

Tema 1. Introducción a los sistemas de inteligencia ambiental

Redes ambientales y computación ubicua

Contenidos

- ▶ Definición y evolución
- ▶ Tecnologías base para la inteligencia ambiental
 - ▶ MANETs, Redes Celulares, ...
 - ▶ WSN
 - ▶ RFID
 - ▶ **Análisis multimedia (audio, video, ...)**
 - ▶ **Sensorización, actuación**
 - ▶ **Métodos de toma de decisión**
- ▶ Tendencias futuras

Contenidos

- ▶ **Definición y evolución**
- ▶ **Tecnologías base para la inteligencia ambiental**
 - ▶ MANETs, Redes Celulares, ...
 - ▶ WSN
 - ▶ RFID
 - ▶ **Análisis multimedia (audio, video, ...)**
 - ▶ **Sensorización, actuación**
 - ▶ **Métodos de toma de decisión**
- ▶ **Tendencias futuras**

Definición y objetivos

- ▶ La Inteligencia Ambiental (Aml) hace referencia a entornos sensitivos capaces de anticiparse a las acciones humanas y de reaccionar dando soporte a las mismas.
- ▶ Concepto relativamente moderno (finales de los 90s y primera década de los 2000).
- ▶ El objetivo final es que la tecnología “desaparezca” y sólo es percibida cuando hay interactuación directa con el usuario.

¿Qué es la Inteligencia ambiental...?

En 2001 la
European Commission's Information Society Advisory Group (ISTAG)
Introduce como nuevo concepto: **Inteligencia Ambiental (Aml)**

El ISTAG *identifica* aquellos entornos con capacidad de **reconocer** a los usuarios e **interactuar** con ellos cooperando en las tareas que estén realizando.

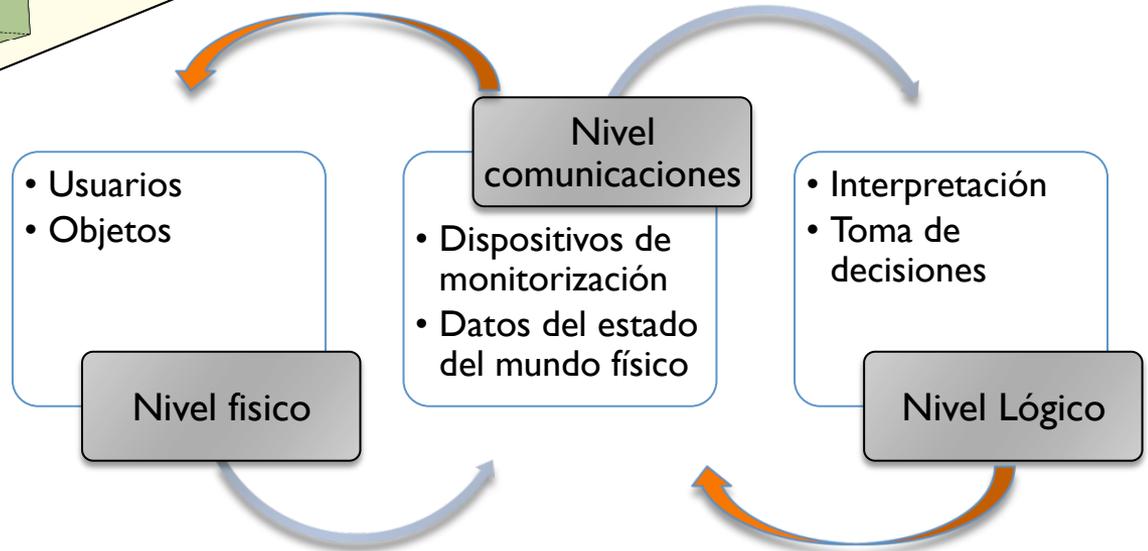
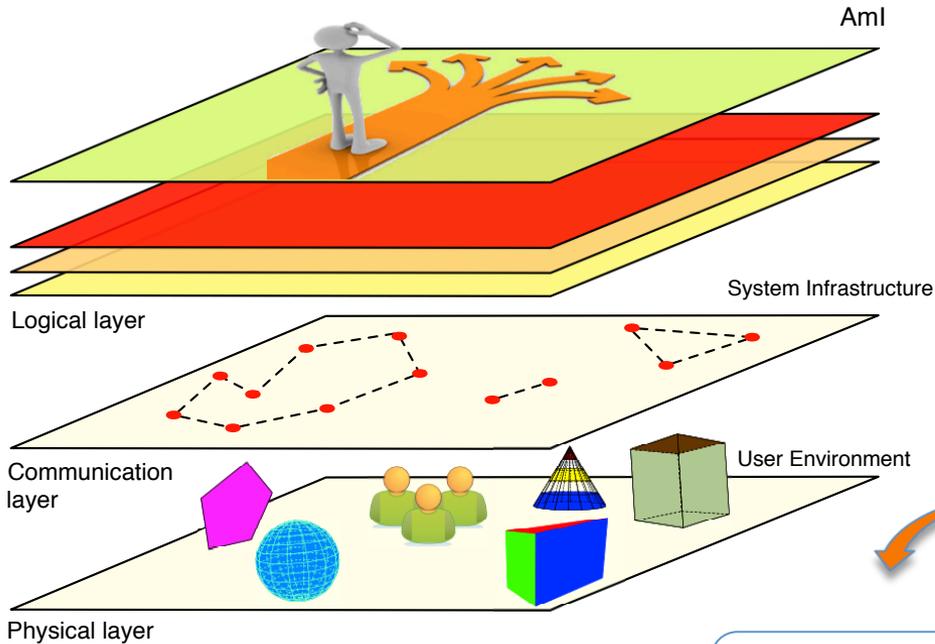
El objetivo de Aml es doble:

- No interferir en la actividad que desarrolla el usuario
- Incrementar las capacidades del usuario y sus posibilidades de éxito

Entorno del usuario



Esquema AmI

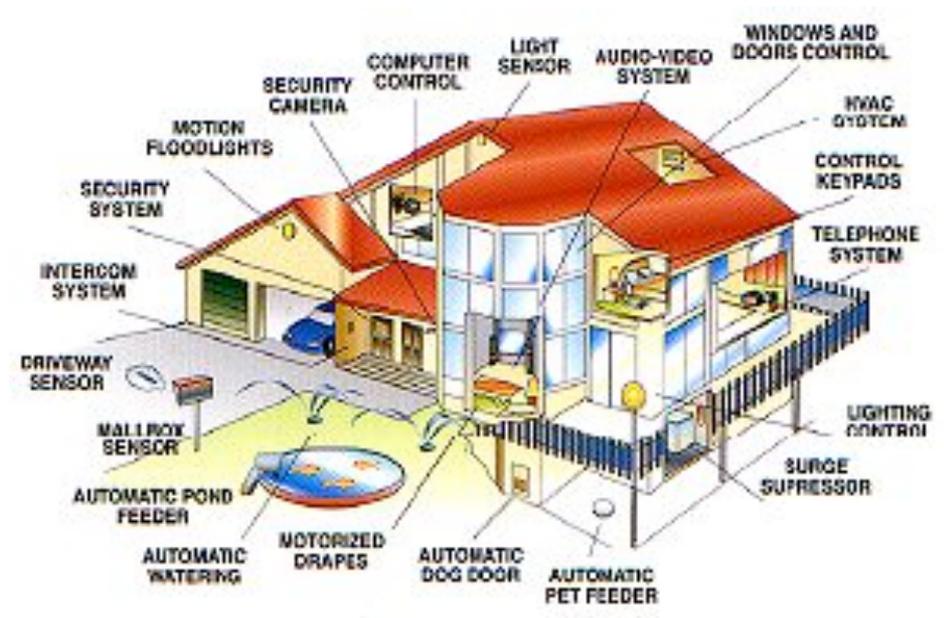


Definición y objetivos

- ▶ **¿Características básicas?**
 - ▶ Empotrados: diversos dispositivos de computo y comunicaciones integrados en el entorno
 - ▶ Conscientes del entorno: estos dispositivos reconocen a los usuarios y su entorno
 - ▶ Personalizados: acciones dependientes de cada usuario
 - ▶ Adaptativos: acciones dependientes de cada momento
 - ▶ Anticipativos: pueden anticipar las acciones humanas sin interacción directa

Definición y objetivos

- ▶ Ejemplo clásico: **domótica**
- ▶ Múltiples sensores y actuadores
- ▶ Interacción mínima del usuario para ofrecer servicios
- ▶ Toma de decisiones básica



Definición y objetivos: AMI

- ▶ **Objetivos en hogares domóticos:**
 - ▶ Ahorro energético
 - ▶ Automatización de tareas ajustándose a los usos y costumbres de los habitantes
 - ▶ Creación de ambientes adecuados para el descanso y el ocio.
 - ▶ Etc.
- ▶ **Ejemplos**
 - ▶ **Onebutton**
 - ▶ <http://onebuttonlife.com/#about>
 - ▶ Ejemplo: <https://youtu.be/-tqv-wXByoc>
 - ▶ **Viki Domotic System**
 - ▶ <http://vikiknows.ro/en/system.html>
 - ▶ Ejemplo: <https://youtu.be/bZ3QdzVBSk8>

Definición y objetivos AmI



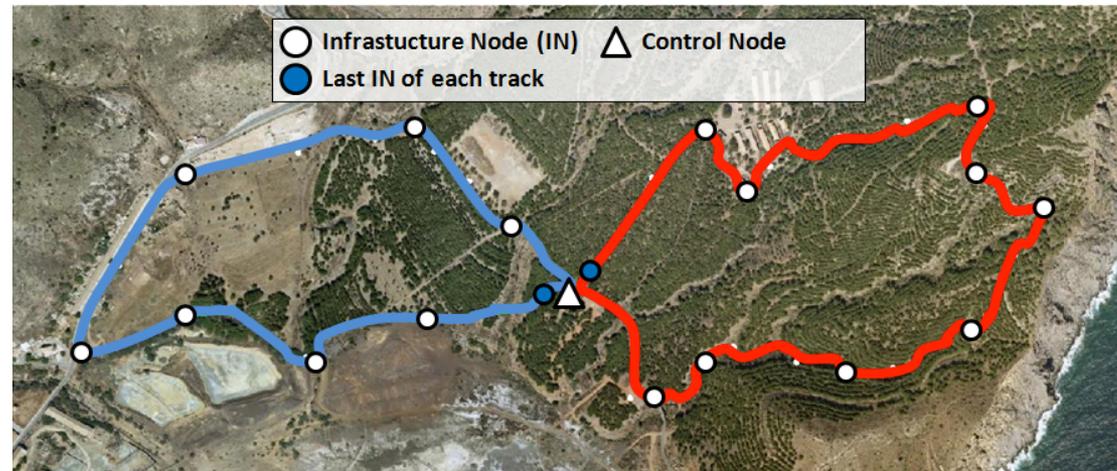
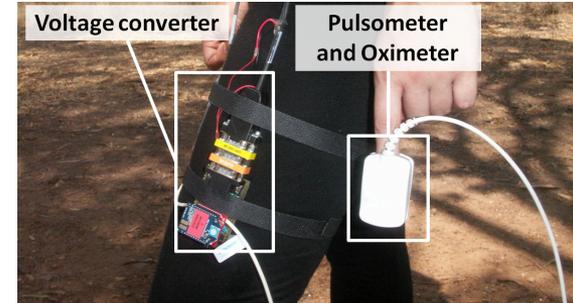
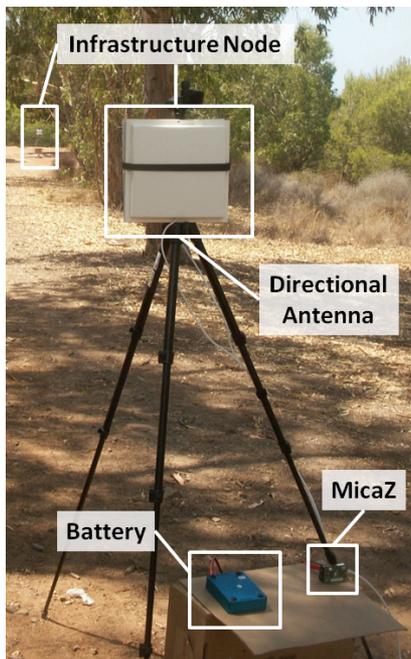
- ▶ En domótica tenemos sensorización del entorno y las personas.
- ▶ Hay una falta de 'inteligencia' que en AmI está implementada mediante procesos de toma de decisiones más complejos.

