RESÚMENES CUIA 22/23

ÍNDICE

Tema 1: Introducción

Mundo digital

- ➢ Omnipresencia de dispositivos: cada vez más dispositivos digitales diseñados para asistir y automatizar tareas humanas y realzar la interacción con el entorno.
- ➢ Múltiples sensores: entorno se va llenando de dispositivos digitales provistos de sensores capaces de percibir nuestra presencia y actuar en consecuencia
- ➢ Rica interconexión inalámbrica: redes inalámbricas facilitan la interconexión de dispositivos en el entorno
- ➢ Creciente capacidad de integración: dispositivos más pequeños, baratos, fiables y de menor consumo energético

"Las tecnologías más significativas son aquellas que desaparecen. Se entretejen en el tejido de la vida cotidiana hasta que no se pueden distinguir." — Mark Weiser

Eras de la computación

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

Definición CU

- ➢ *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.* — Friedemann Mattern
- ➢ Sinónimos: comp. pervasiva, Things that think, Calm technology, Everyware…

Tipos de computación según dos dimensiones fundamentales

↓ Integración \ Movilidad →	Baja	Alta
Alta	Computación pervasiva	C. ubicua
Baja	C. clásica	C. móvil

Propiedades

- ➢ ***Básicas***:
  - Sistemas distribuidos: múltiples sistemas computaciones interconectados, distribuidos y accesibles de modo transparente
    - Heterogéneos
    - Conectados o desconectados en cualquier momento.
    - Diseñados para descubrir y acceder a nuevos servicios.
    - Se comportan como un único sistema que el usuario percibe

- Interacción Hombre-Máquina (HCI) más natural
  - HCI: disciplina relacionada con diseño, evaluación e implementación de sist. informáticos interactivos a ser usados por personas, y con el estudio de los fenómenos involucrados más importantes.
  - Para que sea más natural → HCI implícita
- Computadores conscientes del contexto
  - Sist. percibe contexto y modifica su comportamiento adecuadamente

➢ ***Adicionales***

- Autonomía: trabajo autónomo computadores → Menor intervención humana
  - Propiedad de un sistema que le permite tener control de sus propias acciones. Realizan acciones que les permitan:
    - Cumplir con sus objetivos.
    - Alcanzar o dirigirse a unos objetivos.
- IA: toma de decisiones inteligente
  - No imprescindible, pero puede jugar un muy papel importante en:
    - Interacción hombre-máquina
    - Consciencia de contexto
    - Autonomía

Errores comunes (corregidos)

➢ No hay una única definición precisa de CU
➢ Rara vez se cumplen por completo las 5 propiedades
➢ Los servicios ofrecidos no tienen por qué tener siempre acceso ubicuo
➢ La computación no va a sustituir la interacción en los entornos físico y humano

Smart DEI (Dispositivos, Entornos e Interacciones inteligentes)

➢ Framework propuesto para el análisis y diseño de sistemas ubicuos
➢ Define 3 patrones de diseño arquitectónico para sistemas de Computación Ubicua:
➢ Dispositivos inteligentes:
- Centrado en la interacción con el entorno virtual (servicios ofrecidos, SW)
- Menos autónomos → más dependientes del usuario
- Menos atención al entorno real → más atención al modo de uso
- Suelen ser dispositivos personales. Estos centran el control y la UI
- Alta movilidad con descubrimiento dinámico de servicios

➢ Entornos inteligentes:
- Presencia de dispositivos muy ligados al entorno físico
- Suelen centrarse en 1 tarea y actuar de modo autónomo
- Pueden diseñarse para anticiparse a la interacción del usuario
- Pueden tener ubicación fija o ser móviles
- Su tamaño puede variar según la movilidad

➢ Interacciones inteligentes:
- Modelos complejos de interacción entre servicios de SW distribuido y HW
- Participación de múltiples entidades para alcanzar objetivos individuales o colectivos
- Menos atención al contexto físico → más atención al contexto del usuario

Tema 2: Sensores

Dispositivo (natural o artificial) que obtiene información de un objeto físico o proceso
Son transductores que transforman un tipo de energía en otro.

Clasificación según…

- **Necesidad de una fuente de energía:**
  - Pasivos: perciben y miden una energía emitida por el entorno (ej: infrarrojos)
  - Activos: necesitan actuar en el entorno para recibir una respuesta que medir (ej: ecolocalizador)
- **Método empleado para convertir las señales físicas en eléctricas:**
  - Resistivos: miden cambios en la resistividad (ej: temperatura)
  - Capacitivos: miden cambios en la capacidad (ej: movimiento)
  - Inductivos: miden cambios en la fuerza electromagnética inducida (ej: fuerza)
  - Piezoeléctricos: miden la respuesta de materiales capaces de generar una carga eléctrica cuando se somete a una deformación mecánica o deformarse cuando se aplica un campo eléctrico

