

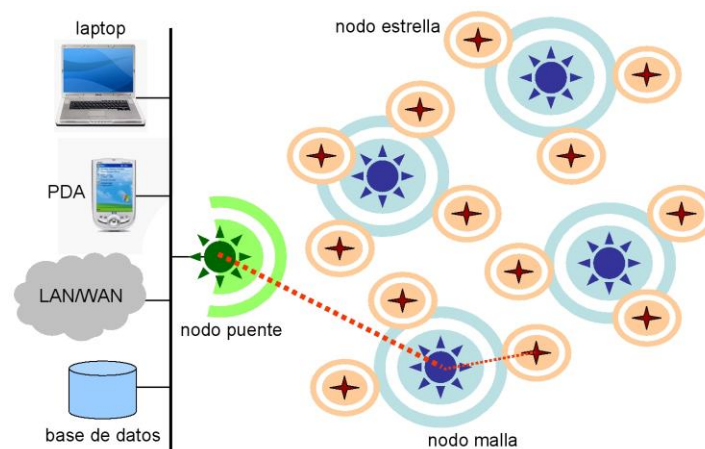
## Redes de sensores inalámbricos

Francisco Ramos Pascual. Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia.

<http://www.radioptica.com>

Hoy en día los sensores pueden encontrarse en gran número de sistemas y dispositivos electrónicos. La mayor parte de estos sensores adolecen de la capacidad de procesar y analizar los datos que detectan, limitándose a funcionar como un transductor que realiza la medición de una o más variables del entorno y envía dicha información a un procesador central. Sin embargo, los investigadores predicen la llegada de una nueva generación de sensores, dotados de inteligencia propia, capaces de organizarse a sí mismos y de interconectarse de forma inalámbrica con otros semejantes. Surgen así las llamadas redes de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Networks, WSN), consistentes en macroredes ad-hoc formadas por multitud de sensores individuales que intercambian información entre sí sin necesidad de cables y mediante un protocolo de comunicación pre-establecido.

En los últimos años, varios laboratorios de investigación, y especialmente multinacionales como Intel, han apostado fuertemente por esta tecnología. En diversos informes se augura que este tipo de redes conllevarán una revolución tecnológica similar a la que tuvo la aparición de Internet. De hecho, DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), institución dependiente del Departamento de Defensa estadounidense, también se ha involucrado en el desarrollo de este tipo de redes. Ya se habla de redes de vigilancia global del planeta, capaces de registrar los hábitos de la gente, realizar un seguimiento de personas y mercancías concretas, monitorizar el tráfico, etc. Aunque para ello habrá que esperar todavía unos años, sí que han surgido múltiples iniciativas y proyectos de investigación de enorme interés y aplicabilidad práctica. En este artículo describiremos algunas de estas experiencias que demuestran el potencial de esta tecnología.



**Figura 1: Ejemplo de red de sensores inalámbricos (WSN).**

## **Aplicaciones agrícolas**

La agricultura constituye una de las áreas donde se prevé que pueda implantarse con mayor rapidez este tipo de tecnología. Por ejemplo, las redes de sensores favorecen una reducción en el consumo de agua y pesticidas, contribuyendo a la preservación del entorno. Adicionalmente, pueden alertar sobre la llegada de heladas, así como ayudar en el trabajo de las cosechadoras. Gracias a los desarrollos que se han producido en las redes de sensores inalámbricos en los últimos años, especialmente la miniaturización de los dispositivos, han surgido nuevas tendencias en el sector agrícola como la llamada agricultura de precisión. Esta disciplina cubre múltiples prácticas relativas a la gestión de cultivos y cosechas, árboles, flores y plantas, ganado, etc. Entre las aplicaciones más interesantes se encuentra el control de plagas y enfermedades. Por medio de sensores estratégicamente situados, se pueden monitorizar parámetros tales como el clima, la temperatura o la humedad de las hojas, con el fin de detectar rápidamente situaciones adversas y desencadenar los tratamientos apropiados. La gran ventaja del uso de esta tecnología es la detección a tiempo y la aplicación óptima de los pesticidas, únicamente en aquellas zonas donde resulta realmente necesario.