Definición y objetivos

- ▶ **Ejemplo: entrenamiento deportivo**
- ▶ Sensores biométricos y acelerómetros
- ▶ Interacción mínima del usuario para ofrecer servicios
- ▶ Toma de decisiones avanzada

- ▶ J.Vales-Alonso, P. López-Matencio, F.J. Gonzalez-Castaño, .Ambient intelligence systems for personalized sport training. *Sensors*, 10(3):2359–2385, 2010.
- ▶ J.Vales-Alonso, P. López-Matencio, J.J. Alcaraz, and J. García-Haro. Decision support in Aml sport environments. In *IEEE Sensors conference*, 2011
- ▶ Etc.

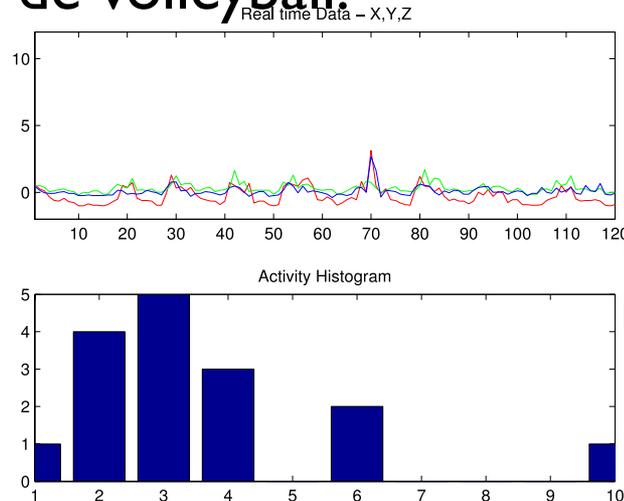
Definición y objetivos: Ejemplos AMI



Vídeo: <https://www.dropbox.com/s/w2g7fko7li63g8p/Paca%20Cinepack.avi?dl=0>

Definición y objetivos: Ejemplos AMI

- ▶ Sistema Aml para asistir a los entrenadores de equipos de élite de volleyball.



- ▶ J.Vales-Alonso, P. López-Matencio, J.Veiga-Gontán, P. B. Guirao, and J.Alcaraz. An effort control system for training elite team-sport athletes. In 2013 6th International Conference on Human System Interactions (HSI), pages 279–286. IEEE, 2013.
- ▶ J.Vales-Alonso, D. Chaves-Diéguez, P. López-Matencio, J. J.Alcaraz, F. J. Parrado-García, and F. J. González-Castaño. Saeta: A smart coaching assistant for professional volleyball training. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 45(8):1138–1150, 2015.
- ▶ Vídeo: <https://www.dropbox.com/s/aea90adxtycys8b/HSI2013v5.mov?dl=0>

Contenidos

- ▶ Definición y evolución
- ▶ **Tecnologías base para la inteligencia ambiental**
 - ▶ MANETs, Redes Celulares, ...
 - ▶ WSN
 - ▶ RFID
 - ▶ **Análisis multimedia (audio, video, ...)**
 - ▶ **Sensorización, actuación**
 - ▶ **Métodos de toma de decisión**
- ▶ Tendencias futuras

Tecnologías base para la inteligencia ambiental



TOMA DE DECISIONES:

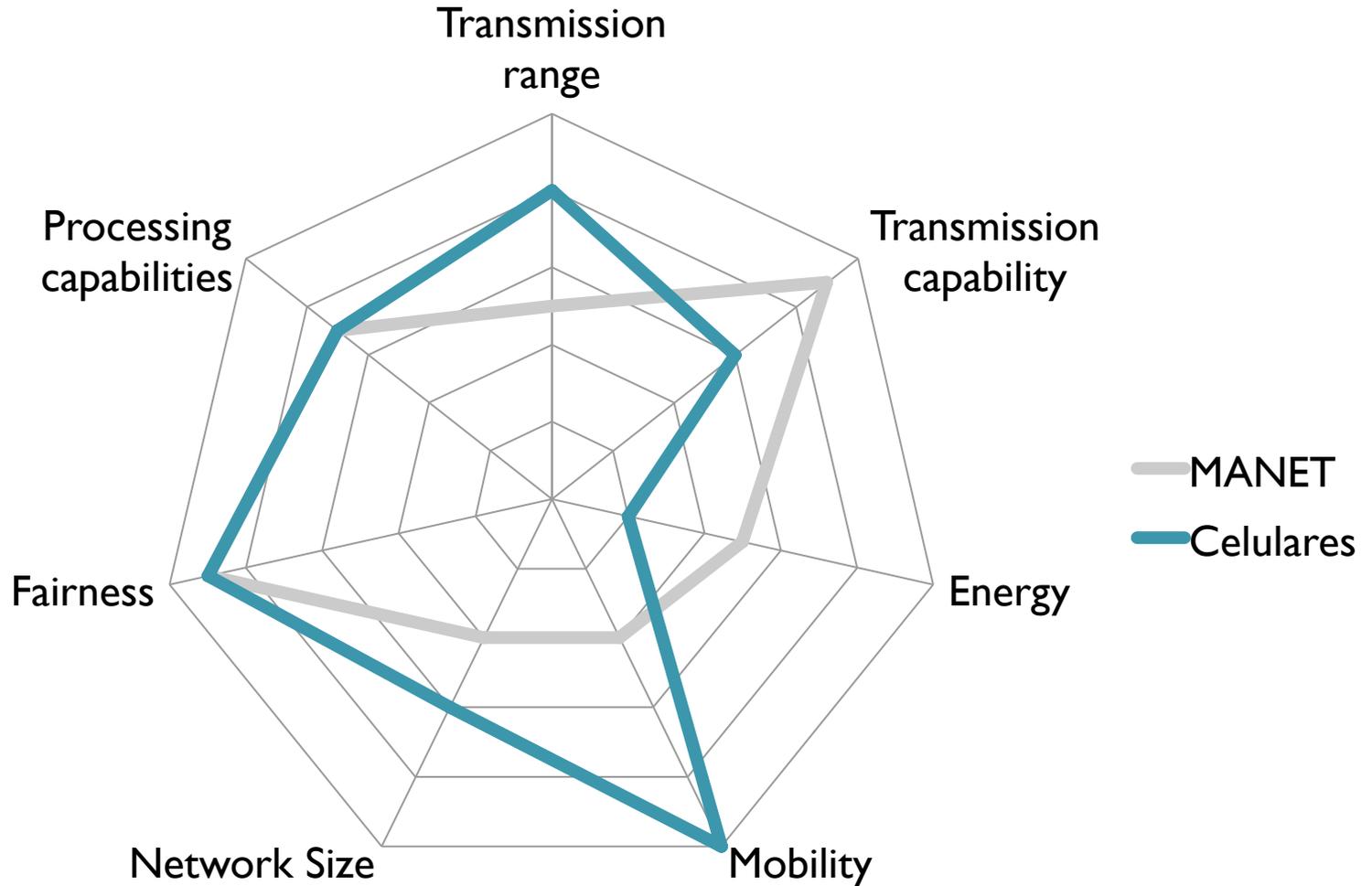
Programación matemática
Teoría de la decisión
Teoría de Juegos
Aprendizaje máquina
Lógica difusa
...



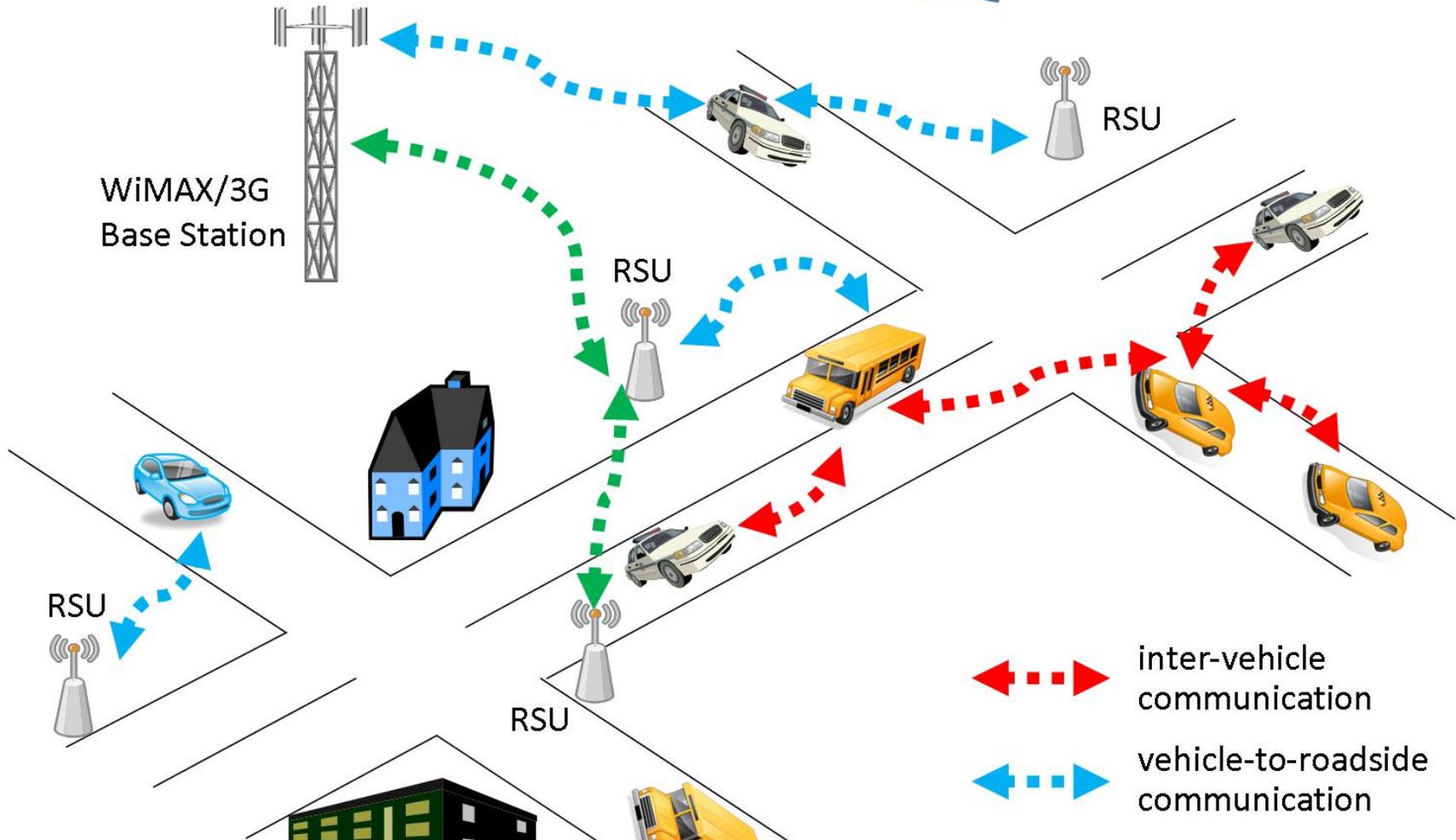
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: MANETs, Redes Celulares,...