Redes de sensores

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

- Nodos: ordenadores muy pequeños con el HW mínimo imprescindible.
  - Suele haber un nº muy elevado de nodos.
  - Distribuidos en un entorno que puede ser hostil (incontrolable)
  - Algunos componentes presentes solo en ciertos nodos para reducir costes
  - Es importante que el consumo energético sea reducido.
  - Autónomo, de operación desatendida y adaptable a cambios en el entorno.
- WSN: conexión inalámbrica entre los nodos.
  - Conexiones no planificadas (espontáneas) → instalación muy fácil
- Objetivo: 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 nodos → facilita su distribución, reduce costo y consumo.
- Reducción del costo del nodo → son numerosos, están expuestos y no suelen ser reutilizables.
- Reducción del consumo energético → alargar su vida útil ya que el reemplazo o recarga de las baterías suele ser difícil o imposible.
- Autoconfiguración de nodos → suelen distribuirse sin planificación previa y están sujetos a cambios en la topología de la red.
- Escalabilidad en los protocolos de red → redes con nº nodos muy variable
- Adaptabilidad para hacer frente a cambios en la topología de red.
- Fiabilidad en el envío de datos de sensores → canales con ruido y sujetos a fallos.
- Tolerancia a fallos → poder superar condiciones adversas de nodos que fallan.

- ➢ Seguridad → prevenir uso no autorizado de la información.
- ➢ Aprovechamiento del canal → suele tener un limitado ancho de banda.
- ➢ Soporte de QoS → correcto tratamiento de la latencia y pérdida de paquetes en función de las aplicaciones.

Consideraciones (según ámbito de la app):

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

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, etc.

Comunicaciones → Mediante ondas electromagnéticas.

- ➢ (Des)modulación de la señal para transmitir información.
  - Amplitud.
  - Frecuencia.
  - Fase.
- ➢ Ondas afectadas por diversos tipos de distorsión.
  - Atenuación: disminución gradual de la amplitud a medida que se propaga.
  - Reflexión: onda choca con la superficie y rebota, cambiando su dirección.
  - Refracción: onda atraviesa la superficie, pero desviándose.
  - Difracción: onda se curva o desvía alrededor de obstáculos o por aberturas.
  - Efecto Doppler: cambio aparente de la frecuencia de una onda cuando la fuente de la onda o el observador se mueven en relación con el otro.
  - Ruido electromagnético: perturbación provocada por fuentes naturales.
  - Interferencias: perturbación provocada por fuentes externas.
- ➢ Problemas en redes inalámbricas → colisión entre dos transferencias simultáneas.
  - Nodo oculto: dos nodos no pueden escucharse entre sí y como resultado, intentar transmitir al mismo tiempo en el mismo canal.
  - Nodo expuesto: un nodo está dentro del alcance de otro que está transmitiendo, pero no tiene datos para enviar y se queda en silencio.
  - Solución: protocolos de acceso a los nodos.

Protocolos de acceso al medio (MAC):

Objetivos:

- ➢ Escalabilidad: funciona igual para un número exponencial de nodos.
- ➢ Minimizar colisiones: para evitar pérdidas de transmisiones por colisiones.
- ➢ Minimizar overhearing: escucha inadvertida de información transmitida entre en la red, aunque no esté destinada al dispositivo que la recibe
- ➢ Minimizar esperas recepción datos: escuchar el canal sin recibir datos el menor tiempo posible para ahorrar recursos.
- ➢ Minimizar transmisión metadatos: información que se emite como parte del protocolo que no forma parte del mensaje a enviar.
- ➢ Minimizar consumo energético
- ➢ Minimizar retraso: reducir el tiempo total de entrega de una comunicación.
- ➢ Maximizar rendimiento: maximizar la eficiencia de la red y aprovechar al máximo el ancho de banda disponible. Enviar/recibir mayor cantidad de información posible en un período de tiempo determinado. (ej: BitTorrent).

Clasificación:

- ➢ Con disputa: dos nodos compiten por el uso del canal y control del medio. No hay planificación previa.
  - ○ ALOHA, CSMA, MACA, MACAW…
- ➢ Sin disputa: uso del canal planificado. Tipos planificación:
  - ○ ***Estática***, se establece planificación al principio
    - ■ FDMA (Acc. Múltiple por División de Frecuencias): establece frecuencias para cada nodo, que pueden ser distintas y coexistir en el mismo medio. Problema: bajo rendimiento.
    - ■ TDMA (Acc. Múlt. por Div. Temporal): establece tiempos en los que cada nodo puede transmitir (sin colisiones). Problema: altas esperas.
    - ■ CDMA/CD (Acc. Múlt. por Escucha Portadora): nodo que quiere transmitir escucha el canal. Si no hay nadie comunicando, transmite él. Problemas:
      - Hay colisiones y un elevado consumo de energía
      - Puede haber una comunicación y no escucharla.
      - Problemas de nodo oculto y expuesto en redes inalámbricas.
    - ■ ZigBee (IEEE 802.15.4): orientado a dispositivos de bajo consumo. Gestiona las comunicaciones a través de un coordinador PAN
  - ○ ***Dinámica***: se adopta un mecanismo según la carga de trabajo, adaptándose mejor a las variaciones de nodos.
    - ■ Paso de testigo: carreras de relevos, un mensaje (testigo) va dando vueltas y solo puede emitir el nodo que lo tenga en estado libre.
    - ■ Votación.
    - ■ Sistema de reservas.
    - ■ Híbridos.
- ➢ Protocolos más adaptados a redes sensores con periodos de descanso establecidos
  - ○ SMAC (Sensor MAC)
    - ■ Cada nodo planifica sus momentos de actividad y reposo.
    - ■ Nodos difunden sus planificadores al entrar en reposo y al activarse
    - ■ Nodos adaptan su planificación para sincronizarla con la de vecinos

- BMAC (Berkeley MAC)
  - Empleo de preámbulos suficientemente largos. Si hay una colisión en el preámbulo, no pasa nada.
  - Alto overhearing y susceptible a ataque por privación de sueño.
- X-MAC
  - Envío de varios paquetes de preámbulo con información del destino.
  - Reduce mucho las colisiones, pero tiene mejor rendimiento.
- BoX-MAC
  - No necesita sincronización.
  - Esperas reducidas.
  - Bajo consumo.

