

# CUIA 21/22 - Tema 1: Introducción

## 1. Vivimos en un mundo digital

Hay cada vez más dispositivos digitales diseñados para asistir y automatizar tareas y actividades humanas y realzar la interacción con el entorno. En 2015-2016 el número de usuarios de dispositivos móviles supera al de sobremesa.

**Omnipresencia de dispositivos:** el entorno se va llenando de dispositivos digitales provistos de sensores capaces de percibir nuestra presencia y actuar en consecuencia. Para eso necesita múltiples sensores - pero no solo es importante la cantidad, sino la calidad.

**Múltiples sensores:** las redes inalámbricas facilitan la interconexión de dispositivos en el entorno

- Dispositivos + sensores + red inalámbrica -> interconexión de todos esos dispositivos (en cantidad y de calidad, o sea, con velocidad)
- Dispositivos + sensores + red inalámbrica + integración -> los dispositivos son más pequeños, baratos, fiables, eficientes...

**AALIANCE** (The European Ambient Assisted Living Innovation Platform) - Desarrollada a nivel europeo por el envejecimiento de la población. Estandarización e interoperabilidad de los principios para el AAL, automatización del hogar, telecomunicaciones, medicina...

*Las tecnologías más significativas son aquellas que desaparecen. Se entretienen en el tejido de la vida cotidiana hasta que no se pueden distinguir.*

Mark Weiser

The computer of the 21st century, 1991

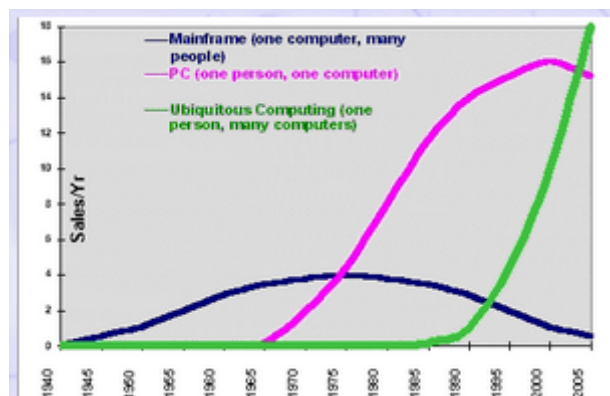
*Technology is anything that wasn't around when you were born.*

Alan Kay

## 2. Eras de la computación

Inversión de la multiplicidad (de un ordenador para muchos, a muchos ordenadores para uno):

1. **Mainframe:** un gran ordenador con el que interactuaban muchos usuarios
2. **PC:** un ordenador para cada usuario
3. **Computación Ubicua:** muchos ordenadores usados por una persona



### 3. Computación ubicua

#### Definiciones

- *Visión de la tecnología futura que estará siempre disponible, frecuentemente monitorizando o anticipándose a las necesidades del usuario, incluso cuando el usuario no es consciente de la existencia de dicha tecnología.* -- Mark Weiser
- *Omnipresencia de computadores muy pequeños interconectados sin cables que se incrustan de forma casi invisible en cualquier tipo de objeto cotidiano.* -- Friedman Mattern

Sinónimos:

- Computación pervasiva
- Things that think
- Calm technology
- Everywhere

#### Dos dimensiones fundamentales: movilidad e integración

- **Movilidad** - capacidad de llevar con nosotros los objetos computacionales
- **Integración** - los dispositivos computacionales están embebidos en objetos cotidianos

	Movilidad baja	Movilidad alta
Integración alta	Computación pervasiva (ideamos un aula inteligente, pizarra, luz, pupitres... pcs por todos lados, pero el aula es un único sitio)	Computación ubicua (Todos los entornos integrados, o sea, salimos del aula inteligente a un pasillo inteligente, facultad inteligente... no es que me sigan los dispositivos, sino que no salgo del entorno)
Integración baja	Computación clásica (tengo un pc, el pc es un pc, si quiero usarlo tengo que ir al despacho)	Computación móvil (tengo un móvil que llevo donde quiero, el móvil es un pequeño pc)

#### Propiedades básicas de la computación ubicua

##### 1. Computadores interconectados, distribuidos y accesibles de modo transparente

- Múltiples sistemas computacionales interconectados. Son:
  - Heterogéneos
  - Conectados o desconectados en cualquier momento
  - Diseñados para descubrir y acceder a nuevos servicios

En conjunto se comportan como si fuese un único sistema, de forma que el usuario percibe un único sistema computacional.

##### 2. Interacción hombre-máquina (HCI) más natural

- HCI: disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para ser usados por personas, y con el estudio de los fenómenos más importantes que están involucrados. Para hacerla más natural, HCI implícita.
- HCI implícita: hacer desaparecer los elementos de la tecnología (ej. gafas y monturas)
  - Calm computer, no entra en conflicto con el entorno. Esta percepción cambia con la sociedad (ej. Antes ver a alguien caminando por la calle hablando solo con una mano en la oreja nos haría creer que está loco, ahora es simplemente un tío hablando por teléfono. No es precisamente un calm computer, pero sirve para ilustrar lo de que la percepción cambia con el tiempo).

### 3. Computadores conscientes del contexto

- El sistema percibe el contexto y modifica su comportamiento de forma adecuada ¿Cómo percibimos el contexto? Mediante sensores

Propiedades adicionales deseables son:

#### 1. Trabajo autónomo de los computadores

- Autonomía: propiedad de un sistema que le permite tener control de sus propias acciones. Realizan acciones que les permitan...
  - Cumplir con unos objetivos (*policy*)
  - Alcanzar o dirigirse a unos objetivos (*goal*)

Reducción de intervención humana = reducción complejidad percibida

- A veces la necesidad intervención humana es un cuello de botella (ej. conducción autónoma, se cruza un peatón)
- Cuestiones:
  - El usuario no percibe el sistema = El usuario no sabe si está funcionando.
  - El usuario no sabe por qué el sistema hace algo.
  - Aumento de la dependencia, las cosas las hace la máquina y no yo. En caso de fallo no sé hacerlas.

#### 2. Toma de decisiones inteligente

- La inteligencia artificial no es imprescindible, pero puede jugar un papel muy importante al determinar:
  - Interacción hombre-máquina
  - Consciencia de contexto
  - Autonomía

## Errores comunes sobre la computación ubicua

- Hay una sola definición precisa de Computación Ubicua
  - Más que la definición, tenemos que entender el concepto y aplicarlo correctamente, con una visión o con otra: cada concepto nos va a llevar a una definición y unas propiedades distintas
- Lo ideal es que se cumplan por completo las 5 propiedades
  - Habrá casos en los que sobre alguna, o no se cumplan al 100%

- Ej. HCI más natural - el ejemplo al 100% de naturalidad sería interacción cerebro-máquina, lo cual no solo plantea problemas (éticos y tecnológicos), sino que puede ser muy variable (imagina que pienso que tengo que pulsar un botón la semana que viene, pero la máquina detecta que estoy pensando en el botón y lo pulsa) .

No siempre necesitamos el máximo de naturalidad, en tareas simples una forma muy explícita es más natural que liarla parda para hacerla menos "machine-like".

- Los servicios ofrecidos deben tener siempre acceso ubicuo
  - Ej. En este aula, tiene sentido que el control de la luz se controle desde dentro de la misma. No tiene sentido controlar la luz del aula desde mi casa. Los servicios que ofrece el aula ubicua no tienen por qué ser ubicuos en el mundo.
- La computación sustituirá la interacción en los entornos físico y humano
  - Es trabajo moral de los desarrolladores no hacer dependiente al usuario de la tecnología

## 4. Smart DEI

Framework propuesto para el análisis y diseño de sistemas ubicuos. Define 3 patrones de diseño arquitectónico para sistemas de Computación Ubicua:

- **Dispositivos inteligentes:** se centra la atención en la interacción con el entorno virtual
  - Menos autónomos, más dependientes del usuario
  - Menos atención al entorno real, más atención al modo de uso
  - Suelen ser dispositivos personales
  - El dispositivo centra el control y UI
  - Alta movilidad con descubrimiento dinámico de servicios
- **Entornos inteligentes:** presencia de dispositivos muy ligados al entorno físico
  - Los dispositivos suelen centrarse en una sola tarea
  - Pueden diseñarse para anticiparse a la interacción del usuario
  - Actúan frecuentemente de modo autónomo
  - Pueden encontrarse en una ubicación fija o ser móviles
  - Su tamaño puede variar en función de la movilidad
- **Interacciones inteligentes:** modelos complejos de interacción entre servicios de software distribuido y hardware
  - Participación de múltiples entidades para alcanzar objetivos individuales o colectivos
  - Menos atención al contexto físico y más atención al contexto del usuario

# CUIA 21/22 - Tema 2: Redes de sensores

---

## 1. Sensores

**Sensor:** dispositivo (natural o artificial) que obtiene información de un objeto físico o un proceso. Son básicamente transductores que transforman un tipo de energía en otro

### Clasificación

Dependiendo de la necesidad de una fuente de energía...