- ▶ **Objetivo:** Transporte de la información de usuario (puede ser necesario un gran ancho de banda y baja latencia):
 - ▶ Señales multimedia: video/ audio, profundidad, etc.

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: MANETs, Celulares, ...



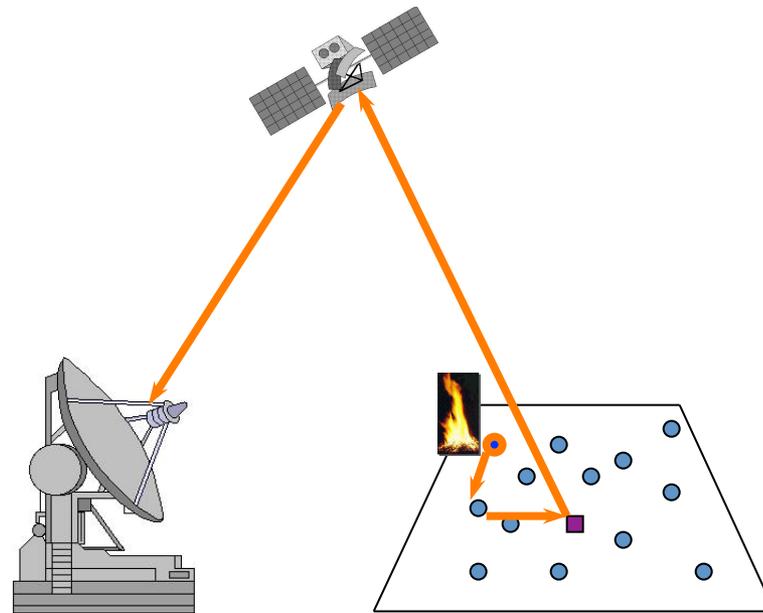
MANET ej: VANETs,SPAN's



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: **WSN**

- ▶ **Objetivo:** Exploración de magnitudes físicas en una zona de interés.
 - ▶ Aplicaciones militares: vigilancia y reconocimiento.
 - ▶ Aplicaciones civiles: monitorización zonas de desastres, gestión inventarios, monitorización agrícola, etc.
 - ▶ Todos los nodos trabajan en pro de una tarea global

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Arquitectura de una WSN



Nodos sumideros (*sink nodes*)

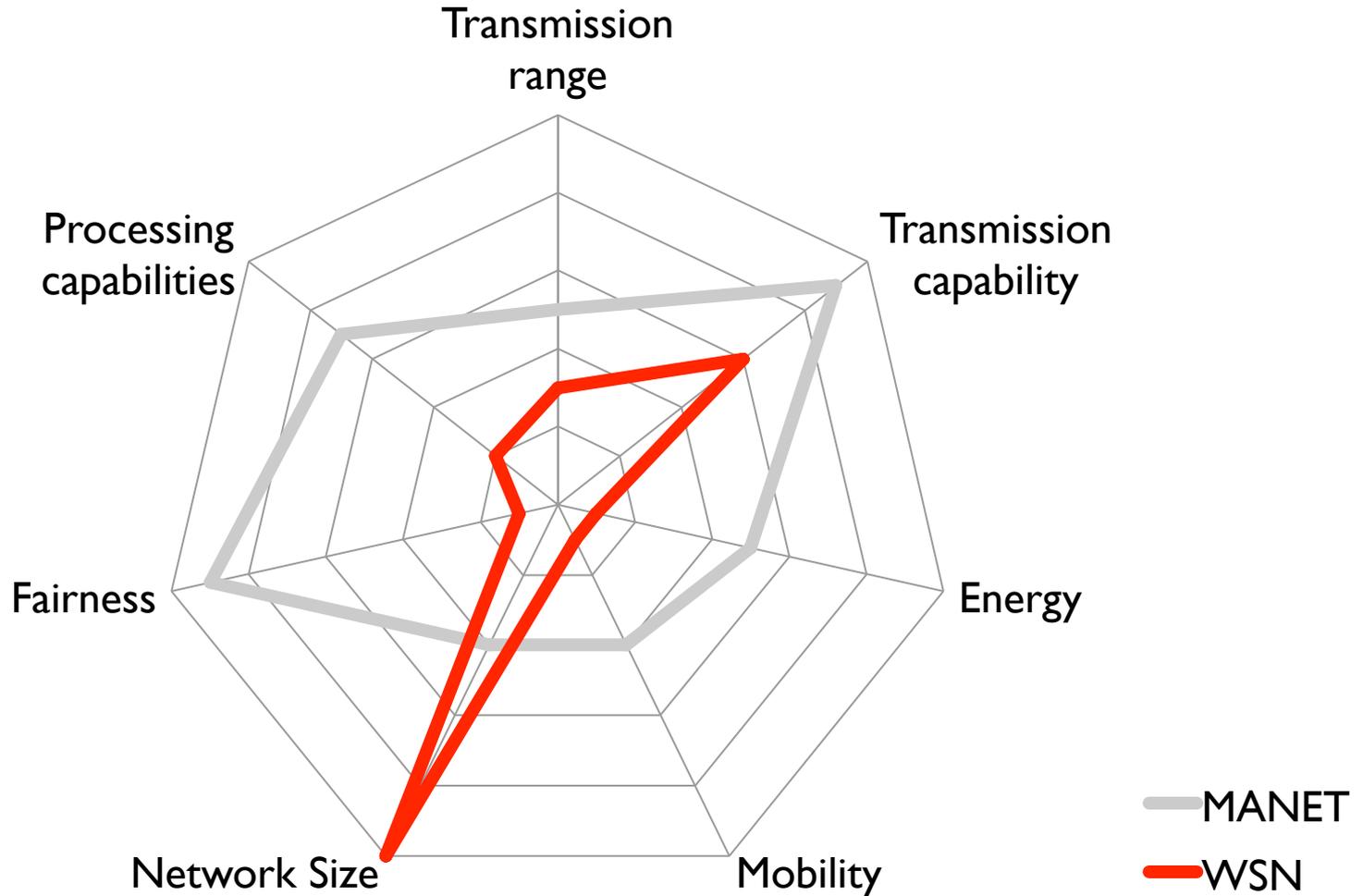


Nodos regulares

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

- ▶ Propiedades generales redes *ad-hoc*
 - ▶ Ausencia infraestructura de red
 - ▶ ???
 - ▶ Carácter temporal
 - ▶ Fácil y rápido despliegue
 - ▶ Movilidad -> cambio de rutas (routing dinámico)
 - ▶ Nodos son equipos finales y routers
 - ▶ Nodos homogéneos/heterogéneos
 - ▶ Limitación energética de los nodos
 - ▶ ...

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: WSN



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

- ▶ Elevado orden de magnitud del número de nodos
 - ▶ Desde miles de nodos hasta millones de unidades
- ▶ Posicionamiento aleatorio
 - ▶ Elevada capacidad de auto-organización
- ▶ Normalmente no se considera movilidad
- ▶ Funcionamiento cooperativo
 - ▶ Tarea común
 - ▶ *Fallo individual no resulta fundamental para el rendimiento*

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

- ▶ **Capacidad nodos severamente limitada**
 - ▶ Cálculo
 - ▶ Almacenamiento
 - ▶ Comunicación
- ▶ **Nodos de muy bajo coste**



Moteiv

CARACTERISTICAS

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

- ▶ **Patrones de tráfico especiales**
 - ▶ Tasas de datos reducidas (1-200 bytes/s)
 - ▶ Paquetes de datos (20-25 bytes)
 - ▶ Transmisión de información periódica → “AGREGACIÓN”
 - ▶ Transmisión de alarmas (redundancia local de la información) → “LOCAL GOSSIP”

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

► REQUISITO ESENCIAL:



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

► REQUISITO ESENCIAL:



ENERGÍA!!

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Características WSN

- ▶ **Otros requisitos:**
 - ▶ **Simplicidad de los protocolos**
 - ▶ **Secundariamente:**
 - ▶ Latencia
 - ▶ Caudal
 - ▶ “Justicia”

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de acceso al medio en WSN

- ▶ **Objetivo: uso eficiente de los recursos del canal radio.**
- ▶ **El mayor gasto energético en los sensores se debe a la potencia gastada en la etapa de radio**
- ▶

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de acceso al medio en WSN

- ▶ Estados posibles de la interfaz de radio:
 - ▶ Transmisión
 - ▶ Escucha
 - ▶ Apagada
- ▶ $P_{tx} \sim P_{rx}$
- ▶ $P_{idle} \ll P_{tx}$

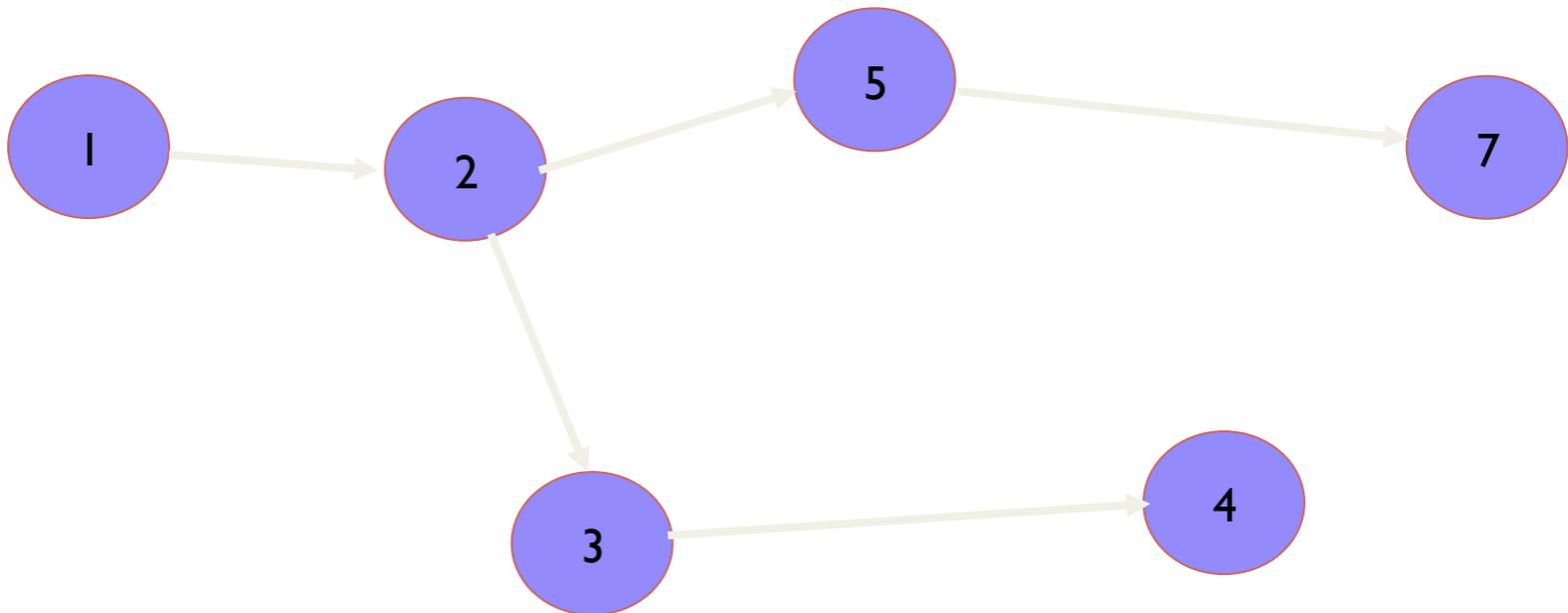
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de acceso al medio en WSN

