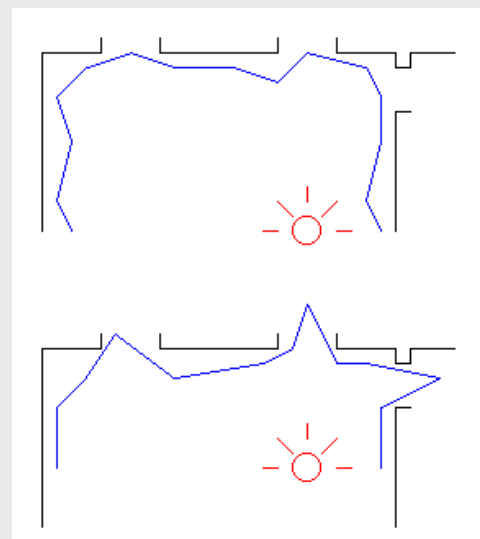
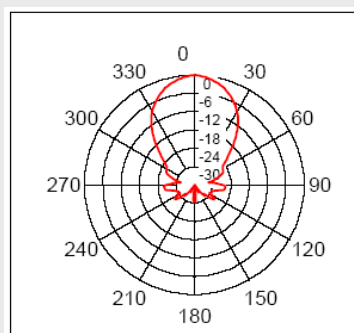
23



Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Derecha: descripción de un entorno obtenida por dos sensores diferentes de ultrasonidos.
- Abajo: Rango y apertura de un SRF02:



24

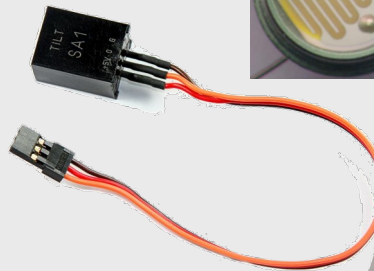
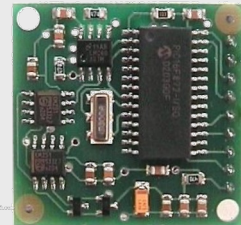
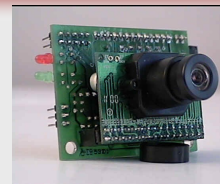


Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Otros sensores:

- Cámaras: Visión por Computador.
- Brújulas electrónicas,
- Humedad, presión atmosférica
- Temperatura,
- Luz,
- Humo,
- Gases,
- Olores,
- Tacto,
- Inclinación, Vibración (*tilt*), etc.



25

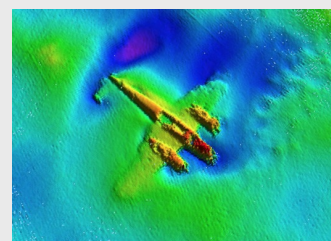
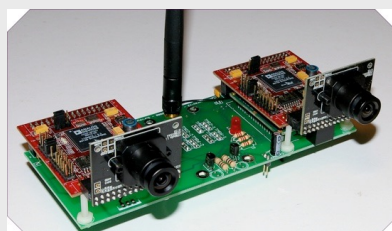


Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Extracción de distancias desde el sistema de visión:

- Humanos: Visión estereoscópica (triangulación)
- Robots:
 - Se puede obtener la estereoscopia con dos cámaras.
 - También se pueden usar sensores de distintos tipos, por ejemplo, de distancia recorriendo la imagen y añadiendo esa profundidad.
 - Adicionalmente, el tratamiento... detectando bordes, texturas, etc., puede añadir información que complemente a los sistemas anteriores.



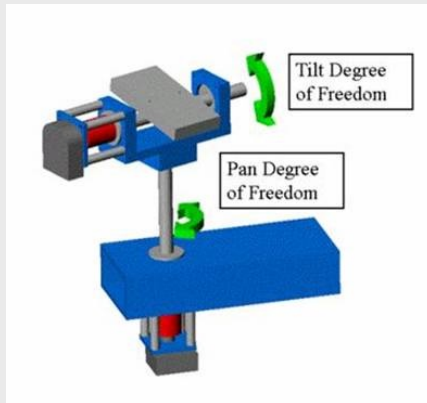
26



Técnicas de Percepción para RR

4.3 Selección de un conjunto de sensores

- Motorización de cámaras y sensores en general:



27



Técnicas de Percepción para RR

Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

- 4.1 Introducción a la Percepción de los Robots
- 4.2 Fusión Sensorial
- 4.3 Selección de un conjunto de sensores
- 4.4 Bibliografía**
- 4.5 Ejercicio

28

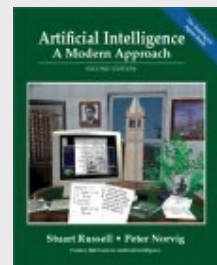
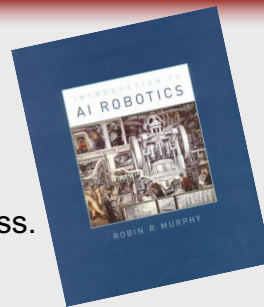


Técnicas de Percepción para RR



4.4 Bibliografía

- Introduction to AI Robotics, The MIT Press. R.R. Murphy.
- Behaviour based Robotics, The MIT Press, R.C. Arkin.
- Inteligencia Artificial, Un enfoque moderno. Prentice Hall. Russell y Norvig.



29



Técnicas de Percepción para RR



Tema 4: Técnicas de Percepción para Robots Reactivos

Índice:

- 4.1 Introducción a la Percepción de los Robots
- 4.2 Fusión Sensorial
- 4.3 Selección de un conjunto de sensores
- 4.4 Bibliografía
- 4.5 Ejercicio**

30



Técnicas de Percepción para RR



4.5 Ejercicio

- Se desea diseñar un conjunto de sensores para un robot que ayude a los bomberos buscando personas en edificios llenos de humo. Tenga en cuenta que:
 1. La visibilidad es reducida por el humo.
 2. El calor puede ser del fuego o de un humano: del fuego hay que huir, y al humano hay que ir.
 3. Puede haber obstáculos que absorban de muy diversas formas los ultrasonidos (distintos materiales).
- *¿Qué tipo de sensores harían falta y cómo se deberían usar? (No se centre en cómo se mueve el robot; sólo en los sensores)*