Gestión de enlace

- En una red de sensores inalámbrica, los enlaces son:
  - Pocos 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
- 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

Enrutamiento

- ***Requisitos*** para encaminar una transmisión hasta el destino:
  - Eficiencia energética → puede haber nodos en reposo.
  - Flexibilidad → nuevos nodos, nodos que fallan, enlaces cambiantes…
- ***Mecanismos*** básicos:
  - 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
- ***Métricas tradicionales****:*
  - Distancia geográfica: nodo que esté más cerca del destino. Cada nodo debe saber su posición y comunicarla. No tiene en cuenta dificultades en las comunicaciones.
  - Nº saltos: el que esté a menos saltos del destino. No tiene en cuenta dificultades en las comunicaciones.
  - Nº retransmisiones: tiene en cuenta las dificultades en las comunicaciones, para no tener que volver a transmitir un mensaje por pérdida.

- Tiempo: tiempo que tarda el mensaje en llegar al destino.
- QoS (rendimiento, latencia, jitter)

➢ ***Métricas basadas en la energía**:*
- Mínima energía consumida por paquete.
- Máximo tiempo antes de la partición de la red.
  - En algún momento quitando un nodo, se parte red. Considera riesgo.
- Mínima variación de energía de los nodos.
  - Trata de enviar el mensaje por nodos que tienen un poco más de energía que el resto para lograr el equilibrio.
- Máxima capacidad de energía.
- Máxima mínima capacidad de energía.

➢ ***Protocolos***:
- Flooding: envío del paquete a todos los nodos de la red.
  - Necesita broadcast
  - Muy simple: llega a su destino sin pensar destino concreto
- Enrut. basado en localización:
  - Determina localización de nodos para saber cuál es la mejor opción
  - Debe haber intercambio de información previo a enviar el mensaje.
- Difusión dirigida;
  - Envía un mensaje a varios nodos, acotando los nodos a los que se les hace el envío (ej: Collection Tree Protocol)
- Enrut. basado en gradiente:
  - Una función que define en un nodo hacia donde está la pendiente.

WSN grandes

Envío de datos a la estación base puede ser muy costoso.

Soluciones:
- ➢ Agregar los datos sobre la marcha → Convergecast.
- ➢ Reducir los datos generados por cada nodo → Reducir comunicaciones.
- ➢ Descomponer la red en subredes (clustering).

Técnicas de clustering:
- ➢ Clustering aleatorio: una vez los nodos estén posicionados, un nodo aleatorio pasa a ser un nodo base, que recibirá datos del resto. Entre los nodos destacados también hay comunicación.
- ➢ Múltiples nodos base: múltiples estaciones base. Mismo funcionamiento que el clustering aleatorio, pero las bases son definidas arbitrariamente.
- ➢ Clustering geográfico: se comunican los nodos entre mini-redes y uno de ellos es base. Problema: necesitan la localización.

Procesado y agregación de datos

Objetivo: Aprovechar al máximo el uso del canal.
- ➢ Compresión de varios paquetes en uno solo → algoritmo de compresión no costoso.
- ➢ Agregación y resumen estadístico de datos → Convergecast. Mín, máx, media.
- ➢ Compressive sensing → para toma de muestras al azar y no continua. En vez de estar continuamente midiendo, lo hace cada cierto tiempo.

Sincronización:
Es necesario que los nodos estén sincronizados para las comunicaciones.
Tipos de sincronización:

- ➢ Externa → necesita agente externo
- ➢ Interna → sin un agente externo. Van intercambiando información sobre la hora para saber qué diferencia hay entre ellas.

Protocolos:

- ➢ Lightweight Tree Synchronization
- ➢ Reference Broadcast Synchronization
- ➢ No Time Protocol

Localización:

- ➢ Precisión
- ➢ Coste
- ➢ Interior/exterior
- ➢ Triangulación → necesita 2 puntos de referencia y antenas para percibir la dirección.
- ➢ Trilateración → necesita 3 puntos de referencia
- ➢ Localización basada en saltos
- ➢ Punto en triángulo

Tema 3: Interacción Hombre-Máquina

Interacción	**Hombre**	**-**	**Máquina**
Bidireccional	Uno o más usuarios		Elem. con capacid. comput.
Varios tipos interacción	Varias capacid. físicas/mentales		Participan 1/+ en interacción
Implícita o explícita	Cooperativa o competitiva		Unidireccional o bidireccional

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*"

Multidisciplinar:

- ➢ Informática: diseño de aplicaciones y sus interfaces (SO, leng. prog., gráficos comp.)
- ➢ Psicología: teorías procesos cognitivos y análisis empírico comportamiento humano.
- ➢ Antropología: interacción entre tecnología, trabajo y empresa.
- ➢ Sociología: fenómenos colectivos producidos por la actividad social de los humanos.
- ➢ Diseño industrial: creación de productos interactivos.