- ▶ **Fuentes del gasto energético:**
 - ▶ *Idle listening* (puesto que el nodo no sabe cuando va a recibir un mensaje debe estar a la escucha)
 - ▶ Colisiones
 - ▶ Recepción de paquetes “inútiles” (destinados a otros nodos, sobrecarga de los protocolos)

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de red en WSN

► Redes convencionales

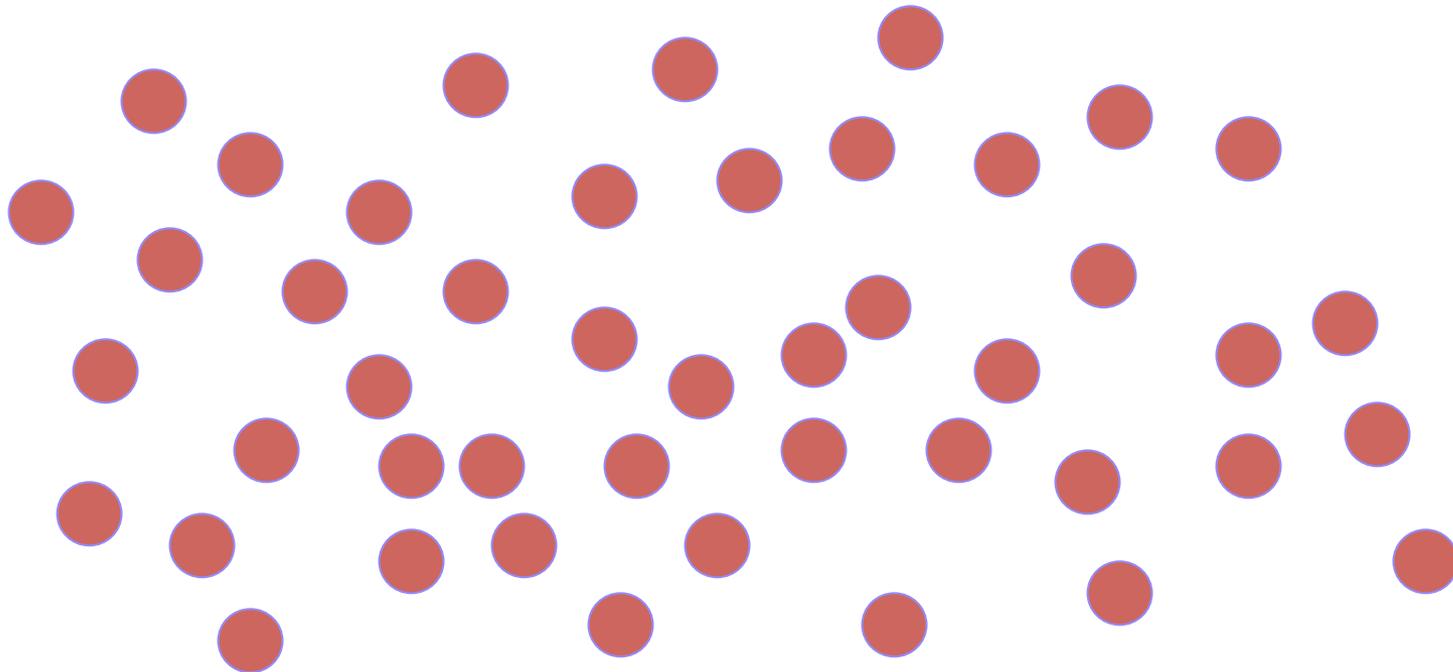
- Objetivo: hallar caminos óptimos (en caudal y latencia) entre pares de nodos



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de red en WSN

▶ WSN

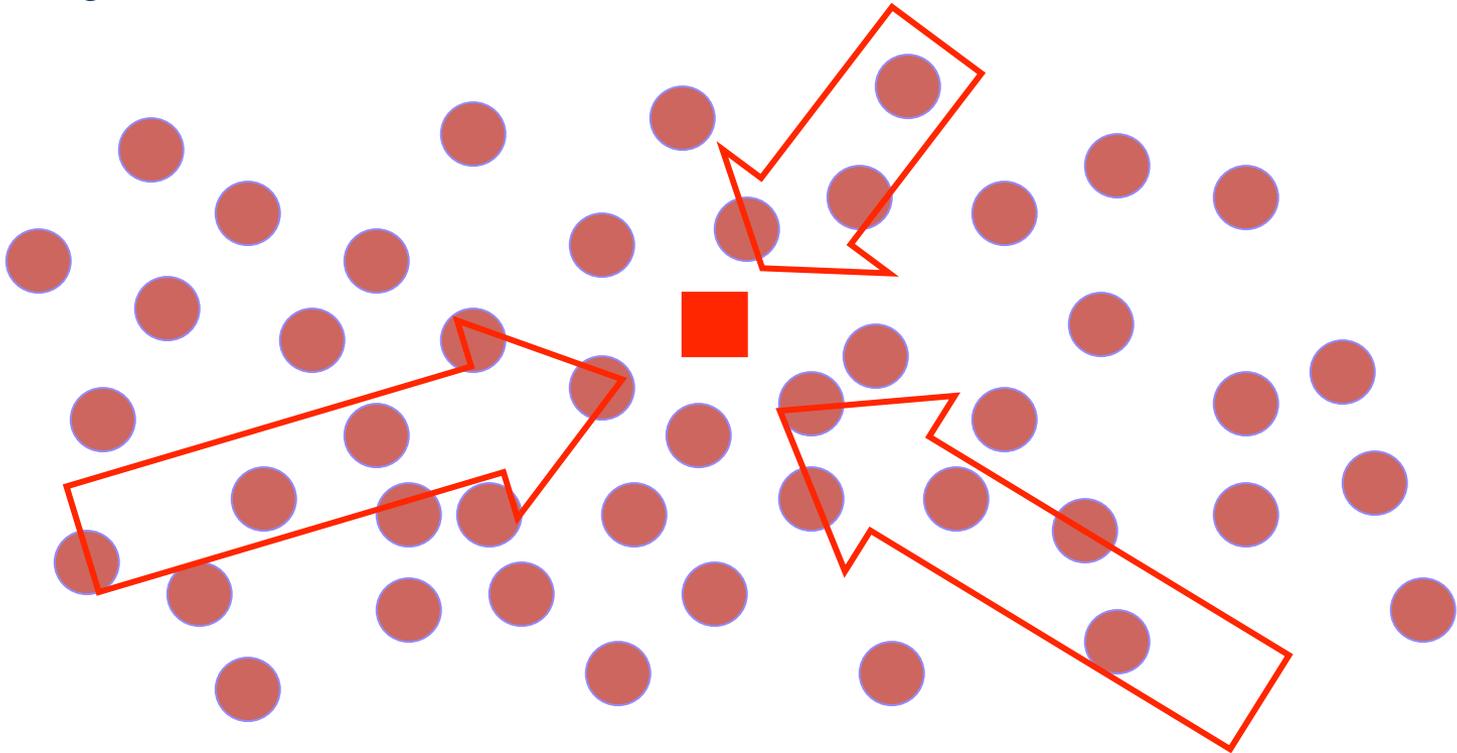
▶ Objetivo: ?



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de red en WSN

▶ WSN

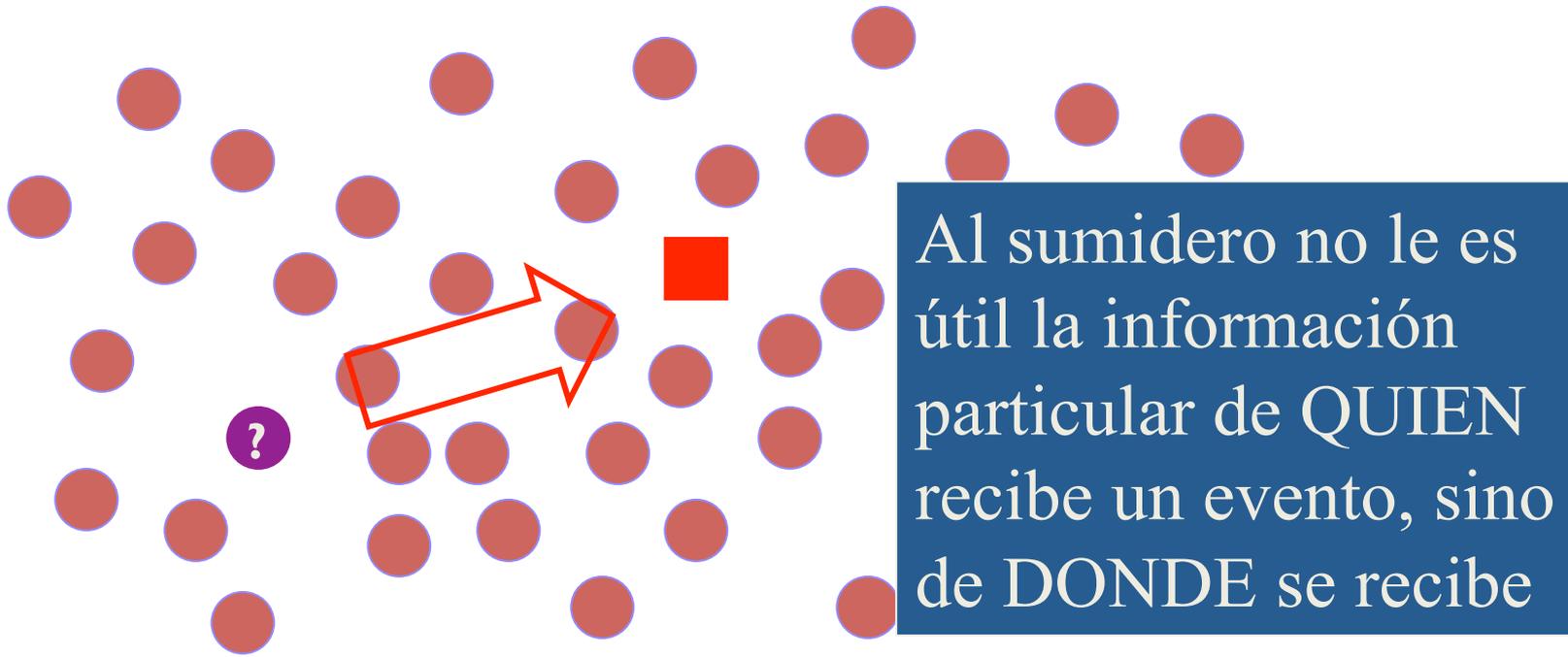
- ▶ Flujos de información desde nodos a sumideros



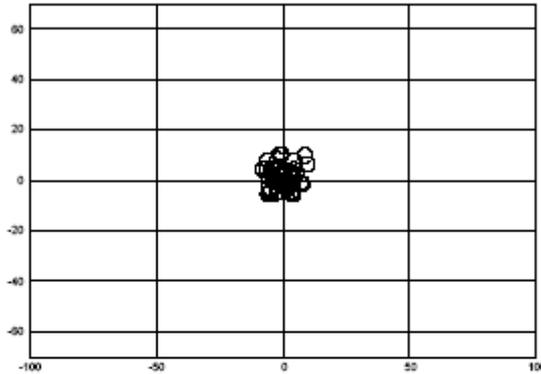
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos de red en WSN