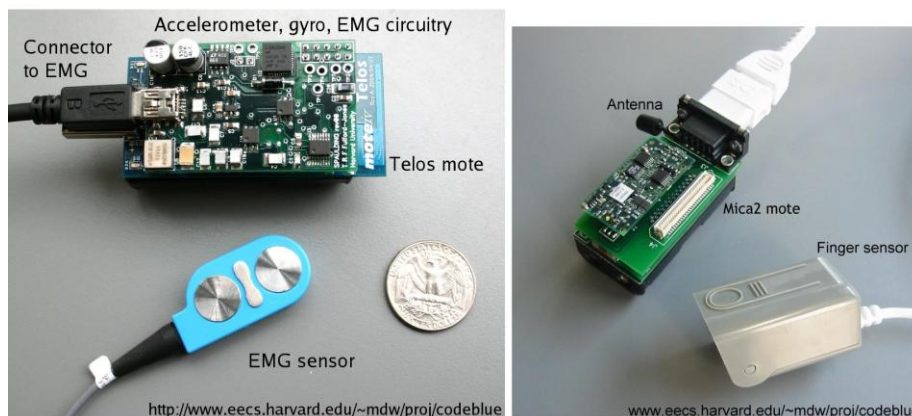


**Figura 2: Sensor agrícola del proyecto LOFAR de lucha contra el hongo Fitóftora.**

## **Aplicaciones sociales y sanitarias**

El cuidado de personas mayores requiere en la mayor parte de los casos de un seguimiento exhaustivo de sus actividades, lo cual limita su privacidad y al mismo tiempo supone una excesiva carga de trabajo para los cuidadores. Mediante el uso de una red de sensores inalámbricos situados en puntos estratégicos del domicilio del anciano, así como en objetos de uso cotidiano, los cuidadores pueden monitorizar en tiempo real el comportamiento de las personas mayores, evitando la realización de tareas tediosas y centrándose en aspectos más importantes como es la mejora de su calidad de vida.

Adicionalmente, el cuidado médico tanto en hospitales como fuera de los mismos, por ejemplo la rehabilitación de pacientes, también se beneficia del uso de esta tecnología. Un ejemplo de ello es el proyecto CodeBlue, desarrollado en la Universidad de Harvard. En este caso se han implementado distintos tipos de sensores para la monitorización de parámetros vitales: tasa de latidos del corazón, concentración de oxígeno en sangre, datos EKG de electrocardiograma, etc. Toda esta información se recoge por los sensores y se distribuye de forma inalámbrica a una PDA u ordenador portátil para su procesamiento. De este modo, cualquier señal de alerta puede detectarse a distancia en tiempo real.



**Figura 3: Sensores para cuidado médico desarrollados en el proyecto CodeBlue.**

### **Aplicaciones en la naturaleza**

El mantenimiento y cuidado de espacios y parques naturales resulta complejo en gran medida por las especiales características de los mismos. Se trata de áreas de grandes dimensiones, en algunos casos de difícil acceso, que están repletos de especies vegetales y animales que hay que preservar, por lo que la supervisión de los mismos debe realizarse empleando métodos lo menos intrusivos posibles. Nuevamente las redes inalámbricas de sensores pueden resultar de gran ayuda en este tipo de tareas. Los sensores, de pequeño tamaño, pueden disimularse con en el entorno, procesando los datos de diversos parámetros ecológicos y transmitiendo la información de forma inalámbrica hasta un centro de control, situado normalmente en la caseta de los guardias forestales. De este modo, se evita en la medida de lo posible la circulación de personas y vehículos por el parque. Entre los parámetros a monitorizar podemos enumerar: temperatura, humedad, crecimiento de árboles y arbustos, desplazamientos de especies, conteo de animales, caudales de ríos, etc.