- **Pasivos:** Perciben y miden una energía emitida por el entorno.  
Ej. Sensor de infrarrojos
- **Activos:** Necesitan actuar en el entorno para recibir una respuesta que medir.  
Ej. Sensor ecolocalizador

Dependiendo del método empleado para convertir las señales físicas en eléctricas...

- **Resistivos:** Miden cambios en la resistividad.  
Ej. Sensor de temperatura
- **Capacitivos:** Miden cambios en la capacidad.  
Ej. Sensor de movimiento
- **Inductivos:** Miden cambios en la fuerza electromagnética inducida.  
Ej. Sensor de fuerza
- **Piezoeléctricos:** Miden la respuesta de materiales piezoeléctricos.  
Ej. sensor de presión

## 2. Redes de sensores

Red de ordenadores equipados con sensores que miden algunas propiedades del entorno.

### Características

- Ordenadores muy pequeños (nodos) con el hardware mínimo imprescindible
  - Suele haber un número alto de nodos
  - Distribuidos en un entorno que puede ser hostil
    - No limitar los entornos inteligentes a las estructuras (Ej. un olivar puede ser un entorno inteligente)
    - El entorno hostil factor determinante - no puedo garantizar la calidad de los nodos o de la red. No puedo poner todas mis esperanzas en que un determinado nodo esté bien
  - Algunos componentes se incorporarán solo a algunos nodos para reducir costes
  - Es importante que el consumo energético sea reducido
  - Autónomo, de operación desatendida y adaptable a cambios en el entorno

- El nodo debe poder funcionar autónomamente, sin precisar de otros nodos, y adaptarse a los nodos que queden vivos a su alrededor
- Conexión inalámbrica entre los nodos (WSN)
  - Las conexiones entre nodos no están planificadas de antemano sino que surgen espontáneamente (instalación muy fácil)
  - No se pueden planificar "sobre el papel", bien sea por entorno hostil; o bien sea porque los sensores no se mantienen fijos en el espacio. No podemos plantear con qué nodos se va a comunicar otro nodo.
    - Esto plantea que el nodo debe descubrir con qué nodo se puede comunicar
    - Aunque existe una estación base, varios nodos más deben tener capacidad de transmitir los datos fuera de la red
- El objetivo de la red es captar y transmitir mediciones de algunas propiedades físicas
  - La red no realiza procesamiento de los datos captados
  - Uno de los nodos de la red (sumidero/estación base) realizará la función de transmitir los datos fuera de la red

## Objetivos de diseño

- **Reducción del tamaño** de los nodos para facilitar su distribución y reducir su costo y consumo
- **Reducción del costo del nodo** ya que son muy numerosos, están muy expuestos y no suelen ser reutilizables
  - Nodo que usamos, nodo que perdemos, seguramente no lo vamos a recuperar
- **Reducción del consumo energético** para alargar su vida útil, ya que el reemplazo o recarga de las baterías suele ser difícil o imposible
- **Autoconfiguración de los nodos** ya que suelen distribuirse sin una planificación previa y están sujetos a cambios en la topología de la red
- **Escalabilidad en los protocolos de red** para hacer frente a redes de decenas, cientos o miles de nodos
- **Adaptabilidad** para hacer frente a cambios en la topología de la red
- **Fiabilidad** en el envío de los datos de los sensores a través de canales con ruido y sujetos a fallos
- **Tolerancia a fallos** para que la red sea capaz de superar condiciones adversas de nodos que fallan
- **Seguridad** para prevenir el uso no autorizado de la información
- **Aprovechamiento del canal**, que suele disponer de un limitado ancho de banda
- **Soporte de QoS** para un correcto tratamiento de la latencia y la pérdida de paquetes en función de las aplicaciones

Dependiendo del ámbito de aplicación, pueden hacerse algunas consideraciones:

- En algunos entornos puede ser más provechosa una comunicación/alimentación cableada (Ej. en una casa)
- Los sensores no tienen por qué estar estáticos (aunque es lo más habitual)
  - Ej. Redes de sensores corporales obteniendo información de parámetros biométricos, crowdsourcing obteniendo información de comunidades de individuos

### 3. Componentes redes de sensores

#### Nodo sensor

- Microcontrolador
- Emisor/receptor de comunicaciones (frecuentemente inalámbricas)
- Sensor (excepto en nodos exclusivos de comunicaciones)
- Memoria externa
- Batería
- Adaptador para la programación
- Carcasa protectora (en función de la localización)

#### Sistema Operativo

Muy ligero, su función es la de permitir a las aplicaciones interactuar con el hardware, planificar y priorizar tareas y gestionar eficientemente los recursos

- Contiki
- SOS
- TinyOS
- MANTIS
- Nano-RK
- LiteOS

#### Comunicaciones

Comunicación mediante ondas electromagnéticas

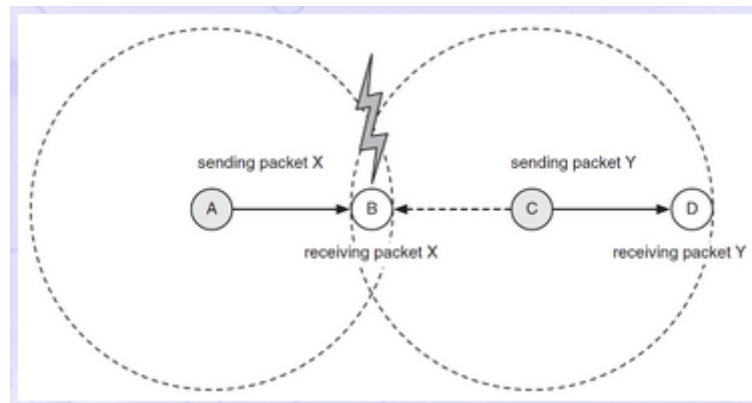
- Modulación / Desmodulación de la señal para transmitir información
  - Amplitud
  - Frecuencia
  - Fase

Las ondas se ven afectadas por diversos tipos de distorsión:

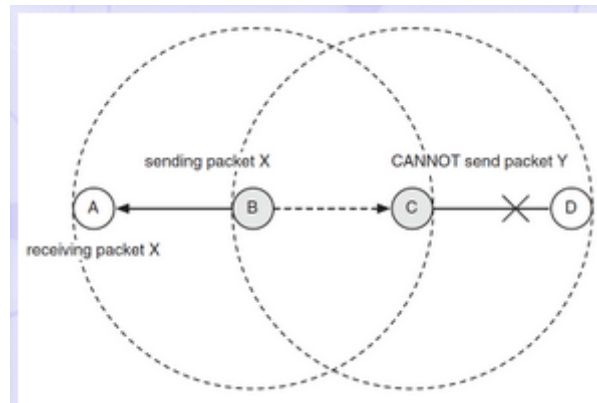
- **Atenuación:** degradación, pérdida de energía con la distancia
  - Más grave en la señal digital que la analógica - por eso para larga/media distancia se transmiten señales analógicas
- **Reflexión y refracción:** el medio por el que se transmite la onda magnética cambia de un medio a otro y sufre alteraciones
- **Difracción:** "rendija"
- **Efecto Doppler**
- **Ruido electromagnético:** perturbación provocada por fuentes naturales
- **Interferencias:** perturbación provocada por fuentes externas

Problemas con las redes inalámbricas:

- **Nodo oculto**



- **Nodo expuesto**



## Protocolos de acceso al medio (MAC)

- **Objetivos:**
  - Escalabilidad
  - Minimizar colisiones
  - Minimizar overhearing
  - Minimizar esperas para recibir datos
  - Minimizar transmisión de metadatos
  - Minimizar consumo energético
  - Minimizar retraso
  - Maximizar rendimiento

Existen tres tipos:

- **Con disputa:** los nodos compiten entre sí por el control del medio
  - ALOHA
  - CSMA
  - MACA
  - MACAW
- **Sin disputa:** se planifica cómo se va a establecer el uso del canal
  - Planificación estática
    - **Acceso múltiple por división de frecuencias FDMA:** bajo rendimiento
    - **Acceso múltiple por división temporal TDMA:** no hay colisiones pero las esperas son altas
    - **Acceso múltiple por escucha de portadora CDMA:** hay colisiones y elevado consumo de energía. Problemas de nodo oculto y expuesto en redes inalámbricas
    - **ZigBee** (IEEE 802.15.4): orientado a dispositivos de bajo consumo. Comunicaciones a través de un coordinador PAN.