▶ WSN

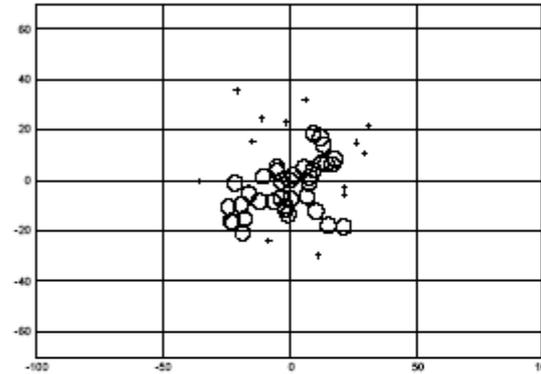
- ▶ Los nodos no poseen dirección de “red”



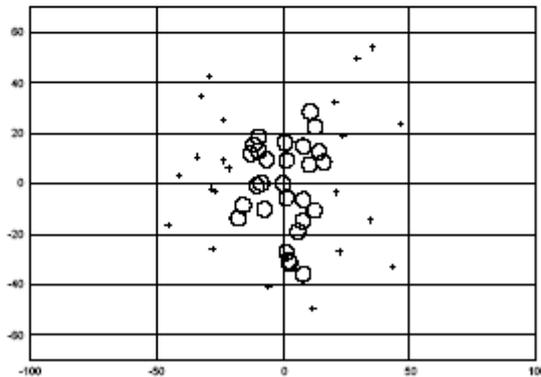
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Planificación de red en WSN



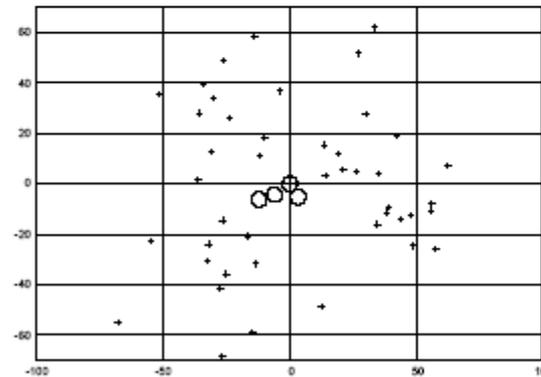
(a) $\sigma = 5$



(b) $\sigma = 15$



(c) $\sigma = 25$



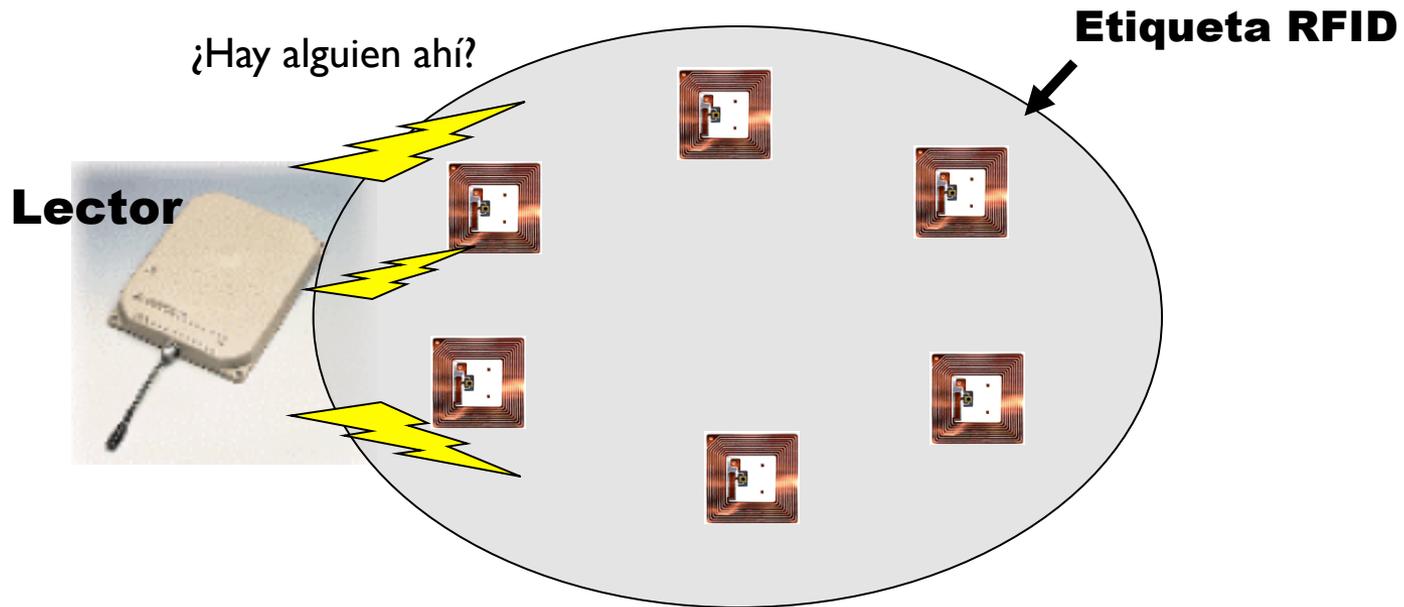
(d) $\sigma = 35$

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: RFID

- ▶ Alternativa a los sistemas de identificación convencionales (códigos de barras)
- ▶ Clasificación:
 - ▶ Pasivos (sin fuente de energía propia) → Pequeño rango de comunicación, dispositivos extremadamente limitados
 - ▶ Activos (con fuente de energía) → Conceptualmente similar al hardware de redes de
- ▶ Principal requisito
 - ▶ Identificación de todos los *tags* en el menor tiempo posible

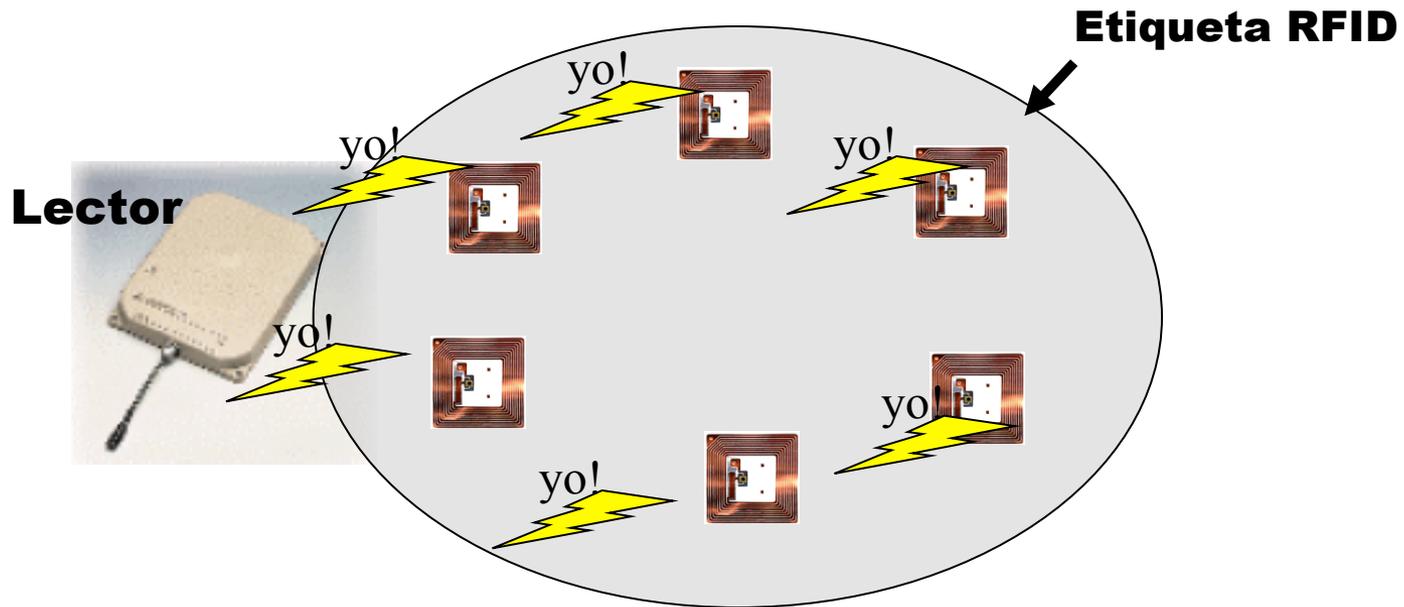
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: RFID

- ▶ Problema fundamental RFID: Identificación de un número elevado de *tags* en un tiempo acotado.



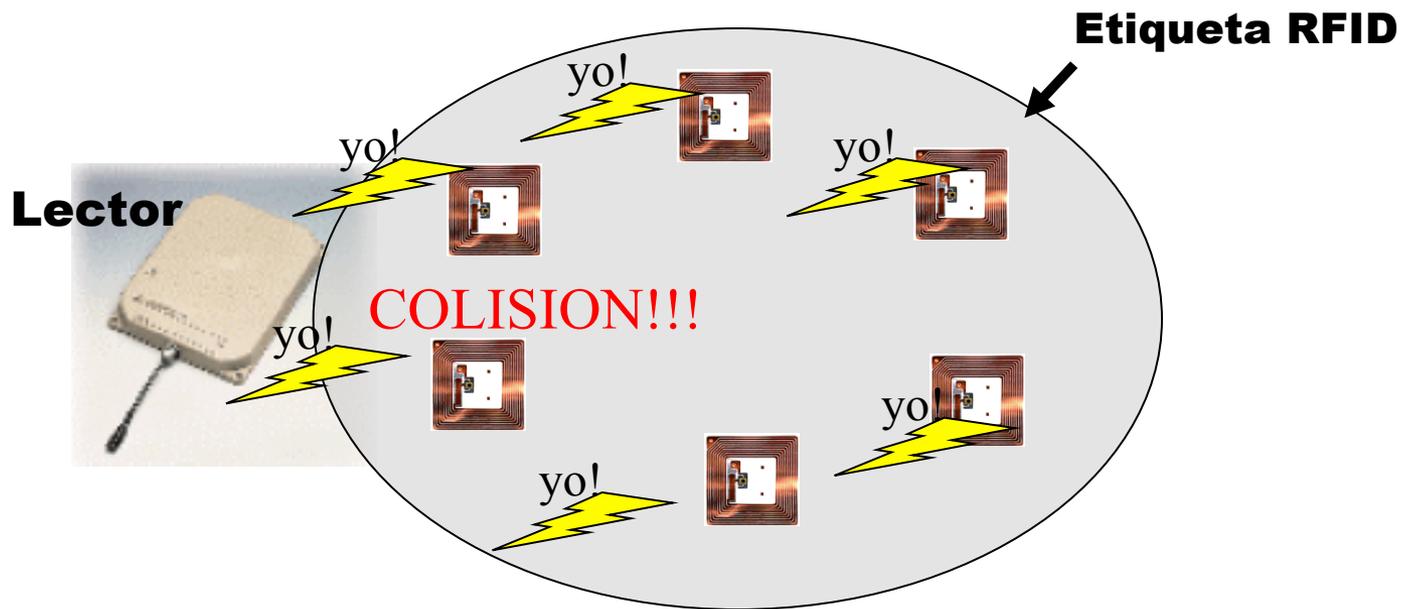
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: RFID

- ▶ Problema fundamental RFID: Identificación de un número elevado de tags en un tiempo acotado.