Historia:

- ➢ **60s**: inicios de la computación
  - No había interacción propiamente dicha entre usuario y ordenador.
- ➢ **70s**: aparición de monitores y uso del teclado
  - acelera intercambio de info. con usuario, pero interacción aún es muy pobre.
    - Interfaces no ergonómicas y mal diseñadas
    - Interfaces difíciles de usar y aprender
    - Cada aplicación dispone de su propia interfaz
- ➢ **80s**: los ordenadores personales acercan la computación a muchos usuarios.
  - 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. Implica mejor realimentación.
- ➢ **90s**: 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.
- ➢ **00s**: HCI moderna (interacción desarrollada en contextos sociales y de organización)
  - Diferentes sistemas tratan de satisfacer las variadas necesidades humanas.
  - Comportamiento humano estudiado según: psicología, habilidades, limitaciones físicas.

HCI moderna

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

- ➢ Limitadas capacidades de procesado de información
- ➢ Las emociones influyen en las capacidades humanas
- ➢ Usuarios tienen capacidades comunes, pero siguen siendo 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/largo plazo, episódica…
- La información es procesada → razonamiento, resolución de problemas…

Interacción con UI

- La UI es el medio que permite al usuario comunicarse con el sistema.
- Un diseño pobre de la UI acarrea problemas:
  - Ralentiza el aprendizaje → Consume tiempo en entender el funcionamiento.
  - El usuario comete más errores → puede no ser admisible en sist. críticos
  - Dificulta el uso.
    - Puede forzar al usuario a hacer tareas de un modo no deseable.
    - Usuario debe entrenar en el nuevo modo de realizarlas, reduciendo su productividad.
  - Reduce sus ventas
- Efectividad de la UI. Requisitos:
  - Útil: capacidad para realizar una tarea que el usuario necesita.
  - Usable: la interacción se realiza de un modo fácil, natural y seguro.
  - Usada: de nada vale el sistema si no se usa. Debe enriquecer la experiencia del usuario haciendo el sistema atractivo.

HCI explícita

- Pone al usuario en el centro del proceso.
- El usuario controla las operaciones del sistema.
- La existencia de múltiples dispositivos puede hacer que el usuario se abrume por tantos sistemas que controlar.
- El usuario tiene un modelo mental del sistema. (H_2C)
- 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.

HCI implícita

- Acción llevada a cabo por el usuario, cuyo objetivo principal no es interactuar con el sistema, pero que el sistema logra interpretar como una entrada.
- El sistema tiene un modelo del usuario (contexto humano - C_2H)
- **Modelo de usuario:** representa el contexto (características) del usuario que interactúa con el sistema.
  - Criterios de diseño del modelo de usuario:
    - Adquisición explícita o implícita: la explícita obtiene la info. más rápidamente (pregunta al usuario que puede mentir y pierde

transparencia). La implícita aprende en base a la experiencia (más lenta, pero está integrada). Pueden combinarse ambas.
        - Modelo de usuario o de tipo de usuario.
        - Modelo estático o dinámico.
        - Modelo genérico/específico de aplicación.
    - Dificultades:
        - Puede ser muy complejo determinar el contexto humano.
            - Razonamiento cualitativo del usuario.
            - El usuario puede estar indeciso.
            - No determinismo del individuo, ni en el entorno.
        - Determinación del contexto humano puede distraer o ser imprecisa.
        - Sistema puede necesitar tiempo para construir un modelo de usuario.

UUI (Interfaces de Usuario en un sistema de Computación Ubicua):

La interfaz debe ser:

- Grata → aprender nuevo UI no debe obligar a aprender actividad/lenguaje complejo.
- Sin distracción → no constante atención sobre UUI. Norma: funcionam. desatendido
- Respeto por flujo cognitivo → permitirle centrarse por completo en tarea a realizar
- Menos manuales → no forzar lectura manual de uso. Exp. = mecanismo aprendizaje
- Transparencia → no forzarle a memorizar estado de la aplicación para poder usar UI
- Sin estados ocultos → evitar que sistema responda distinto a mismos estímulos en función de algún estado oculto
- Reducir miedo a la interacción (miedo a hacer algo mal) → mecanismos sencillos para deshacer acciones.
- Notificaciones → la información suministrada al usuario puede integrarse en interacciones con su entorno físico.
- Interacción natural → dar soporte a acciones habituales de usuario contemplando diversos sentidos humanos y mecanismos de interacción.
- Acciones por defecto → aprovechar información que conoce y la que puede deducir

Nuevas interfaces de usuario:

- Interfaz en superficie (SUI)
    - 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)
    - integra representación y control en el mismo objeto físico.
    - Se reduce la distancia entre el mundo real y el virtual.
    - Usuario interactúa principalmente por gestos realizados sobre un objeto real.
    - No se diferencia entre dispositivos de entrada y de salida.
- Interfaz ambiental (AUI)
    - No disponen de entrada de datos → 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.

Tema 4: Consciencia de contexto

Contexto

- ➢ La comunicación directa entre humanos se enriquece con información del entorno.
- ➢ 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
    - Obliga a suministrar explícitamente dicha información al ordenador.
- ➢ En CU, el suministro explícito de información rompe con la transparencia deseada.

- ➢ Aun con información explícita, la comunicación usuario-computador está muy lejos de la comunicación entre humanos.
    - Se puede subsanar dicha 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.
- ➢ Una mejora en el lenguaje no soluciona el problema de la comunicación con el ordenador (muy explícita → muchas dificultades)
    - Considerar una conversación entre humanos: Cara a cara // Por teléfono
    - Solución: usar contexto de modo implícito para enriquecer la comunicación entre humano y computador. Elementos contexto que emplearía ordenador:
        - Expresiones faciales, hechos recientes, otras personas cerca, etc.

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

Situación:

- ➢ Descripción de los estados de las entidades relevantes (de qué está pasando)
- ➢ Es el resultado de agregar los datos de contexto → en un nv. +alto de abstracción.
- ➢ Se intuye a través del contexto. Ej: Antonio está en el aula 0.7 a las 15:30h un lunes (contexto) → Antonio va a dar clase (situación)

Tipos de contexto:

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

Para cada situación, hay tipos de contexto más útiles que otros. Lo más importantes son:

- ➢ Localización → ¿Dónde ocurre?
- ➢ Identidad → ¿Quién participa?
- ➢ Tiempo → ¿Cuándo ocurre?

Categorías:

- ➢ Primario → obtenido directamente de los sensores/sistema. Más importantes.
    - Ej: localización, tiempo, identidad…
- ➢ Secundario → puede deducirse a partir del primario. Ej: distancia, relaciones…

Consciencia de contexto (CC)

- ➢ Un sistema es consciente del contexto si lo usa para suministrar servicios o info. relevante al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario.
- ➢ Acciones realizadas por sistema consciente del contexto:
  - ○ Presentación de info. y servicios (ej: portátil muestra impresoras cercanas)
  - ○ Ejecución automática servicios (ej: emisión aviso cuando amigo está cerca)
- ➢ Contexto y propósito:
  - ○ App usa el contexto para entender el propósito y actuar apropiadamente.
  - ○ Necesita más info. de contexto para determinar mejor el propósito del usuario
  - ○ Debería estimar un grado de certeza acerca del propósito que ha estimado
- ➢ ***Inferencia contextual***: proceso mediante el cual un sistema CC 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.
  - ○ A menudo la info. contextual disponible no es suficiente y hay problemas de:
    - ■ Ambigüedad contextual. Origen:
      - ● sensores defectuosos y/o con precisión limitada, entornos sin sensores, sistemas de inferencia contextual no alcanzan conclusiones precisas…
    - ■ Actuación ante la ambigüedad:
      - ● Sistemas que suponen que el mundo no es ambiguo
      - ● Simplificación del mundo → menor precisión, mayor velocidad.
      - ● Sistemas capaces de tratar con la ambigüedad.
      - ● Si hay un dato con cierto grado de imprecisión, puede operar con él considerando la certeza del dato.

Representación del contexto

Requisitos

- ➢ Heterogeneidad
  - ○ Múltiples fuentes de info. con diversas frec. de actualización y nv. semántico
  - ○ Sensores, bases de datos, perfiles de usuario…
- ➢ Movilidad (factor determinante)
  - ○ La información contextual será empleada en apps móviles.
  - ○ La app emplea información procedente de fuentes móviles.
  - ○ La información contextual deberá adaptarse al entorno cambiante.
- ➢ Relaciones y dependencias
  - ○ Deben capturarse relaciones existentes entre los distintos datos del contexto
  - ○ Una de ellas es la de dependencia (entidades/hechos dependen de otro).
- ➢ Tiempo
  - ○ Puede ser necesario acceder a datos pasados o estimar futuros estados.
  - ○ La frecuencia con que se producen cambios puede dificultar su gestión.
- ➢ Imperfección
  - ○ Info. contextual 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

- ➢ Usabilidad de formalismos de modelado
  - Diseñadores crean modelos que permiten manipular la info. del contexto.
  - Estos facilitan traducción de conceptos del mundo real en modelos y su uso
- ➢ Suministro eficiente de contexto
  - Modelos grandes con muchos elem. necesitan acceso eficiente al contexto

Representaciones (V=ventajas // X= inconvenientes)

- ➢ Pares clave/valor
  - V: muy fácil de gestionar.
  - X: pobre expresividad, poco eficiente, problemas con valores ausentes y atributos multivaluados.
- ➢ Lenguaje de marcado
  - V: capaz de gestionar información incompleta y heterogénea, acceso a la información mediante un lenguaje de consulta.
  - X: débil formalismo.
- ➢ Grafos
  - V: más expresivo que los dos anteriores
  - X: gestión de información incompleta, soporte de modelos distribuidos.
- ➢ Lógica
  - V: fuerte formalismo, expresividad en la estructura.
  - X: gestión de datos incompletos, inciertos y heterogéneos, estructurado simple.
- ➢ Ontología
  - V: estructurado expresivo, representación de información heterogénea
  - X: gestión de incertidumbre, escalabilidad.

Vuelta a la consciencia de contexto (CC)

Para estimar el propósito tenemos dos alternativas:

- ➢ Sistemas basados en reglas: la decisión de qué acción realizar ante una situación determinada viene dada por un conjunto de reglas.
  - V: reglas fáciles de construir (formato homogéneo) + muchos motores SBR
  - X: al añadir nuevas reglas pueden producirse conflictos (por dependencias ocultas), sistemas con muchas reglas difíciles de depurar, reglas muy rígidas.
- ➢ Aprendizaje automático (AA): se recopila info. de los tipos de situaciones que el usuario puede experimentar y los propósito adecuados, empleando técnicas de AA para aprender la relación entre ambos. Necesita inferencia contextual.
  - Podría usarse AA para determinar el propósito directamente del contexto
  - 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 usuario final

Razonamiento con incertidumbre

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

Usuario final

Aspectos a tener en cuenta por desarrolladores:

- ➢ 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 que avise cuando se realiza una acción
  - En sistemas con AA se acentúa el problema porque no es habitual la generación de explicaciones
- ➢ Control: debe permitir al usuario controlar el modo de comportarse de la app.
  - Las aplicaciones conscientes del contexto necesitan personalizarse para los usuarios y no funcionar para un “usuario estándar”.
- ➢ Privacidad: los sistemas CC recopilan mucha información sobre los individuos.
  - Riesgo de que info. caiga en malas manos/se use en situación no adecuada
  - La interconexión casi global de dispositivos agrava las consecuencias de estos problemas
  - Se deben tener en cuenta estos detalles para garantizar la privacidad.

Tema 5: Seguridad

"...cientos de computadores en cada habitación, todos capaces de detectar a las personas próximas e interconectados por redes de alta velocidad, tienen el potencial de hacer que el actual totalitarismo parezca la más pura anarquía." — Mark Weiser

Seguridad

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

- ➢ Confidencialidad → info. permanece accesible solo a quien esté autorizado.
- ➢ Integridad → detección de modificaciones no autorizadas de la info.
- ➢ Disponibilidad → sistema ofrece su servicio cuando un usuario autorizado lo solicita

Autorización

Identificación → Verificación → Autorización

Identificación/Verificación:

- ➢ En un sistema hay un "usuario virtual", que representa privilegios de un "usuario real"
  - Solo dicho usuario real podrá ostentar los poderes de usuario virtual.
- ➢ Durante la identificación, el usuario real "reclama" los poderes de un usuario virtual.
- ➢ Tras ella, sistema realiza verificación (usuario virtual posee privilegios reclamados)

Mecanismos:

- ➢ Usuario/contraseña (user/pw): mecanismo clásico.
  - Vulnerable si atacante accede a lista pws → se guarda solo un hash de la pw
  - Susceptible a ataque de diccionario
  - Existen mecanismos de fortalecimiento de contraseñas
    - Incorporación de bits aleatorios (sal) junto a pw 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
- ➢ Claves hardware, Tarjetas inteligentes…
- ➢ Parámetros biométricos: huellas dactilares, retina, iris, patrones de venas, voz, geometría de la cara…

Confidencialidad

Garantiza que la info. permanezca accesible solo a quienes estén autorizados (A → m → B)
Cifrado de mensajes: principal mecanismo de confidencialidad (ya usado por Julio César)

- ➢ Se debe parametrizar el algoritmo de cifrado y maximizar la privacidad de los parámetros usados (claves). No se debe ocultar el algoritmo de cifrado.
- ➢ Tipos de cifrado:
  - de bloque: se descompone msj en bloques, cifrados con algoritmo (ej: AES)
  - de flujo: se codifica cada carácter del mensaje (ej: RC4)
  - Simétrico: m → clave → m_cifrado || m_cifrado → clave → m (ej: DES)
  - Asimétrico: K_púb / K_priv (ej: RSA)
  - Híbrido: (ej: PGP)

La seguridad de cifrado no debe recaer en la ocultación del algoritmo de cifrado, sino en:

- ➢ Un espacio de claves suficientemente grande.
- ➢ Gestión adecuada de las claves.

Posibles vulnerabilidades de un sistema de cifrado:

- ➢ Errores en los protocolos.
- ➢ Gestión incorrecta de claves (factor clave)
- ➢ Defectos de implementación (del algoritmo)
- ➢ Vulnerabilidades físicas: relacionadas con problemas de implementación

Integridad

Garantía de que las modificaciones no autorizadas de la info. no pasen desapercibidas.
No se trata de evitar que se modifique info., sino de detectar modificaciones
Integridad ⇏ confidencialidad (y viceversa)
Mecanismos para garantizarla:

- ➢ HASH: se añade a los msjs info. redundante (ej: MD5, SHA-1, Tiger, Whirlpool)
  - Atacante puede modificar el msj y componer un nuevo código hash. El receptor no podrá advertir que el mensaje fue alterado.
  - Cualquiera puede generar código de detección/verificarlo (algoritmo público)
- ➢ MAC (Códigos de autentificación de msj): parametrizados mediante clave secreta.
  - Atacante no puede modificar msj sin ser detectado, ya que no conoce la clave usada en la generación del código detector.
  - Para poder verificar la integridad, el receptor necesita conocer la clave.
  - Solo quien posea la clave puede generar el código de detección/verificarlo.
- ➢ Firma digital: protocolo de K_púb/K_priv (clave pública/privada).
  - K_priv → generar la firma que permite detectar modificaciones
  - K_púb → verificar la integridad y autoría del mensaje
  - Es recomendable separar las claves de cifrado de las claves de firma.
  - Solo quien posea la clave privada puede generar el código de detección.
  - Cualquiera puede verificarlo (algoritmo y clave públicos)

Condición de no repudio → garantía de la integridad y autoría de un mensaje.

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). Esta se produce por problemas/ataques a:

- ➢ ***Canal de comunicación***: usuarios legítimos compiten con atacante por el uso de un recurso limitado (el canal de comunicación). Prevención:
  - Técnicas comunicación encubierta: canales cambiantes según función pseudoaleat. conocida por em. y rec. Válidas en comunic. clientes conocidos.
  - Control de acceso plutocrático: el cliente paga por uso del servicio. Se puede establecer un precio no uniforme.
  - Protocolo puzzle: sist. ofrece prueba que requiere cierto poder computacional para resolverla. Previene saturar recursos al sist., pero no ataques al canal.
- ➢ ***Baterías (tortura por privación de sueño)***. Prevención:
  - Establecimiento de una reserva de recursos para usuarios legítimos.
  - Establecimiento de cuota de uso.

Tema 6: Inteligencia ambiental

Inteligencia

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.
Al no tener una definición clara de inteligencia, no se puede tener tampoco de IA.

Existen múltiples definiciones en las que se reflejan dos aspectos:

- ➢ Resultado
  - ○ Actuar: interesa el resultado obtenido, no cómo se haya llegado a él.
  - ○ Pensar: cómo se ha llegado al resultado.
- ➢ Funcionamiento
  - ○ Como un ser humano: funciona como la inteligencia humana
  - ○ Racionalmente: según una medida ideal de rendimiento

"Automatización de actividades que asociamos con el pensamiento humano, actividades como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje, …" — Hellman, 1978
(Funcionamiento → Como un ser humano)

"Estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas que, por ahora, los humanos hacemos mejor." — Ricj y Knight, 1991 (Resultado → Pensar)

En el momento en el que ocurra, dejará de considerarse inteligencia. Ej: antes hacer multiplicaciones te hacía inteligente, ahora una máquina que haga multiplicaciones no la consideramos inteligente.

"Estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales"
— Charniak y McDermott, 1985 (Funcionamiento → Racionalmente)

"Estudio del diseño de agentes inteligentes." — Pool, 1998 (Resultado → Actuar)

"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.

P.E.A.S. (Agentes inteligentes)

- ➢ Se encuentran inmersos en un **E**ntorno.
- ➢ Perciben el estado del entorno mediante **S**ensores.
- ➢ Utilizan una medida de rendimiento (**P**erformance).
- ➢ Trasladan al entorno sus decisiones mediante **A**ctuadores.
- ➢ Ejemplo de agente: conductor de taxi.
  - ○ Entorno: calles, tráfico, peatones, clientes…
  - ○ Sensores: cámaras, GPS, acelerómetro….
  - ○ Medida de rendimiento: distancia, tiempo, seguridad, comodidad…
  - ○ Actuadores: volante, freno, acelerador…

Entornos:

Diversos criterios permiten clasificarlos…

- ➢ Completamente/parcialmente observable:
  - Depende de si los sensores tienen acceso a todos los aspectos relevantes del entorno (aspectos que influyen en el rendimiento). Ej: Ajedrez vs Póker.
- ➢ Determinista / No determinista:
  - Determinista si el siguiente estado del entorno solo depende del actual y la acción ejecutada por el agente. A efectos prácticos, parcialmente observable implica no determinista. Ej: Análisis de imágenes vs Conducción de taxi (2º depende de muchos factores incontrolables)
  - Entorno estratégico: Es todo determinista, menos acciones de otros agentes que no sabemos que van a influir.
- ➢ Episódico / Secuencial:
  - En el episódico la exp. del agente se divide en episodios (percepción → acción) de modo que la decisión tomada en uno no depende de episodios anteriores. En el secuencial, las decisiones dependen de las tomadas anteriormente. Ej: Ruleta vs Ajedrez.
- ➢ Estático / Dinámico:
  - Es estático si el entorno no cambia mientras el agente toma una decisión, y dinámico si sí varía. Semidinámico: el entorno no cambia, pero la medida de rendimiento sí. Ej: Ajedrez vs Conducción de taxi vs ajedrez con reloj.
- ➢ Discreto / Continuo:
  - Es discreto si el número de posibles estados es finito (y suficientemente bajo). Ej: Crucigrama vs Conducción de taxi.

Arquitecturas de sistemas inteligentes

Modelos

- ➢ Reactivo: comport. intelig, surge de inter. con entorno más que de complejos procesos internos. No considera estados pasados, solo lo que ha percibido.
- ➢ Basados en el entorno: el sistema tiene en cuenta estados pasados, así como modelos de cómo “funciona” el entorno.
- ➢ Basados en objetivos: el sistema posee un modelo que le permite conocer en qué medida sus acciones conducirán hacia algunos objetivos establecidos.
- ➢ Basado en utilidad: emplea una función de utilidad que mide el rendimiento de un estado objetivo.
- ➢ Híbridos: combinación de los ya mencionados.
- ➢ Basado en conocimiento: el sistema dispone internamente de una representación del conocimiento necesario para tomar decisiones.
  - Reglas de producción, pizarra, ontología.
- ➢ 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.