- Planificación dinámica
  - Paso de testigo
  - Votación
  - Sistema de reservas
- **Híbridos**

Algunos protocolos más adaptados a redes de sensores en los que se establecen periodos de descanso

- **Sensor MAC (SMAC)**
  - Cada nodo planifica sus momentos de actividad y reposo
  - Los nodos difunden sus planificaciones al entrar en reposo y al activarse
  - Cada nodo va adaptando su planificación para sincronizar con la de los nodos vecinos
- **Berkeley MAC (BMAC)**
  - Empleo de preámbulos suficientemente largos
  - Alto overhearing y susceptible a ataques por privación de sueño
- **X-MAC**
  - Envío de varios paquetes de preámbulo con información del destino
  - Menor rendimiento
- **BoX-MAC**
  - No necesita sincronización, esperas reducidas y bajo consumo

## 4. Gestión de enlace

En una red de sensores inalámbrica, los enlaces son:

- Poco fiables
- Asimétricos
- Muy variables en el espacio y tiempo

En una red de ordenadores se busca que los paquetes emitidos lleguen al receptor:

- Sin errores
- En el orden adecuado
- Sin duplicados
- Sin pérdidas

Pero en una red de sensores los duplicados y el orden no son parámetros muy relevantes, por lo que el objetivo es:

- Sin errores
  - Prevención de errores
  - Corrección de errores
- Sin pérdidas

## Detección de errores

Los enlaces son propensos a error porque son muy cambiantes. Por eso usamos código detector de errores.

- Cuando el receptor recibe el paquete comprueba si hay errores - si los hay, manda un paquete de vuelta y se le vuelve a enviar el paquete original
- Pero, si no llega a su destino se pierde el paquete? El receptor espera eternamente, el emisor espera eternamente... se le pone un timeout
  - Si se alcanza, se da por perdido el paquete y se vuelve a enviar
- Y si lo que se pierde es el paquete de confirmación? timeout

Que los paquetes lleguen con identificadores duplicados o desordenados no nos preocupa tanto, porque los paquetes mandados por una red de sensores no suelen dividirse en varios paquetes - así que nos centraremos más en que no haya pérdidas ni errores

## Enrutamiento

¿Cómo encaminar una transmisión hasta el destino?

- Requisitos
  - Eficiencia energética
    - Puede haber nodos en reposo
  - Flexibilidad
    - Nuevos nodos, nodos que fallan, enlaces cambiantes.

Mecanismos básicos de enrutamiento:

- Broadcast: un nodo envía datos a todos los nodos de la red
- Unicast: un nodo envía datos a otro nodo de la red
- Multicast: un nodo envía datos a múltiples destinatarios
- Convergecast: todos los nodos envían datos a un destinatario. Los datos de varias fuentes se van mezclando por el camino

La diferencia entre un unicast desde todos los nodos hacia la base, y un convergecast es que convergecast va acumulando de abajo a arriba, así que es más eficiente enviar los paquetes acumulados que uno por cada nodo.

## Métricas para el enrutamiento

- **Tradicionales:**
  - Distancia geográfica: entonces los nodos necesitan un gps o algún modo de poder ubicarlos, se pueden generarse bucles en la red de nodos... Muy costoso y no tan práctico.
  - Número de saltos: calculamos al principio y periódicamente. Pero los saltos pueden ser muy grandes; además, el hecho de que los nodos se pueden mover cambiaría los resultados. Tampoco tiene en cuenta el estado actual de las conexiones entre los nodos.
  - Número de retransmisiones
  - Tiempo
  - QoS (rendimiento, latencia, jitter)
- **Basadas en la energía:**
  - Mínima energía consumida por paquete

- Máximo tiempo antes de partición de la red
- Mínima variación en energía de los nodos
- Máxima capacidad de energía
- Mínima capacidad de energía

Opciones de enrutamiento:

- Flooding. Envío del paquete a todos los nodos de la red.
- Enrutamiento basado en localización.
- Difusión dirigida (Ej. Collection Tree Protocol)
- Enrutamiento basado en gradiente

## 5. WSN grandes

El envío de datos a la estación base puede ser muy costoso

- Soluciones
  - Agregar los datos sobre la marcha
  - Reducir los datos generados por cada nodo
  - Descomponer la red en subredes (clustering)
    - Clustering aleatorio
    - Múltiples nodos base
    - Clustering geográfico

## Procesado y agregación de datos en WSN grandes

Objetivo: aprovechar al máximo el uso del canal

- Compresión de varios paquetes en uno solo
- Agregación y resumen estadístico de datos
- Compressive sensing para toma de muestras al azar y no continua

## Sincronización

Dos tipos:

- Sincronización externa
- Sincronización interna
  - Lightweight Tree Synchronization
  - Reference Broadcast Synchronization
  - No Time Protocol

## Localización

A tener en cuenta...

- Precisión
- Coste
- Interior / exterior

Posibles opciones:

- Triangulación: necesita 2 puntos de referencia

- Necesita antenas direccionales para percibir la dirección
- Trilateración: necesita 3 puntos de referencia
- Localización basada en saltos
- Punto en triángulo

# CUIA 21/22 - Tema 3: Interacción hombre-máquina

---

## 1. HCI

- **Interacción:** bidireccional, diversos tipos de interacción.
- **Hombre:** uno o varios usuarios de diversas capacidades físicas y mentales. Interacción cooperativa o competitiva.
- **Máquina:** cualquier elemento con capacidades computacionales, una o varias máquinas participando en la interacción. Interacción unidireccional o bidireccional.

Interacción hombre-máquina, definición:

*Disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para ser usados por personas, y con el estudio de los fenómenos más importantes que están involucrados.*

La HCI es un campo multidisciplinar:

- **Informática:** diseño de aplicaciones y sus interfaces
- **Psicología:** teorías de procesos cognitivos y análisis empírico del comportamiento humano
- **Antropología:** interacción entre tecnología, trabajo y empresa
- **Sociología:** fenómenos colectivos producidos por la actividad social de los seres humanos
- **Diseño industrial:** creación de productos interactivos

## Historia de la HCI

- Años 60 - En los inicios de la computación no había interacción propiamente dicha entre el usuario y el ordenador
- Años 70 - La aparición de los monitores junto con el uso del teclado aceleran el intercambio de información con el usuario, pero la interacción aún es muy pobre:
  - Interfaces no ergonómicas y mal diseñadas
  - Interfaces difíciles de usar y aprender
  - Cada aplicación dispone de su propia interfaz
- Años 80 - Los ordenadores personales acercan la computación a muchos usuarios, y la existencia de muchos usuarios con habilidades limitadas demanda la creación de interfaces más simples y eficientes:
  - Primeros estudios formales sobre HCI
  - La UI clásica va dando paso a la GUI
    - Codificación verbal y espacial de la información en menús
    - Acciones ejecutadas en la misma pantalla usando el ratón = Mejor realimentación
- Años 90 - El diseño de interfaces se convierte en una disciplina tratada científicamente
  - Importantes cambios en el diseño de las GUI
  - La interfaz se convierte en un sistema centrado en el usuario
- Los 2000 - HCI es vista como una interacción que se desarrolla en contextos sociales y de organización
  - Diferentes sistemas tratan de satisfacer las variadas necesidades humanas

- El componente humano se estudia según...
  - Psicología
  - Habilidades
  - Limitaciones físicas

## HCI moderna

Se consideran las características del ser humano que influyen en la interacción:

- Limitadas capacidades de procesamiento de información
- Las emociones influyen en las capacidades humanas
- Los usuarios tienen capacidades comunes pero no debe ignorarse que son individuos distintos
- El ser humano emplea diversos canales de recepción y emisión de información
  - Imagen, sonido, háptica (tacto y el resto de sentidos)
  - Movimiento, actuadores en general
- La información se almacena en memoria
  - Corto plazo, largo plazo, episódica...
- La información es procesada
  - Razonamiento, resolución de problemas...