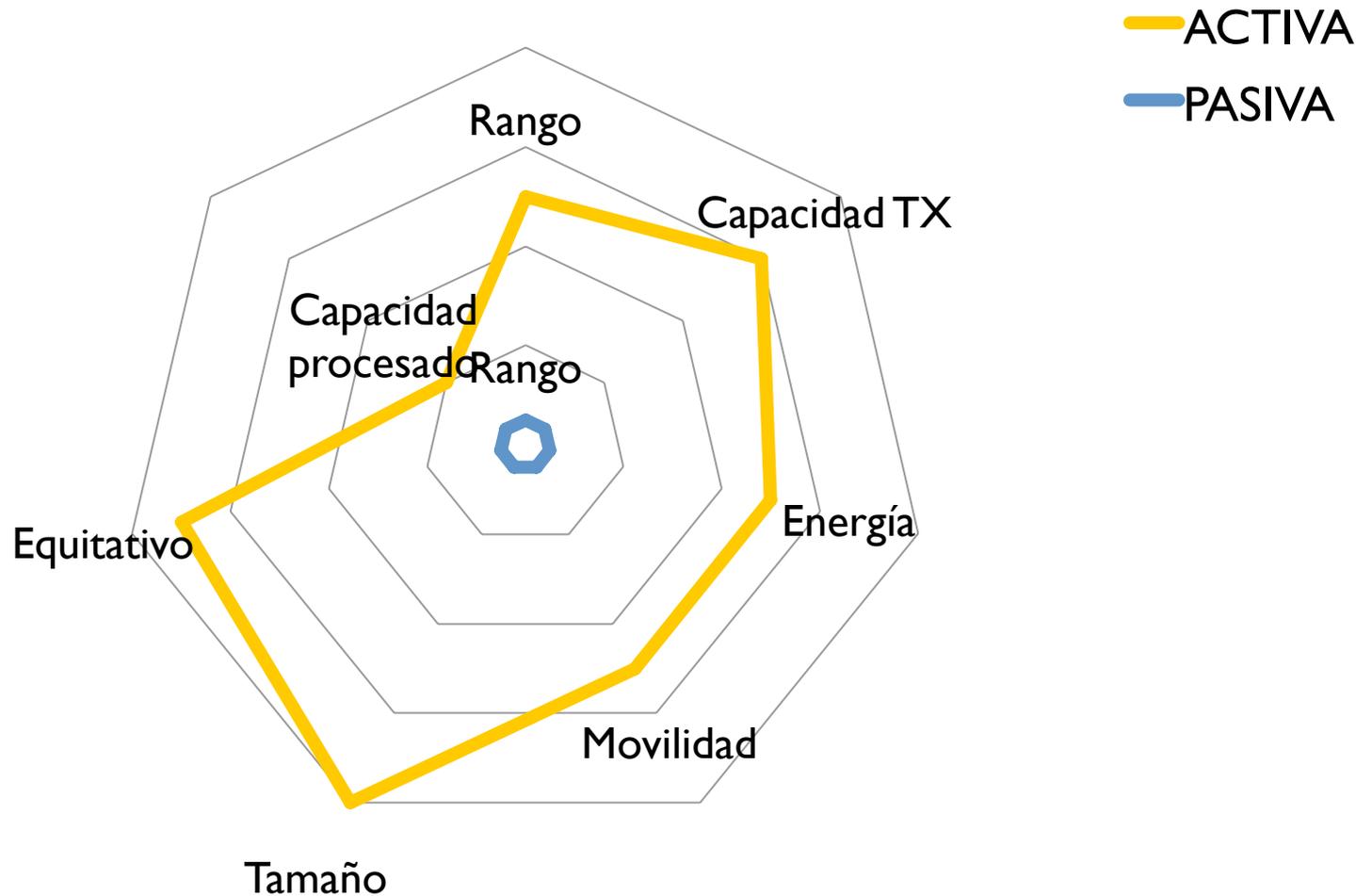


Tecnologías base para la inteligencia ambiental: RFID

- ▶ Necesidad de inclusión de un protocolo anticollisiones



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: RFID PASIVA vs ACTIVA



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Objetivos de diseño en RFID

RFID PASIVA

- ▶ Garantizar lectura de todos los tags en cobertura
- ▶ Minimizar tiempo medio de lectura

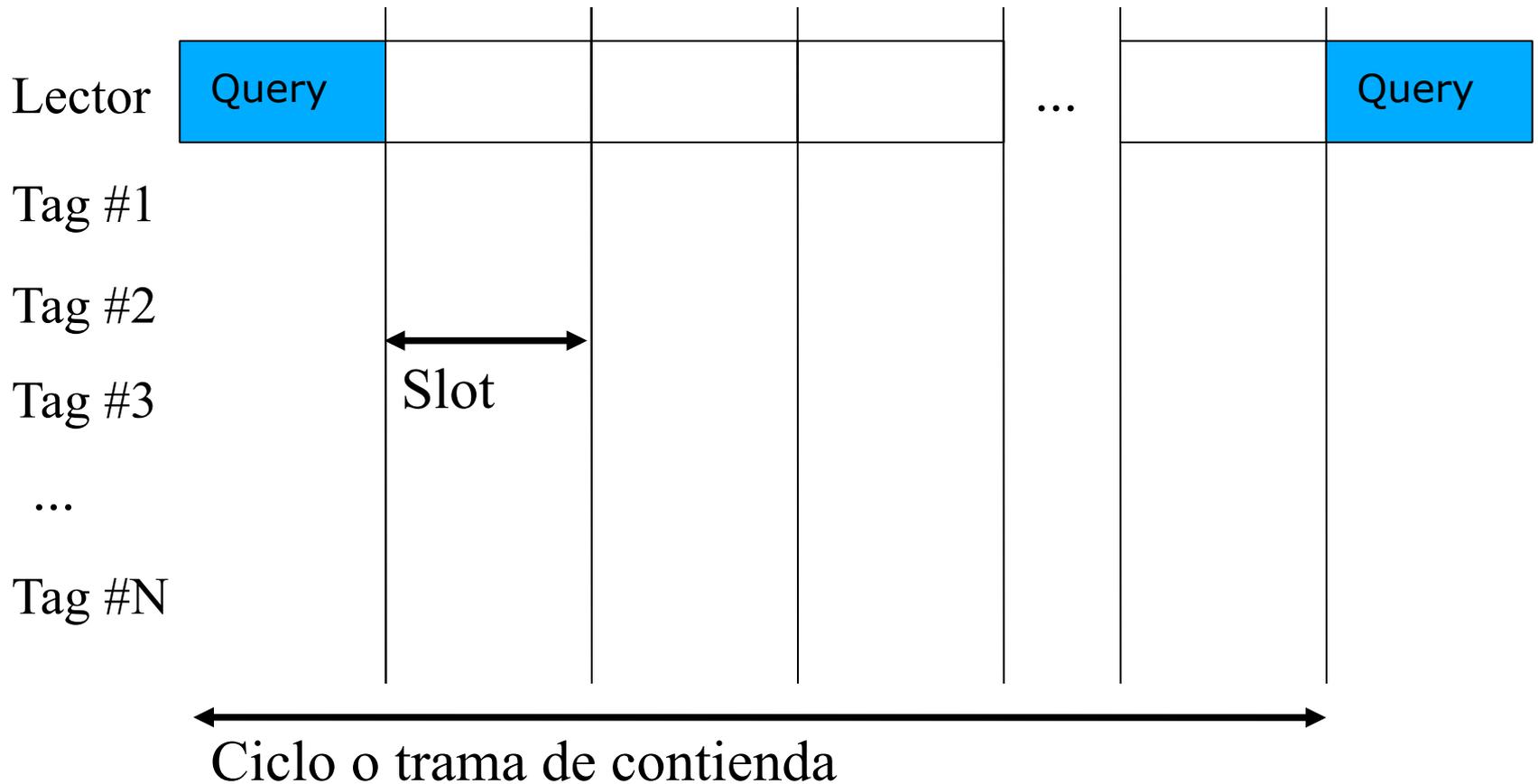
RFID ACTIVA

- ▶ Garantizar lectura de todos los tags en cobertura
- ▶ Minimizar tiempo medio de lectura
- ▶ **Maximizar duración de las baterías**

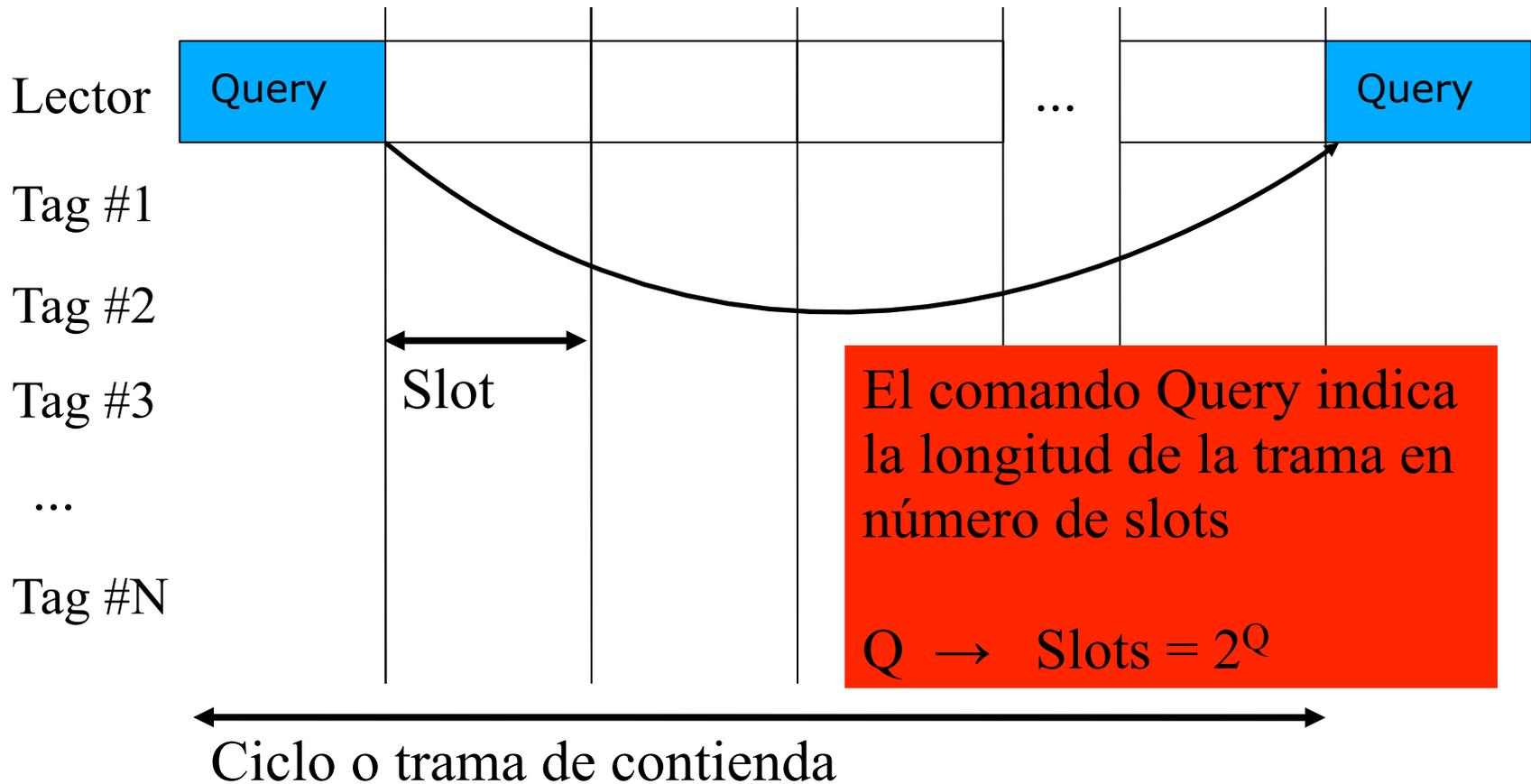
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Protocolos anti-colisión en RFID