### **Aplicaciones civiles**

IrisNet es una arquitectura software desarrollada por Intel para la gestión de redes mundiales de sensores de diversos tipos, incluyendo vídeo, permitiendo el acceso distribuido a dichos sensores de una forma potente y eficiente. Cuando el número de

dispositivos crece de forma significativa, como es el caso de telarañas mundiales de sensores, resulta clave disponer de herramientas eficientes para el acceso a los mismos, en especial por el elevado consumo de ancho de banda. En el proyecto IrisNet se han demostrado distintas aplicaciones prácticas que hacen uso de dicha herramienta. Entre ellas se incluyen las siguientes:

- Localización de plazas libres en párking
- Vigilancia de niños y personas mayores mediante videocámaras
- Seguridad del hogar
- Avisador de riesgo de epidemias (gripe, fiebres, etc.)
- Monitorización de redes de ordenadores
- Observatorios terrestres y marítimos (costas)



**Figura 4: Sensor inalámbrico de presión para pozos de petróleo.**

### **Aplicaciones militares**

Además de las propias aplicaciones civiles, las redes de sensores inalámbricos encuentran un importante campo de aplicación en misiones militares. Por ejemplo, en la identificación y seguimiento de tropas o vehículos militares, así como en la detección de armas químicas y biológicas.

### **Consideraciones finales**

En la actualidad, la tecnología de sensores inalámbricos se encuentra en plena efervescencia. Es por ello que se espera que en los próximos años evolucione de forma significativa. Las investigaciones apuntan en direcciones relativamente claras. Resulta fundamental disponer de sensores de pequeño tamaño y gran autonomía, por lo que se investiga tanto en técnicas de miniaturización como de bajo consumo de potencia. Si bien el uso de pequeñas baterías es la opción más simple, resultaría clave disponer de

técnicas para la alimentación remota e inalámbrica de dichos sensores. Adicionalmente, también son muy importantes los protocolos de comunicación y los interfaces radioeléctricos (Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX, FHSS, ...), especialmente conforme aumenta el número de dispositivos y las potenciales interferencias. Por último, las técnicas de inteligencia artificial se han aplicado ya con éxito en algunas experiencias, lo que sin lugar a dudas augura un futuro más que prometedor para esta tecnología.

Curso a distancia con certificado de la Universidad Politécnica de Valencia

## Diseño de Radioenlaces

El diseño de radioenlaces es una disciplina que involucra toda una serie de cuestiones tales como la elección de la banda de frecuencias, el tipo de antenas y los equipos de radiocomunicación, el cálculo del balance de potencias, la estimación de los niveles de ruido e interferencia o el conocimiento de las distintas modalidades y fenómenos de propagación radioeléctrica, entre otras. Este curso se centra en los conocimientos necesarios para el diseño práctico de radioenlaces, proporcionándose a su vez referencias adicionales con las que se puede acceder a información más específica en el caso de diseños más complejos.

### Dirigido a:

Titulados e ingenieros de disciplinas distintas a la Ingeniería de Telecomunicación, o bien que deseen actualizar sus conocimientos. Profesionales e instaladores de telecomunicación. Ingenieros de Sistemas y Redes.

### Metodología docente:

Se ofrece el material del curso en formato libro. Todos los ejercicios de autoevaluación se encuentran resueltos. El alumno realiza el curso a su ritmo y en función de su disponibilidad de tiempo (no existen horarios). El profesor está accesible permanentemente para cualquier consulta por e-mail, y realiza una evaluación final de los conocimientos adquiridos.

### Más información:

Web: <http://cursos.radioptica.com>  
E-mail: [info@radioptica.com](mailto:info@radioptica.com)  
Teléfonos: 963877751 - 963877740



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



CENTRO FORMACIÓN PERMANENTE  
Vicerrectorado de Posgrado y Formación Permanente