## 2. Interfaces de Usuario UI

La interfaz de usuario (UI) es el medio que permite al usuario comunicarse con el sistema. Un diseño pobre de la UI acarrea problemas. Un mal diseño...

- Ralentiza el aprendizaje
  - El usuario pasa mucho tiempo entendiendo el funcionamiento
- Hace que el usuario cometa más errores
  - Esto puede no ser admisible en sistemas críticos
- Dificulta el uso
  - La UI fuerza al usuario a hacer tareas de un modo que puede no ser deseable
  - El usuario debe entrenar en el nuevo modo de realizarlas, reduciendo así su productividad
- Reduce las ventas

Una UI es efectiva si es:

- Útil - Capacidad para realizar una tarea que el usuario necesita
- Usable - La interacción se realiza de modo fácil, natural y seguro
- Usada - De nada vale el sistema si no se usa
  - Debe enriquecerse la experiencia del usuario haciendo el sistema atractivo

## 3. HCI explícita

Pone al usuario en el centro del proceso, es él quien controla las operaciones del sistema.

La existencia de múltiples dispositivos puede hacer que el usuario se abrume por tantos sistemas que controlar. Aunque la UI de todos los dispositivos esté bien diseñada, el uso en un ambiente de computación ubicua es complejo porque...

- Hay que realizar tareas que involucran a varios dispositivos
- Los dispositivos pueden ser usados por distintos tipos de usuarios
- El usuario puede afrontar varias actividades a la vez
- Las actividades pueden desarrollarse en múltiples entornos físicos
- Las actividades pueden estar compartidas
- A veces es necesario parar o retomar una actividad

## 4. HCI implícita

Acción llevada a cabo por el usuario cuyo objetivo principal no es interactuar con el sistema pero que el sistema interpreta como una entrada.

En la HCI explícita, el usuario tiene que tener un modelo mental del sistema para interactuar con él (H2C), mientras que en la implícita es la máquina la que tiene un modelo de usuario, contexto humano (C2H).

### Modelo de usuario

El modelo de usuario representa el contexto del usuario, es decir, las características del usuario que interactúa con el sistema.

Criterios en el diseño del modelo de usuario:

- Adquisición implícita o explícita
- Modelo de usuario o modelo de tipo de usuario
- Modelo estático o dinámico
- Modelo genérico o específico de aplicación

Las dificultades que nos podemos encontrar al crear el modelo de usuario son:

- Puede ser muy complejo determinar el contexto humano
  - Razonamiento cualitativo del usuario
  - El usuario puede estar indeciso
  - No determinismo del individuo
  - No determinismo en el entorno
- La determinación del contexto humano puede distraer al usuario o ser imprecisa
- El sistema puede necesitar bastante tiempo para construir un modelo de un usuario

## Interfaces de usuario en un sistema de computación ubicua UUI

¿Cómo deben ser las interfaces de usuario en un sistema de computación ubicua (UUI)?

- **Grata**
  - El aprender un nuevo UUI no debería obligar a aprender una nueva actividad o un lenguaje complejo
- **Sin distracción**
  - No se debe solicitar constante atención sobre el UUI
  - El funcionamiento desatendido debe ser la norma, no la excepción
- **Respeto por el flujo cognitivo**
  - El sistema debe permitir al usuario centrarse por completo en la tarea que desea realizar
- **Menos manuales**
  - No se debe forzar al usuario a leer un manual de uso del UUI

- Debe usarse la experiencia como mecanismo de aprendizaje
- **Transparencia**
  - No forzar al usuario a mantener en mente el estado de la aplicación para poder usar la UUI
- **Sin estados ocultos**
  - Se debe evitar que el sistema responda distinto a los mismos estímulos en función de algún estado oculto
- **Reducir el miedo a la interacción**
  - El miedo a hacer algo mal asusta a los usuarios
  - Es conveniente disponer de mecanismos sencillos para deshacer acciones
- **Notificaciones**
  - La información suministrada al usuario puede integrarse en interacciones con su entorno físico
- **Interacción natural**
  - La UUI debe dar soporte a acciones habituales de un usuario contemplando diversos sentidos humanos y diversos mecanismos de interacción
- **Acciones por defecto**
  - Una buena UUI debe aprovecharse de la información que conoce y la que puede deducir

## Nuevas interfaces de usuario

- **Interfaz en superficie (SUI, Surface UI):** se apoyan en superficies autoiluminadas que incorporan los mecanismos de control necesarios.
  - Diversos tamaños, desde dispositivos del tamaño de la palma de la mano a dispositivos grandes como una pizarra
- **Interfaz tangible (TUI, Tangible UI):** integra representación y control en el mismo objeto físico
  - Se reduce la distancia entre el mundo real y el virtual
  - El usuario interactúa principalmente mediante gestos realizados sobre un objeto real
  - No se diferencia entre dispositivos de entrada y de salida
- **Interfaz ambiental (AUI, Ambiental UI):** no disponen de entrada de datos, sino que las entradas se infieren del contexto
  - La salida de datos se integra en el entorno
  - La información se presenta en la periferia de nuestra atención pero puede traerse a nuestro foco de atención bajo demanda
  - La influencia sobre el usuario es mucho más transparente



# CUIA 21/22 - Tema 4: Consciencia del contexto

---

## 1. Contexto

La comunicación directa entre humanos se enriquece con información del entorno ¿Qué tipo de información del entorno usamos?

En la computación clásica los dispositivos no entienden el lenguaje natural ni son capaces de reconocer una situación a partir de los datos del entorno. Esto obliga a suministrar explícitamente dicha información al ordenador.

El suministro explícito de información rompe con la transparencia que deseamos en un sistema de computación ubicua - pero si olvidamos por un momento esa transparencia, y la suministramos de forma explícita, la comunicación user-máquina está muy lejos de la comunicación entre humanos. ¿Cómo podemos mejorar esa deficiencia?

- Mejorando el lenguaje que los humanos pueden usar para comunicarse con el ordenador
  - El objetivo es una comunicación más natural
  - Puede combinar lenguaje verbal y gestual
- Usar el contexto de un modo implícito para enriquecer la comunicación entre humano y computador
- ¿Qué elementos del contexto emplearía el ordenador?
  - Expresiones faciales
  - Hechos recientes
  - Existencia de otras personas cerca
  - ...

Contexto: "Cualquier información que puede ser usada para caracterizar la **situación** de una entidad. Una entidad es una persona, objeto o lugar que se considera relevante para la interacción entre usuario y aplicación, ambas incluidas."

A.K. Dey 2001

Situación: es el resultado de agregar los datos de contexto, por lo que se encuentra en un nivel más alto de abstracción.

"Descripción de los estados de las entidades relevantes"

A.K. Dey 2001

## Tipos de contexto

Para cada situación unos tipos de contexto serán más útiles que otros

- Físico: fenómenos o medidas del mundo físico
- Humano: características de los usuarios
- Virtual: servicios disponibles

Algunos tipos de contexto suelen ser más importantes:

- **Localización:** ¿Dónde ocurre?

- **Identidad:** ¿Quién participa?
- **Tiempo:** ¿Cuándo ocurre?

La situación es una descripción de **qué** está pasando

## Categorías de contexto

- Primario
  - Más importante que el secundario
  - Ej. localización, tiempo, identidad
- Secundario
  - Se puede deducir a partir del primario
  - Ej. distancia, relaciones

## 2. Consciencia del contexto

Un sistema es consciente de contexto si usa el contexto para suministrar servicios o información relevante al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario

¿Qué acciones realiza un sistema consciente del contexto?