- ▶ Algoritmos de *splitting*
 - ▶ Deterministas
 - ▶ Tiempo de identificación acotado y buen rendimiento medio
 - ▶ Ofrecen garantías de identificación
- ▶ **Algoritmos probabilísticos**
 - ▶ Aleatorios
 - ▶ Buen desempeño en tiempos medios
 - ▶ Pero... tiempo de identificación no acotado
 - ▶ Estándar: EPCGen Class 1 Gen 2

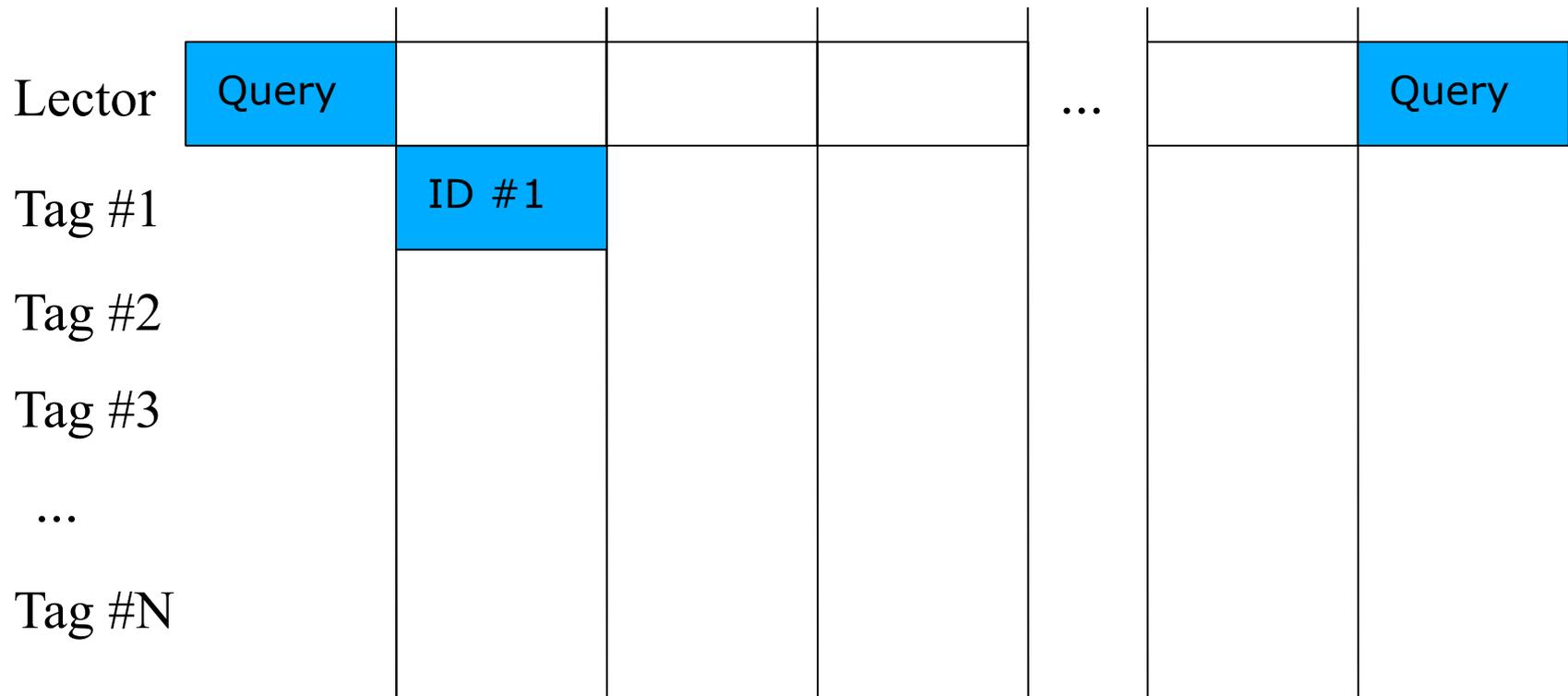
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Framed Slotted Aloha (FSA)



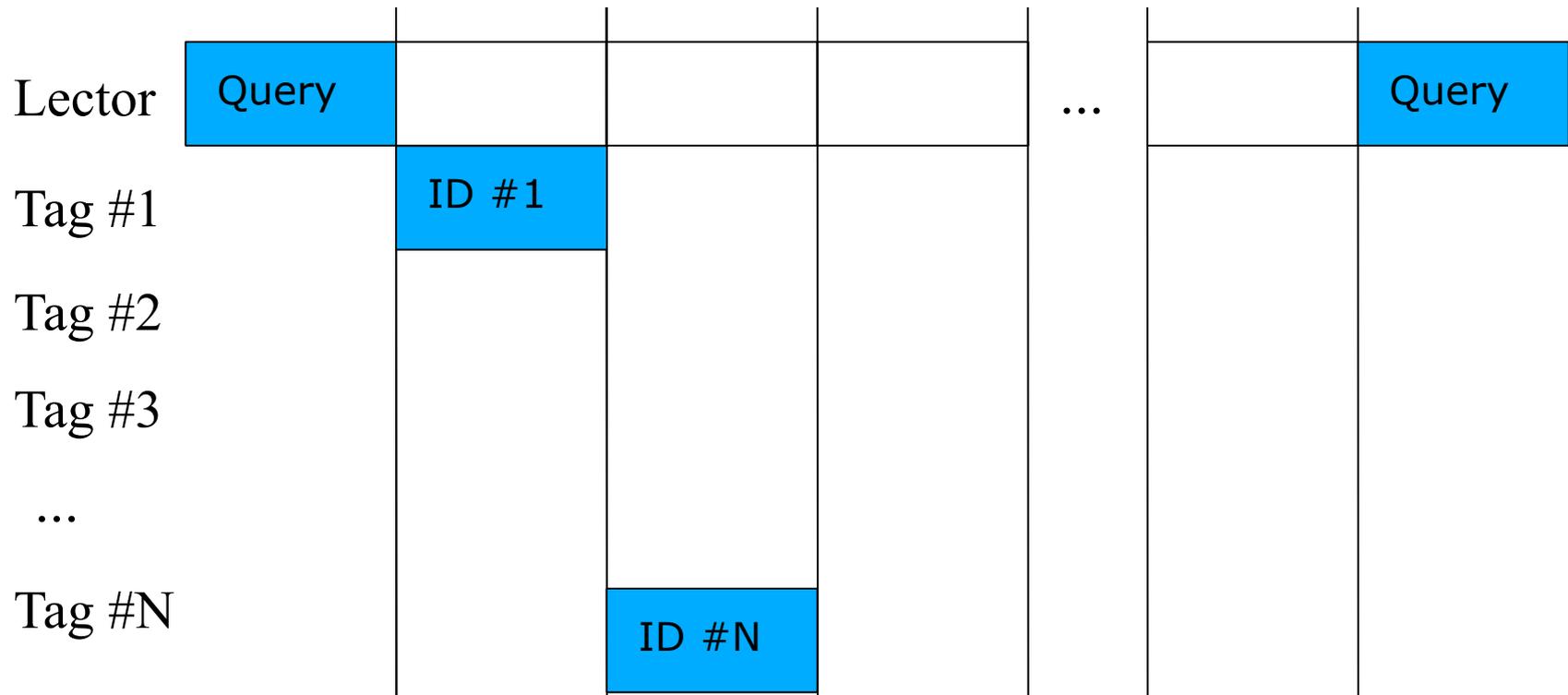
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Framed Slotted Aloha (FSA) (II)



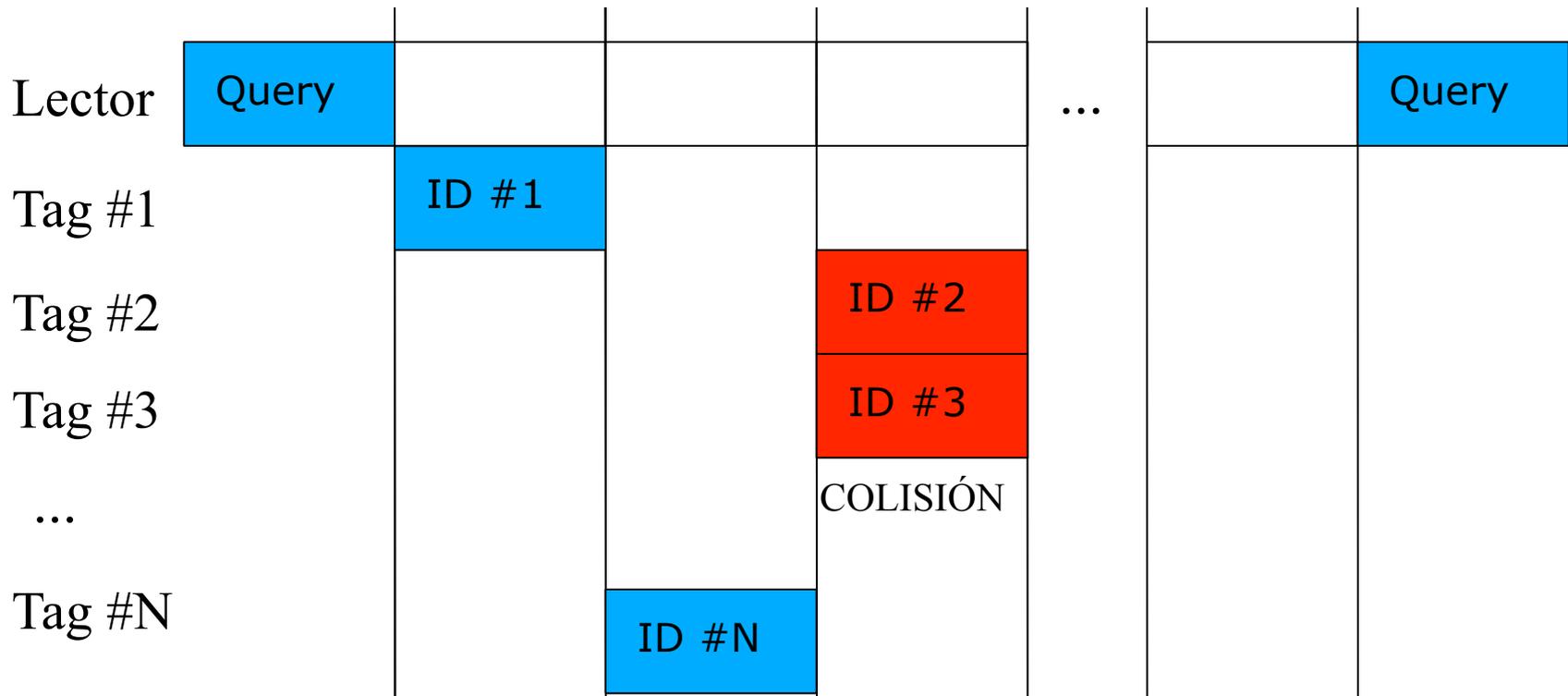
Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Framed Slotted Aloha (FSA) (III)



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Framed Slotted Aloha (FSA) (IV)



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Framed Slotted Aloha (FSA) (V)