  Formas de valorar el rendimiento. Tipos de aprendizaje:
  - Supervisado: a partir de ejemplos de los que se conoce su valoración.
    - Para cada uno, se compara la respuesta actual con la esperada.

        - La función de rendimiento se ajusta para minimizar las diferencias.
    - No supervisado: se dispone de ejemplos, pero se desconoce la clasificación de los mismos. El proceso permitirá aprender a diferenciar las clases.
    - Por esfuerzo: cada acción vendrá acompañada de una recompensa.
        - La función de rendimiento se ajustará progresivamente para tratar de maximizar las recompensas.
- ➢ Modelos unilaterales: info. fluye en una sola dirección, desde un agente o sistema hacia otro, sin interacción directa o retroalimentación entre ellos.
- ➢ Modelos bilaterales: info. y retroalimentación fluyen en ambas direcciones, permitiendo interacción bidireccional entre los agentes/sistemas involucrados.

Representación del conocimiento

- ➢ 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: se obtiene a partir del uso de la información y permite formar juicios, opiniones, predicciones o decisiones.
    - Implícito o tácito: adquirido por la experiencia. Difícil de extraer y codificar.
    - Explícito: adquirido por memorización a partir de conocimiento ya codificado.
- ➢ Mediante:
    - Lógica proposicional: utiliza proposiciones y conectores lógicos para razonar sobre afirmaciones verdaderas o falsas
    - Lógica de predicados: extensión de la anterior, permite representar relaciones y cuantificadores para afirmaciones más complejas e inferencias
    - Lógica difusa: maneja la incertidumbre y la imprecisión al asignar grados de verdad difusos a las proposiciones.
    - Reglas de producción: reglas condicionales que establecen relaciones causa-efecto.
    - Redes semánticas: representación gráfica mediante nodos y enlaces para mostrar relaciones semánticas entre conceptos
    - Marcos: estructuras de datos que organizan el conocimiento en forma de atributos y valores para representar objetos o situaciones.
    - Ontologías: modelos formales que representan conceptos, sus propiedades y las relaciones entre ellos en un dominio específico.
- ➢ 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 de los esquemas de representación.
  Cada uno es la capacidad de…:
    - Adecuación representacional: representar todo conoc. necesario en dominio.
    - Adecuación inferencial: manipular estructuras para inferir nuevo conoc..
    - Eficiencia inferencial: incorporar conoc. adicional para optimizar cómputos.
    - Eficiencia en la adquisición: capacidad para adquirir nuevo conocimiento.

Tipos de conocimiento

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

La IA se encuentra en...

- ➢ Red: son unos nodos fijos en la red los que proporcionan la IA.
    - Solo ellos precisan una potencia de cálculo que permite 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 afectados por la decisión.
    - Este proceso ha de ser muy rápido, prácticamente en tiempo real.
- ➢ Embebida: 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.
    - Desventaja: el sistema puede mostrar un comportamiento fragmentado en lugar de un colaborativo.
- ➢ Distribuida: 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.
- ➢ Puede verse como combinación de tecnologías más que como una entidad única
    - Visión por computador.
    - Aprendizaje automático.
    - Procesado de lenguaje natural…
- ➢ Sistema centrado en las personas que usa interfaces inteligentes e intuitivas embebidas en objetos en el entorno y que es capaz de reconocer la presencia de individuos y actuar de un modo transparente.
    - Ej: Alexa, Google Home.

- ***¿Qué se espera de los "Ambientes Inteligentes"?***
    1) Ser capaces de reconocer situaciones en las que pueden ayudar.
    2) Ser capaces de distinguir cuándo tienen permitido ofrecer ayuda.
    3) Ayudar de acuerdo a las preferencias y necesidades de las personas.
    4) Actuar de modo que no sea necesario un conocimiento experto del usuario.
    5) Garantizar la privacidad y seguridad de la información.
    6) Dar prioridad a la seguridad de las personas.
    7) Tener un comportamiento autónomo.
    8) Actuar sin forzar cambios en el entorno o en las rutinas de las personas.
    9) Respetar el principio de que el usuario manda y el ordenador obedece.

- ***Ética e inteligencia Ambiental:***
    - Leyes de la Robótica de Asimov:
        1) No causar daño.
        2) Obedecer.
        3) Autoconservación.
    - Dilema del tranvía → La Máquina Moral.

- ***ISTAG*** (Information Society Technologies Advisory Group)
    - Grupo asesor de la Comisión Europea en el campo de las TIC.
    - Da forma al concepto de Inteligencia Ambiental en 2001.
    - Requisitos (ISTAG 2001):
        - Hardware muy poco obstrusivo.
        - Infraestructura de comunicaciones "transparente".
        - Redes de dispositivos dinámicas y muy distribuidas.
        - Interfaces "naturales".
        - Fiabilidad y seguridad.

- ***AALIANCE*** (The European Ambient Assisted Living Innovation Platform)
    - Programa de la Comisión Europea enfocado al estudio de AAL mediante TIC.