- Presentación de información y servicios
  - Por ejemplo un portátil que muestra las impresoras cercanas
- Ejecución automática de servicios
  - Por ejemplo la emisión de un aviso cuando un amigo se encuentra cerca

## Propósito

Una aplicación consciente de contexto usa el contexto para entender el propósito del usuario y así actuar apropiadamente.

Ej. Consciencia de contexto y propósito: un visitante de un museo lleva un rato detenido delante de una de una obra inspirada en la ciudad de Granada.

El sist analiza el contexto y puede ofrecerle al visitante más información sobre la ciudad, sobre el artista...

El visitante realmente lleva un rato parado hablando por teléfono con un amigo, delante de una obra que no le interesa

Aquí es dónde entra el propósito, el sistema debe usar el contexto (ej. está realmente el visitante mirando la obra?) para conocer su propósito

Necesitamos más información de contexto para una mejor determinación del propósito del usuario. La aplicación debería estimar un grado de certeza acerca del propósito que ha estimado

## Inferencia contextual

Proceso mediante el cual un sistema consciente de contexto obtiene datos del entorno y determina la **situación** en la que se encuentra el usuario. Dicha situación se empleará para inferir el **propósito** del usuario

### 3. Representación del contexto

#### Requisitos

- **Heterogeneidad**
  - Múltiples fuentes de información con diversas frecuencias de actualización y nivel semántico.
    - Sensores, bases de datos, perfiles de usuario...
- **Movilidad**
  - La información contextual será empleada en aplicaciones móviles
  - La aplicación empleará información procedente de fuentes móviles
  - La información contextual deberá adaptarse al entorno cambiante
- **Relaciones y dependencias**
  - Se deben capturar las relaciones existentes entre los distintos datos del contexto
  - Una de las relaciones es la de dependencia, cuando entidades o hechos dependen de otra entidad contextual
- **Tiempo**
  - Puede ser necesario acceder a datos pasados o estimar futuros estados
  - La frecuencia con que se producen cambios puede dificultar su gestión
- **Imperfección**
  - La información contextual puede ser de calidad variable debido a su naturaleza heterogénea
  - Los sensores tienen una precisión limitada
  - Podemos encontrarnos con datos incorrectos o incompletos
- **Razonamiento**
  - La información contextual se usará para tomar decisiones
  - Es importante la eficiencia computacional de las técnicas de razonamiento usadas
- **Usabilidad de formalismos de modelado**
  - Los diseñadores crean modelos que les permiten manipular la información del contexto
  - Los formalismos de modelado facilitan la traducción de conceptos del mundo real en modelos y su posterior uso
- **Suministro eficiente de contexto**
  - Los modelos grandes con muchos elementos necesitan un acceso eficiente al contexto.

#### Formas de representación del contexto

- **Pares clave/valor**
  - Pros: Muy fácil de gestionar
  - Contrás: Pobre expresividad, poco eficiente, problemas con valores ausentes y atributos multivaluados
- **Lenguaje de marcado**
  - Pros: Capaz de gestionar información incompleta y heterogénea, acceso a la información mediante un lenguaje de consulta
  - Contrás: Débil formalismo
- **Grafos**
  - Pros: Más expresivo que los pares clave/valor y el lenguaje de marcado
  - Contrás: Gestión de información incompleta, soporte de modelos distribuidos

- **Lógica**
  - Pros: Fuerte formalismo, expresividad en la estructura
  - Contrás: Gestión de datos incompletos, inciertos y heterogéneos, estructurado simple
- **Ontología**
  - Pros: Estructurado expresivo, representación de información heterogénea
  - Contrás: Gestión de incertidumbre, escalabilidad

## Inferencia contextual

Con frecuencia la información contextual disponible no es suficiente y nos encontramos con problemas de **ambigüedad** e **incertidumbre**

### Ambigüedad contextual

- Origen:
  - Sensores defectuosos
  - Sensores con precisión limitada
  - Entornos sin sensores
  - Sistemas de inferencia contextual que no pueden alcanzar conclusiones precisas
- ¿Cómo actuamos ante ambigüedades?
  - Sistemas que suponen que el mundo no es ambiguo
  - Sistemas capaces de tratar con la ambigüedad

### Inferencia contextual

Hemos visto antes que a partir de los datos del contexto obtenemos la situación. ¿Cómo estimamos el propósito una vez inferida la situación? Tenemos dos alternativas

- **Sistemas basados en reglas:** la decisión de qué acción realizar ante una situación determinada viene dada por un conjunto de reglas
  - Pros:
    - Las reglas son fáciles de construir ya que el formato usado es homogéneo
    - Existen multitud de motores de SBR
  - Contrás:
    - Al añadir nuevas reglas pueden producirse conflictos entre reglas provocados por dependencias ocultas
    - Los sistemas con muchas reglas son difíciles de depurar
    - Las reglas son muy rígidas
- **Aprendizaje automático:** se recopila información de los tipos de situaciones que el usuario puede experimentar y cuál sería el propósito adecuado.  
Se emplean técnicas de aprendizaje automático para aprender la relación entre las situaciones y los propósitos.
- Aún es necesario inferir la situación a partir del contexto.
  - Pros:
    - Podría usarse aprendizaje automático para determinar el propósito directamente del contexto.
  - Contrás:
    - El aprendizaje puede ser muy lento y necesitar muchos datos
    - Las relaciones aprendidas pueden ser muy difíciles de depurar

- Los resultados pueden no ser intuitivos para el desarrollador o el usuario final

### **Razonamiento con incertidumbre**

- Lógica difusa
- Lógica probabilística
- Redes bayesianas
- Modelos ocultos de Markov
- Teoría de la evidencia de Dempster-Shafer

## **4. Usuario final**

Hay dos aspectos que el desarrollador debe tener en cuenta

- **Inteligibilidad**
  - Puede ser difícil conseguir que el usuario entienda por completo el comportamiento de la aplicación por la comunicación implícita que se establece
    - Puede que el usuario no sepa que el sistema ha actuado
    - No siempre habrá un mecanismo para comunicar que se esté llevando a cabo una acción
    - En sistemas con aprendizaje automático se acentúa el problema porque no es habitual la generación de explicaciones
- **Control**
  - Las aplicaciones conscientes de contexto necesitan personalizarse para los usuarios y no funcionar para un "usuario estándar"
  - Debe permitirse al usuario controlar el modo en que va a comportarse la aplicación

## **Privacidad**

Los sistemas conscientes de contexto recopilan mucha información sobre los individuos

- Riesgo de que la información caiga en malas manos
- Riesgo de que la información se use en una situación no adecuada
- La interconexión casi global de dispositivos agrava las consecuencias de estos problemas
- Los desarrolladores deben tener muy en cuenta estos detalles para garantizar la privacidad

# CUIA 21/22 - Tema 5: Seguridad

En un sistema de Computación Ubicua gran cantidad de dispositivos recopilan, almacenan, procesan y comparten información. La seguridad del sistema está amenazada por problemas que afectan a...

- **Confidencialidad**
  - La información permanece accesible solo a quien esté **autorizado**
- **Integridad**
  - Modificaciones no **autorizadas** de la información no pasan desapercibidas
- **Disponibilidad**
  - El sistema ofrece su servicio cuando un usuario **autorizado** lo solicita

## 1. Identificación

En todo sistema existe un "usuario virtual" que representa los privilegios de un "usuario real". Solo dicho usuario real podrá ostentar los poderes de su usuario virtual.

En el proceso de identificación, el usuario real "reclama" los poderes de un usuario virtual.

Tras la identificación, el sistema debe verificar que el usuario virtual efectivamente representa los privilegios del usuario real que los reclama

Identificación → Verificación → Autorización

### Identificación/Verificación

El mecanismo clásico es el de la pareja usuario/contraseña

- Punto vulnerable si el atacante accede a la lista de contraseñas
  - Por ello se suele guardar solo un hash de la contraseña
- Susceptible a ataques de diccionario
- Existen mecanismos de fortalecimiento de las contraseñas
  - Incorporación de bits aleatorios (sal) junto a la contraseña como entrada al hash
  - Contraseñas de un solo uso  $P_n = f(P_{n-1})$
- Existen diversos protocolos de autenticación que trabajan con contraseñas (Ej. Radius y Kerberos)

Otros mecanismos para la identificación-verificación son claves hardware y tarjetas inteligentes; o parámetros biométricos como huella dactilar, retina, iris, voz, cara...