Contenidos

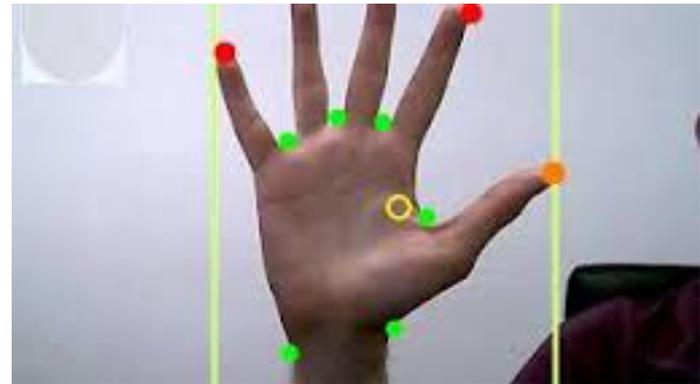
- ▶ Definición y evolución
- ▶ Tecnologías base para la inteligencia ambiental
 - ▶ MANETs, Redes Celulares, ...
 - ▶ WSN
 - ▶ RFID
 - ▶ **Análisis multimedia (audio, video, ...)**
 - ▶ Sensorización, actuación
 - ▶ Métodos de toma de decisión
- ▶ Tendencias futuras

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

- ▶ Ejemplos procesamiento multimedia
- ▶ La mayoría realizados mediante librerías abiertas **openCV:**

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

- ▶ Seguimiento de objetos
- ▶ Vídeo ejemplo, fuente: <http://www.Lirtex.com>
 - ▶ <https://youtu.be/CigGvt3DXlw>



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

- ▶ Detección básica de caras y gestos
- ▶ Vídeo ejemplo: https://youtu.be/yFSPnu6_TZY
Autor: Cristophe Hesters



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

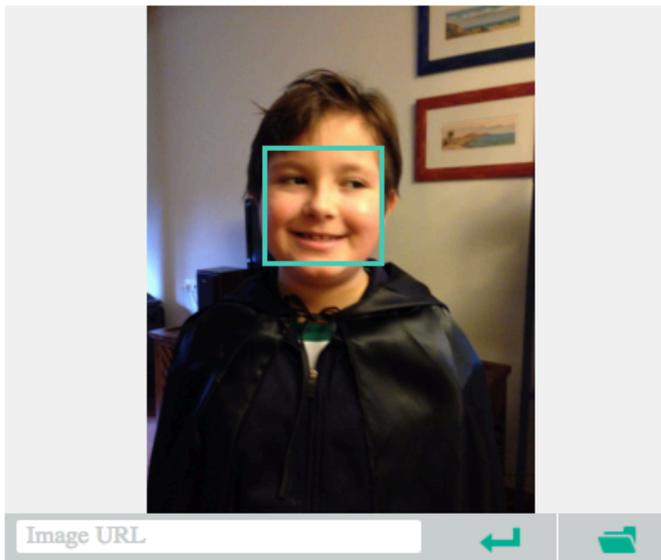
► Emotion recognition

► <https://www.projectoxford.ai/demo/Emotion#detection>

Emotion Recognition

Identify emotions communicated by the facial expressions in an image. Please click the image samples to see how Emotion API uses world-class machine learning techniques to provide these results. You can also click the open image button or drag-and-drop to upload your own images, or input a URL for a remote image.

- Image resolution $\geq 36 \times 36$ pixels and the file size < 4 MB, Supported image formats include: JPEG, PNG, GIF(the first frame), BMP.
- The frontal and near-frontal faces have the best results. And the maximum returning faces is set to 64 for each image.
- Recognition is experimental, and not always accurate.
- P.S. We don't keep your images for this demo. ⓘ



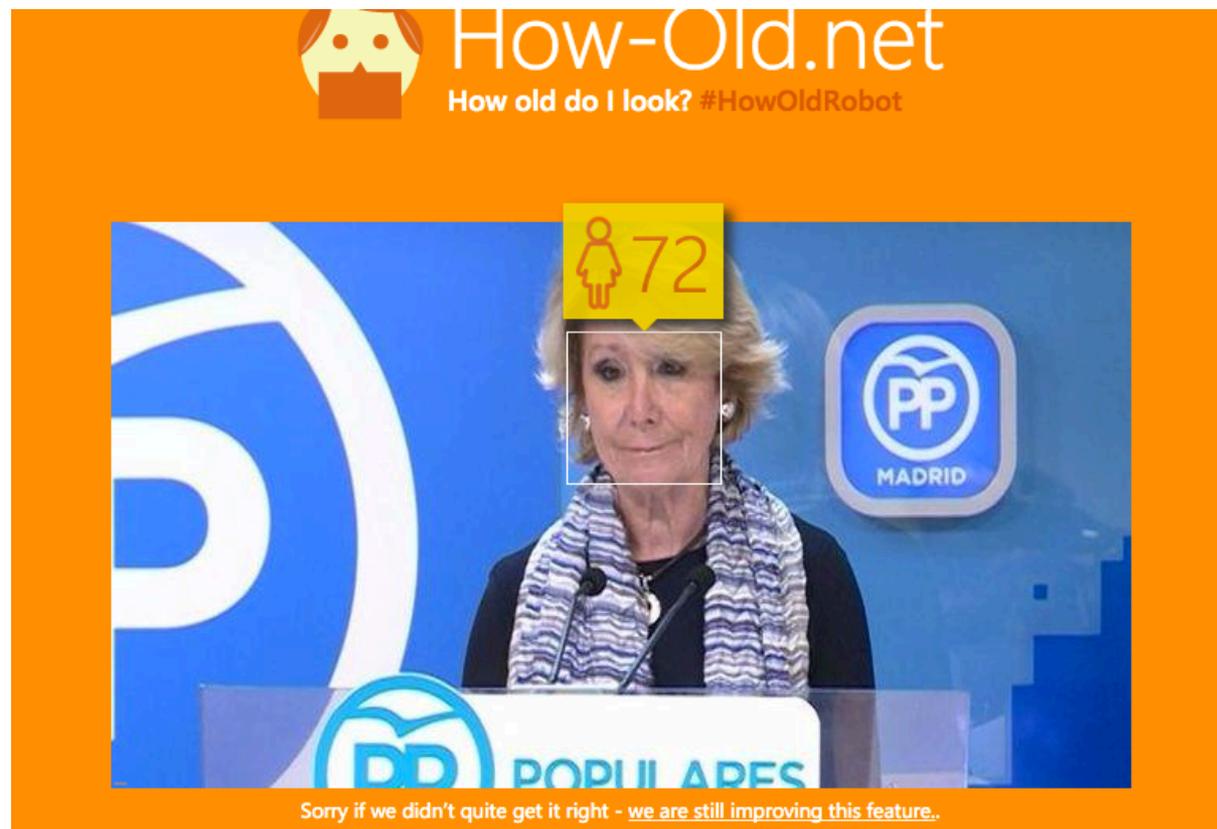
```
{
  "faceRectangle": {
    "left": 730,
    "top": 897,
    "width": 777,
    "height": 777
  },
  "scores": {
    "anger": 2.91027389e-18,
    "contempt": 1.104408e-12,
    "disgust": 7.186694e-18,
    "fear": 1.2776319e-19,
    "happiness": 0.99999994,
    "neutral": 4.932434e-8,
    "sadness": 3.49737654e-17,
    "surprise": 1.33508038e-12
  }
}
```

Help Us Improve

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

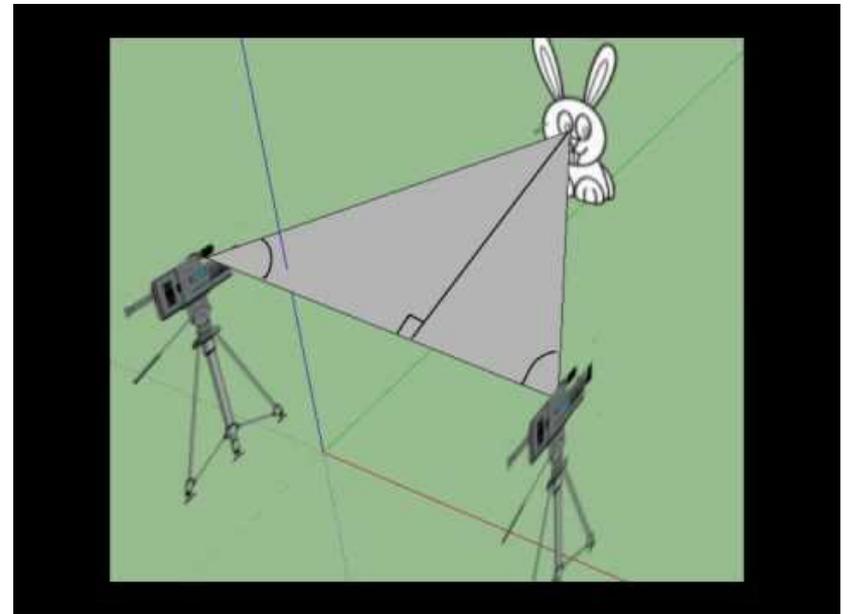
- ▶ Detección de la Edad

- ▶ <http://how-old.net/>



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Procesamiento multimedia

- ▶ Funcionamiento de MS Kinect para detectar distancia de los objetos
- ▶ Vídeo explicativo: <https://youtu.be/uq9SEJxZiUg>

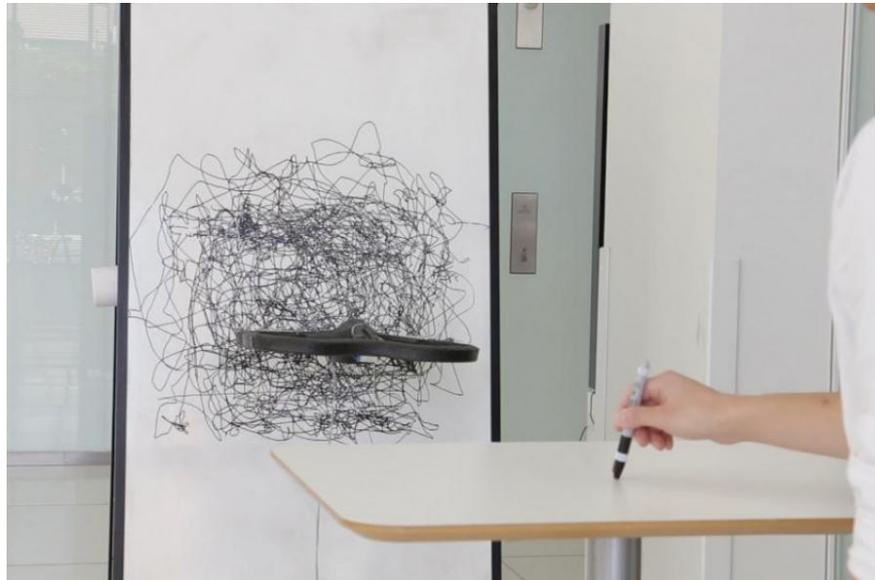


Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Tendencias futuras

Interfaces hombre máquina transparentes

Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Tendencias futuras

- ▶ A flying pantograph: Sistema que traduce acciones de dibujo humanas en acciones en un drone.
- ▶ Fuente: MIT Media Lab
 - ▶ <http://fluid.media.mit.edu/projects/pantograph>
- ▶ Ejemplo: <https://vimeo.com/157484947>



Tecnologías base para la inteligencia ambiental: Tendencias futuras

- ▶ Nuevos Interfaces de Acceso a la Información
- ▶ Ejemplo: SixthSense, Integrating Information with the real world
- ▶ <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>



Vídeo:

- ▶ https://www.ted.com/talks/pattie_maes_demos_the_sixth_sense?language=es#t-15314