## 2. Confidencialidad

La confidencialidad se garantiza si la información permanece accesible solo a quienes están autorizados

$A \rightarrow m \rightarrow B$

Si C se encarga de velar por la seguridad ¿Debería poder ver el mensaje m?

## Mecanismos de confidencialidad

- Cifrado de mensajes
  - Principal mecanismo de protección de confidencialidad
  - Ya usado por el emperador romano Julio Cesar
  - Se debe parametrizar el algoritmo de cifrado y maximizar la privacidad de los parámetros usados (claves)
    - ¿Nos beneficia ocultar el algoritmo de cifrado? AES (Advanced Encryption Standard, uno de los algoritmos de cifrado más utilizados y seguros actualmente) fue elegido entre 15 candidatos que fueron puestos a prueba, es de acceso público.

En general, si el algoritmo es público damos banda a que la gente ponga a prueba el algoritmo, permitiendo que los puntos flacos sean detectados rápidamente por la comunidad y se corrijan. Si lo mantenemos privado, cuando se descubran esos puntos débiles (*when, not if*), se explotarán y no sabremos de dónde proviene la debilidad así que se tardará más en subsanarlos.
  - Algunas opciones de cifrado de mensajes:
    - Cifrado de bloque - Ej. AES
    - Cifrado de flujo - Ej. RC4
    - Cifrado simétrico - Ej. DES
    - Cifrado asimétrico - Ej. RSA
    - Cifrado híbrido - Ej. PGP

## Vulnerabilidades

La seguridad de un sistema de cifrado no debe recaer en la ocultación del algoritmo de cifrado sino en un espacio de claves suficientemente grande y una gestión adecuada de las claves

¿Cuáles son las vulnerabilidades de un sistema de cifrado? Los elementos susceptibles de presentar problemas son:

- Algoritmo
- Implementación del algoritmo
- Gestión de claves

Las vulnerabilidades habituales son:

- Errores en los protocolos
- Gestión incorrecta de claves
- Defectos de implementación
- Vulnerabilidades físicas

## 3. Integridad

Garantía de que las modificaciones no autorizadas de la información no pasarán desapercibidas. No se trata de evitar que se modifique la información, sino de detectar si ha sido modificada

## Mecanismos

Para garantizar la integridad tenemos varias alternativas:

- **HASH:** para fortalecer la integridad se añade a los mensajes información redundante que ayuda a detectar modificaciones.
  - MD5, SHA-1, Tiger, Whirpool

Un atacante podría modificar el mensaje y componer un nuevo código hash. El receptor no podrá advertir que el mensaje fue alterado.

- **Códigos de autenticación de mensaje (MAC):** códigos de detección de modificación parametrizados mediante una clave secreta.

El atacante no puede modificar el mensaje sin ser detectado, puesto que no conoce la clave usada en la generación del código detector. Para poder verificar la integridad, el receptor necesita conocer la clave.

- **Firma digital:** protocolo de clave pública/privada.
  - La clave privada se emplea para generar la firma que permite detectar modificaciones.
  - La clave pública permite **verificar la integridad y autoría del mensaje.**

Es recomendable separar las claves de cifrado de las claves de firma.

	¿Quién genera el código de detección?	¿Quién lo verifica?
<b>HASH</b>	Cualquiera, el algoritmo es público	Cualquiera, el algoritmo es público
<b>MAC</b>	Quien posea la clave	Quien posea la clave
<b>Firma digital</b>	Quien posea la clave	Cualquiera, el algoritmo y clave son públicos

1. Si **A** envía un mensaje **m** a **B** ¿Puede **B** convencer a **C** de que el mensaje es legítimo?
2. Si todos conocen la clave ¿Puede **C** confiar en que **B** no modificó el mensaje original?

## Condición de no repudio

Garantía de la integridad y autoría de un mensaje

**Pregunta en PRADO: La condición de integridad garantiza...**

1. ...que el mensaje no fue modificado -- FALSO, es imposible garantizarlo
2. ...que el mensaje no fue modificado por un usuario no autorizado -- FALSO, es imposible garantizarlo
3. ...que el mensaje no fue modificado por un usuario no autorizado sin que el receptor se percate de dicha modificación -- VERDADERO
4. ...que el mensaje solo puede ser leído por un usuario autorizado -- FALSO, nada que ver

RESPUESTA: 3



## 4. Disponibilidad

Garantía de que el sistema ofrece su servicio a un usuario autorizado cuando lo solicita. Cuando el sistema no es capaz de atender los servicios solicitados, se encuentra en una condición de **denegación de servicio** (DoS)

La condición de denegación de servicio se puede producir por:

- **Ataque al canal de comunicación:** los usuarios legítimos compiten con el atacante por el uso de un recurso limitado: el canal de comunicación.
  - ¿Cómo prevenir ataques al canal de comunicación?
    - **Técnicas de comunicación encubierta**
      - Emisión por canales cambiantes en función de una función pseudoaleatoria conocida por emisor y receptor. Válidas cuando se establece comunicación con clientes conocidos.
    - **Control de acceso plutocrático**
      - El cliente paga por uso del servicio
      - Se puede establecer un precio no uniforme
    - **Protocolo de puzzle**
      - El sistema ofrece al cliente una prueba que le requerirá cierto poder computacional para resolverla
      - Esto previene el saturar los recursos del sistema pero no previene los problemas de ataque al canal
- **Ataque a las baterías (tortura por privación de sueño):**
  - ¿Cómo prevenir tortura por privación de sueño?
    - Establecimiento de una reserva de recursos para usuarios legítimos
    - Establecimiento de cuota de uso

**Pregunta en PRADO: El panel de información del receptor de la ETSIT ajusta su funcionamiento para ofrecer información a quien la solicite (aunque no sean ni trabajadores del centro ni estudiantes) y por ello es necesario garantizar su disponibilidad. ¿Qué técnica podemos usar para garantizarla?**

1. Técnicas de comunicación encubierta para prevenir el agotamiento de las baterías -- FALSO, comunicación encubierta no tiene nada que ver con las baterías
2. Control de acceso plutocrático -- FALSO, la información es para quien la solicite, aunque no sea estudiante (es decir, no pague)
3. Técnicas de comunicación encubierta para prevenir ataques al canal de comunicaciones -- FALSO, aunque sí tiene que ver con el canal de comunicaciones, no es adecuado porque no conocemos los clientes que acceden
4. Todas las anteriores opciones son falsas -- VERDADERO

RESPUESTA: 4. En este caso, usaríamos el protocolo de puzzle

# CUIA 21/22 - Tema 6: Inteligencia artificial

---

La inteligencia es el término global mediante el cual se describe una propiedad de la mente en la que se relacionan habilidades tales como:

- Pensamiento abstracto
- Entendimiento
- Comunicación
- Razonamiento
- Aprendizaje
- Planificación
- etc...

La Inteligencia Artificial (IA) tiene múltiples definiciones, en las que se reflejan dos aspectos:

- **Resultado**
  - **Actuar** (interesa el resultado)  
vs  
**Pensar** (interesa cómo se obtiene el resultado)
- **Funcionamiento**
  - **Como un ser humano** (Funciona como lo haría un ser humano)  
vs  
**Racionalmente** (Funciona según una medida ideal de rendimiento)

Algunas definiciones de Inteligencia artificial:

*Automatización de actividades que asociamos con el pensamiento humano, actividades como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...*

Hellman , 1978

*Estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas que, por ahora, los humanos hacemos mejor.*

Rich y Knight, 1991

*Estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales*

Charniak y McDermott, 1985

Estudio del diseño de agentes inteligentes

Pool , 1998

*Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones **comparables** a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.*

R.A.E.

# 1. Agentes inteligentes

P.E.A.S :

- Se encuentran inmersos en un **Entorno**
- Perciben el estado del entorno mediante **Sensores**
- Utilizan una medida de rendimiento (**P**erformance)
- Trasladan al entorno sus decisiones mediante **A**ctuadores
  - Ej. Un conductor de taxi es un agente:
    - Entorno - calles, tráfico, peatones, clientes,...
    - Sensores - cámaras, GPS, acelerómetro, ...
    - Medida de rendimiento - distancia, tiempo, seguridad, confort,...
    - Actuadores - volante, freno, acelerador,...

## Entornos

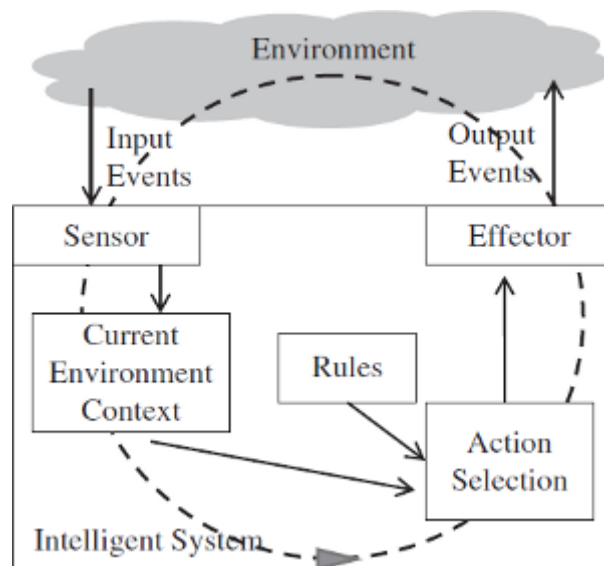
Diversos criterios nos permiten clasificarlos...

- **Completamente observable / Parcialmente observable**
  - ¿Tienen los sensores acceso a todos los aspectos relevantes del entorno?
    - Ej. Ajedrez vs Póker
- **Determinista / No Determinista**
  - Es determinista si el siguiente estado del entorno solo depende del estado actual y la acción ejecutada por el agente.
    - Ej. Análisis de imágenes vs conducción de taxi
- **Episódico / Secuencial**
  - En el episódico, la experiencia del agente se divide en episodios (percepción → acción) de modo que la decisión tomada en un episodio no depende de episodios anteriores.
    - Ej. Ruleta vs Ajedrez
- **Estático / Dinámico**
  - Es estático si el entorno no cambia mientras el agente toma una decisión.
  - Es semidinámico si el entorno no cambia pero sí que cambia la medida de rendimiento.
    - Ej. Ajedrez vs conducción de taxi vs ajedrez con reloj
- **Discreto / Continuo**
  - Es discreto si el número de posibles estados es finito (y bajo).
    - Ej. Crucigrama vs conducción de taxi

## Arquitecturas de sistemas inteligentes

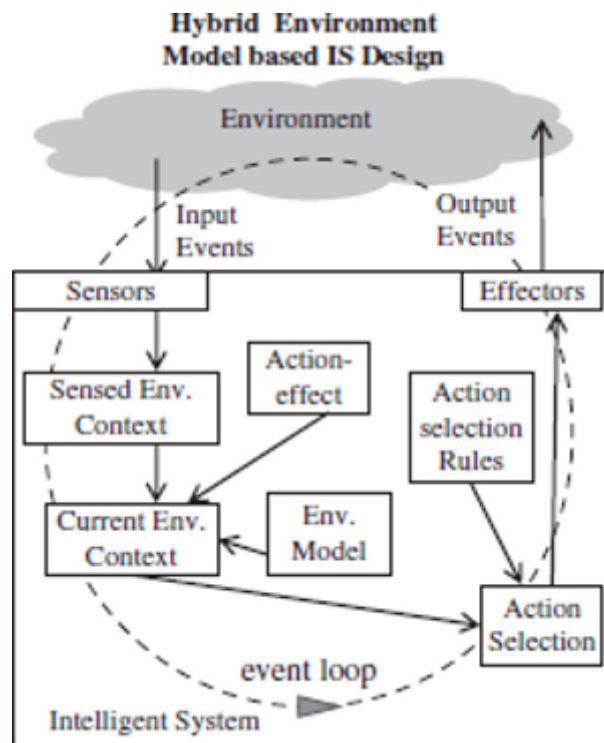
### Modelo reactivo

El comportamiento inteligente surge de la interacción con el entorno más que de complejos procesos internos. No considera estados pasados.



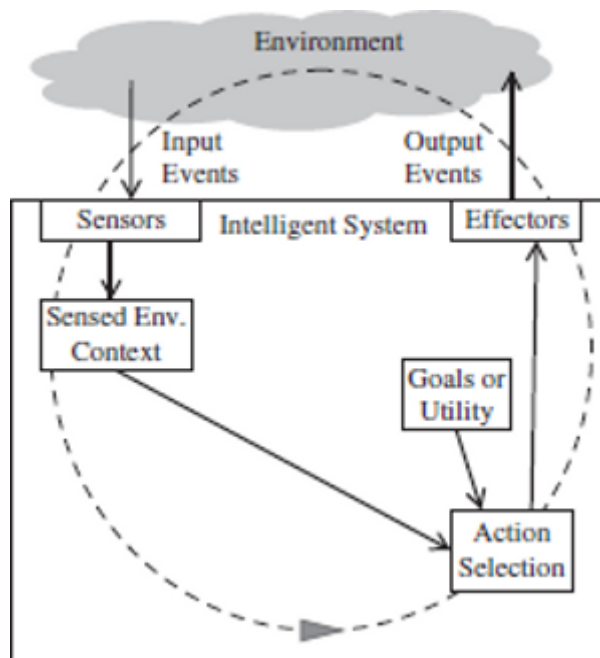
### Modelo basado en el entorno

El sistema tiene en cuenta estados pasados así como modelos de cómo "funciona" el entorno



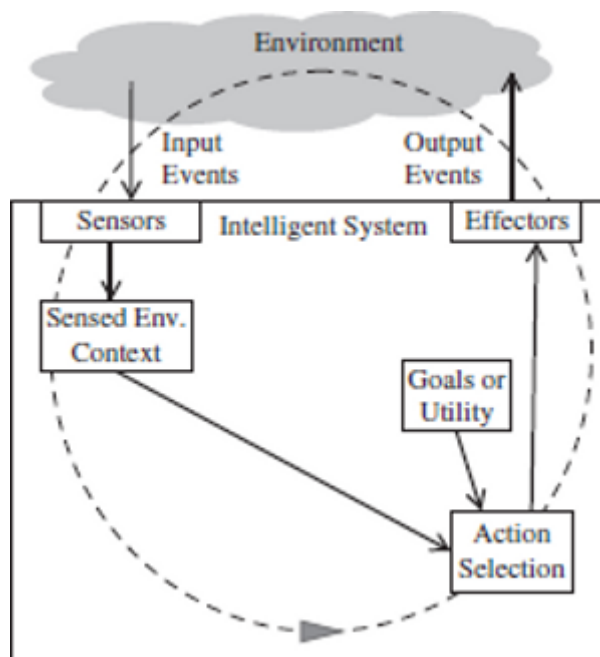
### Modelo basado en objetivos

El sistema posee un modelo que le permite conocer en qué medida sus acciones conducirán hacia algunos objetivos establecidos.

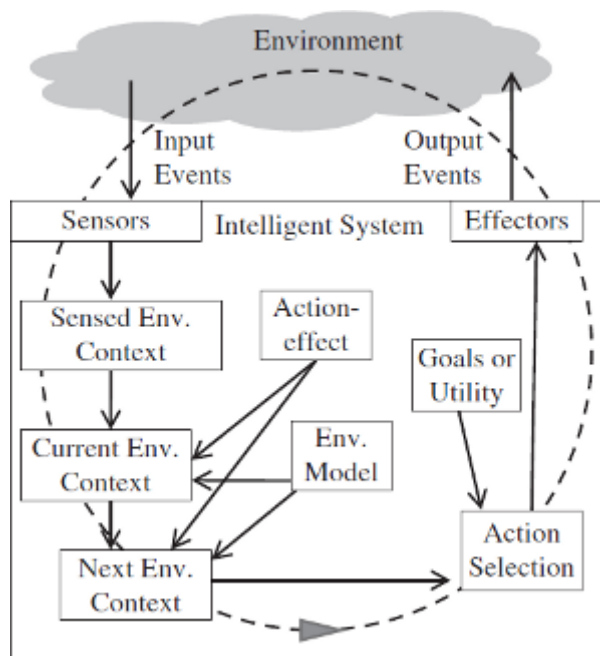


### Modelo basado en objetivos

El sistema posee un modelo que le permite conocer en qué medida sus acciones conducirán hacia algunos objetivos establecidos.



### Modelos híbridos



### Modelo basado en conocimiento

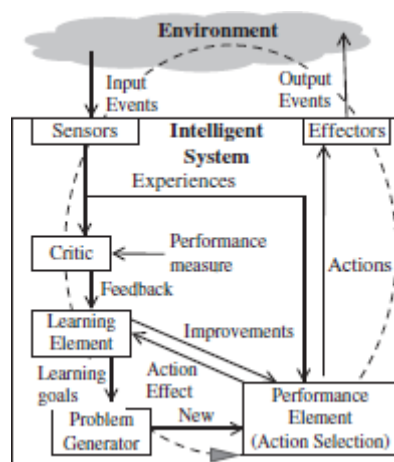
El sistema dispone internamente de una representación del conocimiento necesario para tomar decisiones

- Reglas de producción
- Pizarra
- Ontología

### Modelo basado en aprendizaje

El sistema aprende de la experiencia

1. Capta el estado del entorno
2. A partir del conocimiento previo realiza una acción
3. Emplea una medida de rendimiento para valorar el nuevo estado del entorno
4. Estados y acciones son empleados para mejorar el conocimiento previo

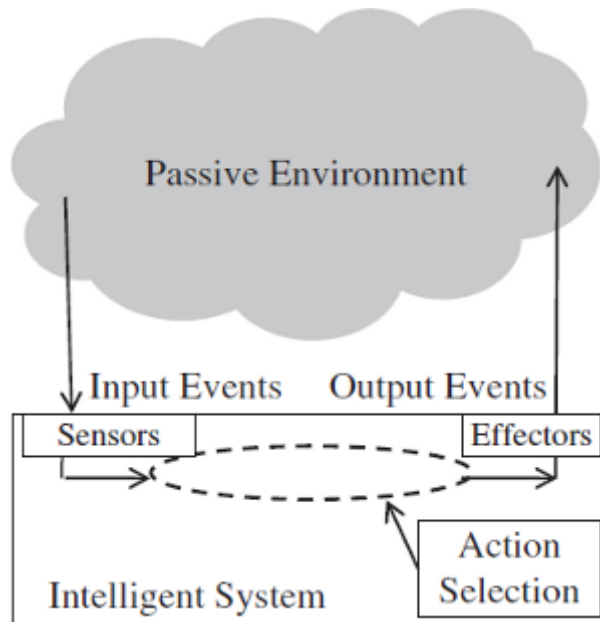


¿Cómo se va a valorar el rendimiento?

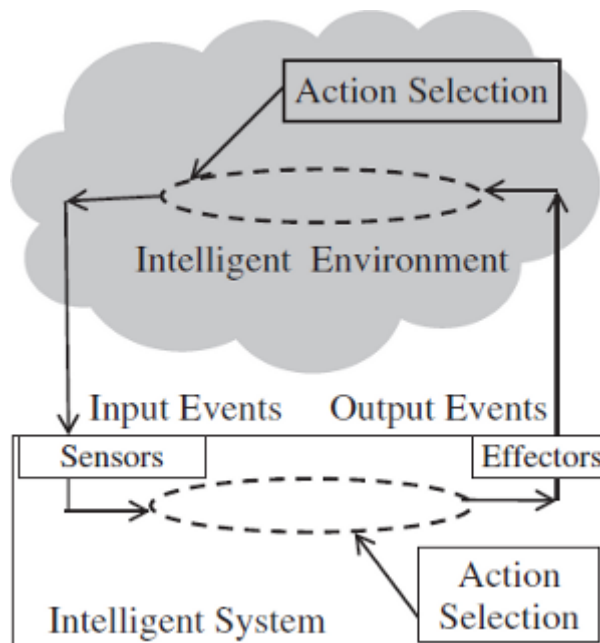
- **Aprendizaje supervisado:** Se aprende a partir de ejemplos de los que se conoce su valoración.
  - Para cada ejemplo se compara la respuesta actual del sistema con la respuesta esperada
  - La función de rendimiento se ajusta para tratar de minimizar las diferencias

- **Aprendizaje no supervisado:** Se dispone de ejemplos pero se desconoce la clasificación de los mismos
  - El proceso permitirá aprender a diferenciar las clases
- **Aprendizaje por refuerzo:** Cada acción vendrá acompañada de una recompensa
  - La función de rendimiento se ajustará progresivamente para tratar de maximizar las recompensas

### Modelos unilaterales



### Modelos bilaterales



## 2. Representación del conocimiento

Primero, algunas definiciones:

- **Datos:** hechos concretos sin procesar ni organizar.
- **Información:** datos que han sido procesados, estructurados, interpretados y presentados en un contexto. Esto les da significado y los hace valiosos, relevantes y útiles para tomar decisiones.

- **Conocimiento:** el conocimiento se obtiene a partir del uso de la información y permite formar juicios, opiniones, predicciones o decisiones.
  - **Implícito o tácito:** conocimiento adquirido por medio de la experiencia. Difícil de extraer y codificar.
  - **Explícito:** conocimiento adquirido por memorización a partir de conocimiento ya codificado.

Un Sistema Inteligente basado en conocimiento necesita modelar el conocimiento para poder utilizarlo. Para representar el conocimiento necesitamos conocer:

- Su estructura
- Para qué va a ser usado
- Cómo va a ser usado
- Cómo será adquirido
- Cómo será almacenado y manipulado

## Formalismos de representación del conocimiento

Representación del mundo real dentro de un ordenador

- **Dominio:** Qué es lo que queremos representar
- **Representación:** Cómo lo vamos a representar
- **Parte estática:** Estructuras de datos que codifican un problema junto con las operaciones necesarias para consultarlas y manipularlas
- **Parte dinámica:** Estructuras de datos que almacenan conocimiento del contexto y procedimientos para la manipulación

La representación siempre será incompleta debido a:

- Modificaciones (el mundo real es cambiante)
- Volumen (en el mundo real hay demasiados elementos a representar)
- Complejidad (el mundo real es demasiado rico en detalles)

## Propiedades

Propiedades de los esquemas de representación

- **Adecuación representacional**
  - Capacidad de representar todo el conocimiento necesario en el dominio
- **Adecuación inferencial**
  - Capacidad para manipular las estructuras para inferir nuevo conocimiento.
- **Eficiencia inferencial**
  - Capacidad del sistema para incorporar conocimiento adicional para optimizar los cálculos
- **Eficiencia en la adquisición**
  - Capacidad para adquirir nuevo conocimiento



## Tipos de conocimiento

- **Declarativo.** Conocimiento que se representa de manera independiente a su uso
- **Procedimental.** Conocimiento que indica cómo se ha de usar, cómo realizar una tarea

### Representación del conocimiento

- Lógica proposicional
- Lógica de predicados
- Lógica difusa
- Reglas de producción
- Redes semánticas
- Marcos
- Ontologías

## 3. Inteligencia artificial

### ¿Dónde se encuentra la Inteligencia Artificial?

- **IA en red:** Son unos nodos fijos en la red los que proporcionan la IA. Solo esos nodos precisan una potencia de cálculo que permita procesamiento de IA
  - Cualquier cambio percibido en el entorno es comunicado a través de la red a los nodos con la IA
  - La respuesta de los nodos con IA se envía a los nodos afectados por la decisión
  - Este proceso ha de ser muy rápido (prácticamente en tiempo real)
- **IA embebida:** Las técnicas de IA necesarias se meten dentro de los nodos de la red
  - Es conceptualmente la mejor solución
  - Cada nodo debe tener potencia de cálculo acorde a sus necesidades básicas más las impuestas por la IA
  - Una desventaja es que el sistema puede mostrar un comportamiento fragmentado en lugar de un comportamiento colaborativo
- **IA distribuida:** Las tareas de IA que ha de realizar un nodo se apoyan en un nodo servidor
  - Es una solución flexible

### Inteligencia ambiental

*Soporte eficaz y transparente para la actividad de los sujetos a través del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones*