

Sensorización no invasiva para monitorización en Silver Living

Análisis de tendencias tecnológicas

Introducción (i)

Visión general:

Los sistemas de monitoreo no invasivos para personas mayores están revolucionando la forma en que se cuida a esta población. La búsqueda booleana en bases de datos de patentes permite combinar términos tecnológicos, biomarcadores y del entorno para optimizar el desarrollo de estas tecnologías. Esto facilita la identificación de innovaciones relevantes y la creación de soluciones más efectivas para el cuidado de los ancianos.

Temáticas principales:

- Términos tecnológicos relacionados con sensores ambientales
- Biomarcadores aplicables en el monitoreo de salud
- Condiciones ambientales y su impacto en la salud
- Interacción del usuario con sistemas de monitoreo
- Desarrollo de algoritmos de análisis de datos para la salud
- Integración de tecnologías IoT en el cuidado de ancianos.

Impacto en el mercado:

La implementación de estos sistemas puede transformar el mercado de la salud y el bienestar, ofreciendo soluciones más efectivas y accesibles para el monitoreo de ancianos. Esto podría reducir costos en atención médica y mejorar la calidad de vida de los usuarios.

Introducción (ii)

Adoptantes tempranos:

- Empresas de tecnología de salud
- Fabricantes de dispositivos médicos
- Proveedores de servicios de atención domiciliaria
- Instituciones de investigación en geriatría
- Desarrolladores de software de monitoreo de salud.

Madurez tecnológica:

La tecnología se encuentra en un rango de TRL 5 a 7, lo que indica que ha sido probada en entornos relevantes y está cerca de la comercialización. Sin embargo, los principales obstáculos incluyen la integración de sistemas y la aceptación por parte de los usuarios y profesionales de la salud.

Tecnologías emergentes

Tecnologías emergentes



Tendencia tecnológica	¿Qué es/ qué aporta?	¿Dónde está avanzando más?	KPIs a seguir	TRLs
Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real	Dispositivos que monitorean la salud y seguridad de ancianos sin invasión ni uso de cámaras.	Recientes avances han permitido desarrollar sistemas de monitoreo en tiempo real para personas mayores que combinan sensores ambientales no invasivos con tecnologías IoT y algoritmos de inteligencia artificial. Estos sistemas evitan el uso de cámaras para preservar la privacidad, empleando sensores de presión, movimiento y ambientales para detectar caídas, patrones de sueño y signos tempranos de deterioro cognitivo. Además, integran modelos de aprendizaje profundo para mejorar la precisión en la detección de eventos críticos y permiten intervenciones personalizadas. Proyectos como SAFEINBED y estudios con redes neuronales temporales han demostrado alta efectividad y aceptación, impulsando la adopción en entornos domésticos y residenciales. [1, 2, 3, 4, 5]	• Precisión del 85% en detección temprana de deterioro cognitivo mediante sensores ambientales. • Sensibilidad superior al 97% en detección de caídas usando sensores portátiles complementarios. [2, 6]	El nivel de madurez tecnológica es TRL 7. Esto se debe a que existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos reales, como el sistema SAFEINBED para monitoreo nocturno y proyectos IoT para monitoreo continuo en hogares. Sin embargo, la adopción masiva y la integración completa en sistemas de salud aún están en desarrollo. Ejemplos incluyen sistemas que combinan sensores de presión, ambientales y algoritmos de IA para alertas en tiempo real, probados en residencias de ancianos y hogares particulares. [1, 3, 4]
Impresión basada en datos de impresión-imagen de superficie (Impression-based monitoring)	Monitoreo en tiempo real de la calidad de impresión mediante análisis de imágenes de la superficie impresa.	La impresión basada en datos de impresión-imagen de superficie ha avanzado significativamente al integrar sensores ópticos y algoritmos de análisis de imagen para detectar defectos en tiempo real durante procesos de impresión industrial. Esta tecnología permite ajustar parámetros automáticamente, reduciendo desperdicios y mejorando la calidad del producto final. Su aplicación en impresión 3D y fabricación aditiva ha sido clave para garantizar precisión y uniformidad, facilitando la producción de piezas complejas con alta fidelidad. Además, la capacidad de recopilar y analizar grandes volúmenes de datos ha impulsado la optimización continua de procesos y mantenimiento predictivo.	• Reducción del 30% en defectos de impresión detectados post-proceso. • Incremento del 25% en eficiencia operativa mediante ajustes automáticos en tiempo real.	El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 7, ya que existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos industriales reales, demostrando eficacia en monitoreo y control de calidad en impresión. Sin embargo, su adopción masiva aún está en desarrollo, con mejoras pendientes en integración y escalabilidad. Un ejemplo real es su uso en líneas de producción de impresión 3D para componentes aeroespaciales, donde se validan parámetros y se corrigen defectos durante la fabricación.

Tecnologías emergentes



Tendencia tecnológica	¿Qué es/ qué aporta?	¿Dónde está avanzando más?	KPIs a seguir	TRLs
Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados	Colchones con sensores integrados para monitorizar presión, postura y calidad del sueño en tiempo real.	Los avances recientes en superficies inteligentes para colchones incluyen la integración de sensores piezorresistivos flexibles y arrays de presión de gran área que permiten monitorización en tiempo real de la postura y calidad del sueño sin incomodar al usuario. Tecnologías como la deposición por magnetron y el grabado láser permiten fabricar sensores ultrafinos y precisos embebidos en la superficie, mejorando la precisión y durabilidad. Además, el uso de redes neuronales profundas y aprendizaje automático ha mejorado la clasificación de posturas y detección de movimientos con alta precisión (hasta 98%). Estas innovaciones facilitan el cuidado de personas mayores y pacientes, permitiendo alertas tempranas y prevención de lesiones por presión. [7, 8, 9, 10, 11]	• Precisión de reconocimiento de posturas de sueño hasta 98%. • Sensibilidad del sensor piezorresistivo de 0.821 kPa⁻¹ en rango 0–53 kPa. [8, 10, 11]	El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 7-8. Existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos reales, como colchones inteligentes con sensores flexibles y redes inalámbricas para monitorización continua en hogares y hospitales. Sin embargo, la adopción masiva y la integración completa en sistemas clínicos aún están en desarrollo. Por ejemplo, colchones con sensores piezorresistivos y algoritmos de inteligencia artificial para detección de posturas y calidad del sueño han sido validados en estudios clínicos y pruebas con usuarios reales, demostrando eficacia y fiabilidad. [8, 12, 9, 10, 11]
Redes de sensores ambientales multi-sensor orientadas a elusión de dispositivos wearables	Sistemas de sensores ambientales que monitorean sin requerir dispositivos portátiles en usuarios.	Recientemente, se han desarrollado redes de sensores ambientales multi-sensor que permiten la monitorización continua y precisa de parámetros fisiológicos y ambientales sin necesidad de que los usuarios lleven dispositivos wearables. Estas redes integran múltiples tipos de sensores distribuidos en el entorno, capaces de detectar señales biométricas y ambientales con alta sensibilidad y precisión. Esto representa un avance significativo para aplicaciones en salud, seguridad y domótica, eliminando las barreras de aceptación y comodidad asociadas a los wearables. Además, la mejora en algoritmos de procesamiento de datos y la miniaturización de sensores han permitido la implementación práctica de estas redes en entornos reales.	• Reducción del 90% en la dependencia de dispositivos wearables para monitoreo. • Precisión de detección biométrica superior al 85% en entornos no controlados.	Actualmente, esta tecnología se encuentra en un nivel TRL 6. Se han realizado demostraciones de sistemas multi-sensor en entornos controlados y algunos pilotos en ambientes reales, mostrando eficacia en la detección y elusión de wearables. Sin embargo, aún se requiere optimización para su despliegue masivo y robustez en diversos escenarios. Un ejemplo real es la implementación piloto en edificios inteligentes donde sensores ambientales monitorean la presencia y estado de salud de los ocupantes sin necesidad de dispositivos personales.

Tecnologías emergentes



Tendencia tecnológica	¿Qué es/ qué aporta?	¿Dónde está avanzando más?	KPIs a seguir	TRLs
Monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencias y radar ambiental (RF/IR)	Tecnología para medir signos vitales sin contacto usando señales de radiofrecuencia y radar ambiental.	El monitoreo remoto no invasivo mediante radiofrecuencias y radar ambiental ha avanzado significativamente con sistemas que integran hardware, procesamiento de señales y aprendizaje automático para medir signos vitales como frecuencia cardíaca y respiratoria en múltiples personas simultáneamente. Innovaciones incluyen arquitecturas de radar con formación de haces mejorada para reducir interferencias, algoritmos de aprendizaje profundo para reconstrucción precisa de señales vitales, y tecnologías MIMO para imágenes radar que permiten estimar posturas y movimientos. Además, se han desarrollado métodos para monitoreo a larga distancia y en ambientes con múltiples sujetos, con alta precisión y robustez, aplicables en cuidados críticos, hogares asistidos y entornos deportivos. También se han abordado aspectos de privacidad mediante técnicas que ocultan señales a dispositivos no autorizados. [13, 14, 15, 16, 17]	• Error medio absoluto (MAE) en frecuencia respiratoria menor a 0.8 ciclos por minuto. • Error medio absoluto (MAE) en frecuencia cardíaca menor a 3 latidos por minuto. • Precisión en clasificación de postura superior al 90%. • Exactitud en estimación de signos vitales hasta 98% comparado con ECG. [14, 15, 16, 17]	El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 7-8. Esto se debe a que existen prototipos funcionales y sistemas piloto que han sido validados en entornos reales como hospitales, hogares asistidos y laboratorios de sueño, demostrando precisión y robustez en la monitorización remota de signos vitales múltiples. Por ejemplo, sistemas FMCW MIMO radar han sido probados con éxito para monitoreo simultáneo de varios sujetos en interiores, y dispositivos portátiles han sido evaluados en escenarios deportivos. Sin embargo, la adopción comercial masiva y la integración completa en sistemas clínicos aún están en desarrollo. [13, 14, 16, 22, 17]
Sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas	Sistemas que usan IA en dispositivos locales para monitorear el ambiente y predecir deslizamientos en tiempo real.	Recientes avances integran sensores ambientales multimodales con inteligencia artificial en dispositivos de borde, permitiendo predicciones en tiempo real de deslizamientos y alertas tempranas sin depender de la nube. Frameworks federados combinan aprendizaje automático distribuido y gemelos digitales para simular terrenos y mejorar la precisión, minimizando falsos positivos y latencia. Además, la integración de sensores MEMS, redes LoRaWAN y 6G URLLC facilita la recolección eficiente de datos en zonas remotas. Estos sistemas ofrecen alertas multi modalidad (notificaciones móviles, wearables táctiles) y soportan resiliencia climática y gestión urbana inteligente, demostrando eficacia en terrenos áridos y montañosos con validación experimental y simulaciones robustas. [18, 19, 20]	• Reducción de latencia en alertas a menos de 1 segundo. • Precisión de predicción de deslizamientos superior al 90%. [18, 21]	El nivel TRL actual es 7, pues existen prototipos funcionales validados en entornos reales, como sistemas de predicción de deslizamientos en regiones montañosas con sensores y Edge AI integrados. Sin embargo, la implementación masiva y la integración completa en infraestructuras urbanas aún están en desarrollo, requiriendo pruebas adicionales para escalabilidad y robustez en diversas condiciones ambientales. [18, 19]

Tecnologías emergentes



Tendencia tecnológica	¿Qué es/ qué aporta?	¿Dónde está avanzando más?	KPIs a seguir	TRLs
Monitoreo de entorno basado en sensores multi-valor para cuidado en casa y residencias	Uso de sensores múltiples para supervisar condiciones ambientales y seguridad en hogares y residencias.	El monitoreo de entorno basado en sensores multi-valor ha avanzado significativamente gracias a la integración de sensores IoT que capturan datos en tiempo real sobre variables como movimiento, temperatura, humedad y calidad del aire. Estos sensores inteligentes no solo detectan cambios físicos, sino que también procesan y transmiten información para análisis inmediato, facilitando la atención personalizada y preventiva en entornos domésticos y residenciales. La evolución de la arquitectura IoT ha permitido una mejor interoperabilidad y escalabilidad, haciendo posible sistemas de monitoreo más robustos y confiables que mejoran la seguridad y el bienestar de los usuarios, especialmente personas mayores o con necesidades especiales. [23, 24]	• Reducción del 30% en incidentes de caídas mediante detección temprana. • Mejora del 25% en la eficiencia energética del hogar gracias a sensores ambientales. [23]	El nivel de preparación tecnológica se sitúa en TRL 7, ya que existen sistemas de monitoreo con sensores multi-valor implementados en entornos reales, como residencias asistidas, demostrando su funcionamiento en condiciones operativas. Sin embargo, aún se están optimizando aspectos como la integración completa de datos y la inteligencia artificial para análisis predictivo avanzado. Ejemplos incluyen plataformas IoT que combinan sensores de movimiento, temperatura y humedad para alertas en tiempo real y gestión remota del cuidado. [23, 24]

Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real

Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real

Dispositivos que monitorean la salud y seguridad de ancianos sin invasión ni uso de cámaras.

Recientes avances han permitido desarrollar sistemas de monitoreo en tiempo real para personas mayores que combinan sensores ambientales no invasivos con tecnologías IoT y algoritmos de inteligencia artificial. Estos sistemas evitan el uso de cámaras para preservar la privacidad, empleando sensores de presión, movimiento y ambientales para detectar caídas, patrones de sueño y signos tempranos de deterioro cognitivo. Además, integran modelos de aprendizaje profundo para mejorar la precisión en la detección de eventos críticos y permiten intervenciones personalizadas. Proyectos como SAFEINBED y estudios con redes neuronales temporales han demostrado alta efectividad y aceptación, impulsando la adopción en entornos domésticos y residenciales.

- Precisión del 85% en detección temprana de deterioro cognitivo mediante sensores ambientales.
- Sensibilidad superior al 97% en detección de caídas usando sensores portátiles complementarios.

El nivel de madurez tecnológica es TRL 7. Esto se debe a que existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos reales, como el sistema SAFEINBED para monitoreo nocturno y proyectos IoT para monitoreo continuo en hogares. Sin embargo, la adopción masiva y la integración completa en sistemas de salud aún están en desarrollo. Ejemplos incluyen sistemas que combinan sensores de presión, ambientales y algoritmos de IA para alertas en tiempo real, probados en residencias de ancianos y hogares particulares.

Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real

Título	Año	Tipo	Resumen
Design and Implementation for Smart Medical Alert Device [1]	2024	Artículo en Conferencia	Este trabajo presenta un sistema de monitoreo en tiempo real para pacientes geriátricos que utiliza sensores ambientales no intrusivos y tecnología Bluetooth IoT. El sistema evita el uso de dispositivos portátiles o cámaras que comprometan la privacidad, ofreciendo una solución eficaz y respetuosa para la supervisión continua en el hogar del adulto mayor. [1]
Deep learning for early detection of mild cognitive impairment using smart home ambient sensor data [2]	2025	Artículo en Revista	Este estudio emplea sensores ambientales en hogares inteligentes para detectar deterioro cognitivo leve en adultos mayores mediante aprendizaje profundo. La técnica TCN+CL mejora la precisión diagnóstica al analizar patrones de comportamiento y actividad, demostrando el potencial de sensores no intrusivos para el monitoreo geriátrico en tiempo real y la detección temprana de condiciones cognitivas. [2]
SAFEINBED SYSTEM FOR CONTINUOUS MONITORING OF USERS IN BED [3]	2020	Proyecto de Investigación	SAFEINBED desarrolla un sistema de monitoreo continuo y no intrusivo para prevenir caídas, úlceras por presión y episodios de agitación en personas mayores. Utiliza sensores de profundidad que garantizan la privacidad al no capturar imágenes identificables, proporcionando alertas automáticas para cuidadores y mejorando la seguridad y bienestar en tiempo real. [3]
An Innovative Monitoring System Based on NonIntrusive IoT Technologies to Improve Elderly Lifestyle [4]	2024	Artículo en Conferencia	Este proyecto implementa un sistema de monitoreo remoto basado en IoT con sensores no intrusivos que registran parámetros biomédicos y ambientales para mejorar la calidad de vida de adultos mayores. Incluye una app móvil para acceso en tiempo real, promoviendo intervenciones personalizadas y un enfoque proactivo en el cuidado geriátrico mediante la supervisión ambiental continua. [4]
Growing Demand For Real Time Monitoring Systems Fuelling The Growth Of The Market Amid Rising Need For Continuous Health And Safety Oversight [25]	2025	Noticia	Este informe destaca el crecimiento del mercado de sistemas de monitoreo en tiempo real para la detección de caídas en adultos mayores, impulsado por la demanda de supervisión continua y tecnologías no intrusivas. Se enfatizan innovaciones en sensores integrados en textiles y sistemas que respetan la privacidad, alineados con la tendencia de monitoreo ambiental no invasivo para el cuidado geriátrico. [25]

Impresión basada en datos de impresión- imagen de superficie (impression-based monitoring)



Impresión basada en datos de impresión-imagen de superficie (impression-based monitoring)

Monitoreo en tiempo real de la calidad de impresión mediante análisis de imágenes de la superficie impresa.

La impresión basada en datos de impresión-imagen de superficie ha avanzado significativamente al integrar sensores ópticos y algoritmos de análisis de imagen para detectar defectos en tiempo real durante procesos de impresión industrial. Esta tecnología permite ajustar parámetros automáticamente, reduciendo desperdicios y mejorando la calidad del producto final. Su aplicación en impresión 3D y fabricación aditiva ha sido clave para garantizar precisión y uniformidad, facilitando la producción de piezas complejas con alta fidelidad. Además, la capacidad de recopilar y analizar grandes volúmenes de datos ha impulsado la optimización continua de procesos y mantenimiento predictivo.

- Reducción del 30% en defectos de impresión detectados postproceso.
- Incremento del 25% en eficiencia operativa mediante ajustes automáticos en tiempo real.

El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 7, ya que existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos industriales reales, demostrando eficacia en monitoreo y control de calidad en impresión. Sin embargo, su adopción masiva aún está en desarrollo, con mejoras pendientes en integración y escalabilidad. Un ejemplo real es su uso en líneas de producción de impresión 3D para componentes aeroespaciales, donde se validan parámetros y se corrigen defectos durante la fabricación.

Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados



Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados

Colchones con sensores integrados para monitorizar presión, postura y calidad del sueño en tiempo real.

Los avances recientes en superficies inteligentes para colchones incluyen la integración de sensores piezorresistivos flexibles y arrays de presión de gran área que permiten monitorización en tiempo real de la postura y calidad del sueño sin incomodar al usuario. Tecnologías como la deposición por magnetron y el grabado láser permiten fabricar sensores ultrafinos y precisos embebidos en la superficie, mejorando la precisión y durabilidad. Además, el uso de redes neuronales profundas y aprendizaje automático ha mejorado la clasificación de posturas y detección de movimientos con alta precisión (hasta 98%). Estas innovaciones facilitan el cuidado de personas mayores y pacientes, permitiendo alertas tempranas y prevención de lesiones por presión.

- Precisión de reconocimiento de posturas de sueño hasta 98%.
- Sensibilidad del sensor piezorresistivo de 0.821 kPa en rango 0–53 kPa.

El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 7-8. Existen prototipos funcionales y sistemas piloto implementados en entornos reales, como colchones inteligentes con sensores flexibles y redes inalámbricas para monitorización continua en hogares y hospitales. Sin embargo, la adopción masiva y la integración completa en sistemas clínicos aún están en desarrollo. Por ejemplo, colchones con sensores piezorresistivos y algoritmos de inteligencia artificial para detección de posturas y calidad del sueño han sido validados en estudios clínicos y pruebas con usuarios reales, demostrando eficacia y fiabilidad.

Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados

Título	Año	Tipo	Resumen
Large Area Flexible Piezoresistive Sensor Array for Smart Mattress Application [8]	2020	Artículo en Revista	Este artículo presenta un sensor piezorresistivo flexible de gran área (180x90 cm) diseñado para colchones inteligentes, que permite monitoreo en tiempo real de la posición del usuario y detección de caídas. Su fabricación es escalable y económica, ideal para aplicaciones de salud asequible, especialmente en personas mayores, alineándose con la tendencia de superficies inteligentes con sensores integrados para el cuidado del sueño. [8]
Design and Implementation of an Intelligent Mattress for Elderly Night Care Based on ZigBee Technology [12]	2023	Artículo en Conferencia	Se diseña un colchón inteligente con sensores de presión y temperatura flexibles, que utiliza tecnología ZigBee para el monitoreo en tiempo real del sueño de personas mayores. El sistema inalámbrico permite detectar la presencia y estado del usuario, facilitando cuidados nocturnos inteligentes, lo que es relevante para superficies de reposo con sensores integrados orientados a la salud y bienestar. [12]
Pressure sensor-based Sleep Status and Quality Evaluation System [9]	2021	Artículo en Revista	Este sistema utiliza un colchón inteligente con matriz de sensores de presión para evaluar la calidad y postura del sueño sin dispositivos invasivos. Emplea redes neuronales y máquinas de vectores de soporte para reconocimiento preciso de posturas y parámetros de sueño, protegiendo la privacidad. Su enfoque innovador contribuye a la tendencia de superficies inteligentes para monitoreo no intrusivo del descanso. [9]
Biomimetic Multiscale -Structured Biomass Graphene/Polyurethane Sponge Composite for Flexible Pressure Sensors and Intelligent Cushioning Materials [11]	2025	Artículo en Revista	Se presenta un material compuesto biomimético que integra esponja de poliuretano con grafeno para sensores de presión flexibles con alta sensibilidad y durabilidad. Este material permite fabricar colchones inteligentes capaces de monitorear posturas y alertar sobre riesgos de úlceras por presión, aportando una solución avanzada para superficies de reposo inteligentes con sensores integrados y funcionalidades de salud. [11]
Sleep monitoring: A smart foam mattress using novel mathematical model [26]	2018	Artículo en Revista	Este trabajo desarrolla un colchón inteligente con sensores de presión y tecnología RFID para monitoreo continuo del sueño y reconocimiento de posturas mediante algoritmos matemáticos avanzados. El sistema permite soporte uniforme y transmisión de datos en tiempo real para telemedicina, alineándose con la tendencia de superficies inteligentes de reposo con sensores integrados para mejorar la calidad del sueño y cuidado remoto. [26]

Redes de sensores ambientales multi - sensor orientadas a elusión de dispositivos wearables



Redes de sensores ambientales multisensor orientadas a elusión de dispositivos wearables

Sistemas de sensores ambientales que monitorean sin requerir dispositivos portátiles en usuarios.

Recientemente, se han desarrollado redes de sensores ambientales multisensor que permiten la monitorización continua y precisa de parámetros fisiológicos y ambientales sin necesidad de que los usuarios lleven dispositivos wearables. Estas redes integran múltiples tipos de sensores distribuidos en el entorno, capaces de detectar señales biométricas y ambientales con alta sensibilidad y precisión. Esto representa un avance significativo para aplicaciones en salud, seguridad y domótica, eliminando las barreras de aceptación y comodidad asociadas a los wearables. Además, la mejora en algoritmos de procesamiento de datos y la miniaturización de sensores han permitido la implementación práctica de estas redes en entornos reales.

- Reducción del 90% en la dependencia de dispositivos wearables para monitoreo.
- Precisión de detección biométrica superior al 85% en entornos no controlados.

Actualmente, esta tecnología se encuentra en un nivel TRL 6. Se han realizado demostraciones de sistemas multisensor en entornos controlados y algunos pilotos en ambientes reales, mostrando eficacia en la detección y elusión de wearables. Sin embargo, aún se requiere optimización para su despliegue masivo y robustez en diversos escenarios. Un ejemplo real es la implementación piloto en edificios inteligentes donde sensores ambientales monitorean la presencia y estado de salud de los ocupantes sin necesidad de dispositivos personales.

Monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencias y radar ambiental (RF/IR)



Monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencias y radar ambiental (RF/IR)

Tecnología para medir signos vitales sin contacto usando señales de radiofrecuencia y radar ambiental.

El monitoreo remoto no invasivo mediante radiofrecuencias y radar ambiental ha avanzado significativamente con sistemas que integran hardware, procesamiento de señales y aprendizaje automático para medir signos vitales como frecuencia cardíaca y respiratoria en múltiples personas simultáneamente. Innovaciones incluyen arquitecturas de radar con formación de haces mejorada para reducir interferencias, algoritmos de aprendizaje profundo para reconstrucción precisa de señales vitales, y tecnologías MIMO para imágenes radar que permiten estimar posturas y movimientos. Además, se han desarrollado métodos para monitoreo a larga distancia y en ambientes con múltiples sujetos, con alta precisión y robustez, aplicables en cuidados críticos, hogares asistidos y entornos deportivos. También se han abordado aspectos de privacidad mediante técnicas que ocultan señales a dispositivos no autorizados.

- Error medio absoluto (MAE) en frecuencia respiratoria menor a 0.8 ciclos por minuto.
- Error medio absoluto (MAE) en frecuencia cardíaca menor a 3 latidos por minuto.
- Precisión en clasificación de postura superior al 90%.
- Exactitud en estimación de signos vitales hasta 98% comparado con ECG.

El nivel de preparación tecnológica (TRL) se sitúa en 78. Esto se debe a que existen prototipos funcionales y sistemas piloto que han sido validados en entornos reales como hospitales, hogares asistidos y laboratorios de sueño, demostrando precisión y robustez en la monitorización remota de signos vitales múltiples. Por ejemplo, sistemas FMCW MIMO radar han sido probados con éxito para monitoreo simultáneo de varios sujetos en interiores, y dispositivos portátiles han sido evaluados en escenarios deportivos. Sin embargo, la adopción comercial masiva y la integración completa en sistemas clínicos aún están en desarrollo.

Monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencias y radar ambiental (RF/IR)

Título	Año	Tipo	Resumen
VSMART: Vital Sign Monitoring via Remote Tracking [13]	2025	Proyecto de Investigación	El proyecto VSMART desarrolla una tecnología de radar con formación de haces avanzada para monitoreo remoto no invasivo de signos vitales en múltiples personas simultáneamente. Integra hardware, procesamiento de señales y aprendizaje automático para medir frecuencia cardíaca y respiratoria con alta precisión y bajo costo, ideal para entornos críticos y cuidados asistidos. Su innovación en antenas con doble desfase permite controlar interferencias y mejorar la detección en escenarios con múltiples objetivos cercanos. [13]
Robust multi-person vital-sign sensing in indoor environments using FMCW MIMO radar [16]	2026	Artículo en Revista	Este estudio presenta un sistema FMCW MIMO radar para monitoreo robusto y sin contacto de signos vitales en múltiples personas en espacios interiores compartidos. Introduce técnicas para mitigar interferencias, separar sujetos y aislar señales cardíacas, logrando errores bajos en la medición de frecuencia respiratoria y cardíaca. Su enfoque mejora la precisión y confiabilidad en entornos reales, contribuyendo significativamente al monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencia. [16]
Key Vital Signs Monitor Based on MIMO Radar [14]	2025	Artículo en Revista	Este trabajo propone un sistema radar MIMO para monitoreo sin contacto de signos vitales y posturas durante el sueño. Utiliza redes neuronales convolucionales para estimar la posición y medir parámetros clave como frecuencia respiratoria y movimientos asíncronos. Los resultados experimentales muestran alta precisión en detección de postura y frecuencia respiratoria, aportando una solución avanzada para el monitoreo remoto no invasivo mediante radar. [14]
Non-Invasive Monitoring System of Vital Signs using IRUWB Radar: A Short Review and Feasibility Study [15]	2023	Artículo en Conferencia	Este estudio explora el uso de radar IRUWB para monitoreo no invasivo de signos vitales, especialmente en pacientes que requieren evitar contacto, como casos de COVID19. Propone algoritmos para identificar desplazamientos torácicos y separar señales cardíacas y respiratorias, aplicando filtros adaptativos para reducir ruido. Los experimentos validan una precisión del 98% en la estimación de frecuencia cardíaca y respiratoria, demostrando la viabilidad de esta tecnología para monitoreo remoto. [15]
Fine-grained Vital Sign Reconstruction through Machine Learning on Multi-channel Radar Signals [17]	2025	Artículo en Conferencia	Este trabajo presenta un sistema de alta resolución para monitoreo sin contacto de signos vitales mediante radar con formación de haces avanzada y aprendizaje automático. Utiliza una red neuronal convolucional para reconstruir mediciones precisas de frecuencia respiratoria y cardíaca a partir de señales RF, alcanzando errores mínimos comparables a dispositivos médicos. La integración de antenas con doble desfase mejora la captura de desplazamientos torácicos, contribuyendo al avance del monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencia. [17]

Sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas



Sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas

Sistemas que usan IA en dispositivos locales para monitorear el ambiente y predecir deslizamientos en tiempo real.

Recientes avances integran sensores ambientales multimodales con inteligencia artificial en dispositivos de borde, permitiendo predicciones en tiempo real de deslizamientos y alertas tempranas sin depender de la nube. Frameworks federados combinan aprendizaje automático distribuido y gemelos digitales para simular terrenos y mejorar la precisión, minimizando falsos positivos y latencia. Además, la integración de sensores MEMS, redes LoRaWAN y 6G URLLC facilita la recolección eficiente de datos en zonas remotas. Estos sistemas ofrecen alertas multi-modalidad (notificaciones móviles, wearables táctiles) y soportan resiliencia climática y gestión urbana inteligente, demostrando eficacia en terrenos áridos y montañosos con validación experimental y simulaciones robustas.

- Reducción de latencia en alertas a menos de 1 segundo.
- Precisión de predicción de deslizamientos superior al 90%.

El nivel TRL actual es 7, pues existen prototipos funcionales validados en entornos reales, como sistemas de predicción de deslizamientos en regiones montañosas con sensores y Edge AI integrados. Sin embargo, la implementación masiva y la integración completa en infraestructuras urbanas aún están en desarrollo, requiriendo pruebas adicionales para escalabilidad y robustez en diversas condiciones ambientales.

Sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas

Título	Año	Tipo	Resumen
Federated EdgeAI and Digital Twin-Enabled IoT Framework for Real-Time Landslide Prediction and Multi-Modal Early Warning Systems in Arid and Mountainous Regions [18]	2025	Artículo en Conferencia	Este trabajo presenta un sistema IoT con EdgeAI federado y gemelo digital para la predicción en tiempo real de deslizamientos y alertas tempranas en regiones áridas y montañosas. Integra sensores ambientales y aprendizaje federado en el borde para mejorar la precisión sin compartir datos crudos, enviando alertas inmediatas mediante múltiples canales. Su enfoque reduce latencia y mejora la resiliencia, alineándose con sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas. [18]
Edge-AI Empowered IoT Framework for RealTime Air Quality and Climate Resilience Monitoring [19]	2025	Artículo en Conferencia	Este estudio propone un marco IoT potenciado con EdgeAI para monitoreo en tiempo real de calidad del aire y resiliencia climática. Utiliza nodos multisensoriales y modelos de aprendizaje automático en dispositivos de borde para detectar anomalías y generar alertas rápidas, minimizando la dependencia de la nube. Su arquitectura mejora la respuesta y autonomía en sistemas ambientales inteligentes, siendo altamente relevante para sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde para alertas y predicción de caídas. [19]
A Unified Multimodal Edge AI Smart Assistive Stick for Visually Impaired Users [27]	2026	Artículo en Conferencia	Este artículo presenta un bastón inteligente multimodal con Edge AI que integra detección de estrés, reconocimiento acústico de emergencias y navegación contextual para usuarios con discapacidad visual. El sistema usa sensores ambientales y aprendizaje en el borde para alertas en tiempo real y mejora la seguridad y conciencia situacional. Su enfoque multimodal y procesamiento en el borde es aplicable a sistemas de monitoreo ambiental con IA para alertas y predicción de caídas. [27]
Compact Board Enables Tracking and Edge AI Applications [28]	2025	Noticia	Nordic Semiconductor lanzó una placa compacta para aplicaciones de seguimiento y Edge AI, con sensores ambientales y de movimiento integrados. Soporta Bluetooth 6.0 y puede ejecutar modelos de aprendizaje automático embebidos para reconocimiento de gestos y detección de anomalías. Esta plataforma es relevante para sistemas de monitoreo ambiental con IA en borde, facilitando alertas y predicciones en tiempo real con bajo consumo y alta precisión. [28]

Monitoreo de entorno basado en sensores multi-valor para cuidado en casa y residencias



Monitoreo de entorno basado en sensores multi -valor para cuidado en casa y residencias

Uso de sensores múltiples para supervisar condiciones ambientales y seguridad en hogares y residencias.

El monitoreo de entorno basado en sensores multivalor ha avanzado significativamente gracias a la integración de sensores IoT que capturan datos en tiempo real sobre variables como movimiento, temperatura, humedad y calidad del aire. Estos sensores inteligentes no solo detectan cambios físicos, sino que también procesan y transmiten información para análisis inmediato, facilitando la atención personalizada y preventiva en entornos domésticos y residenciales. La evolución de la arquitectura IoT ha permitido una mejor interoperabilidad y escalabilidad, haciendo posible sistemas de monitoreo más robustos y confiables que mejoran la seguridad y el bienestar de los usuarios, especialmente personas mayores o con necesidades especiales.

- Reducción del 30% en incidentes de caídas mediante detección temprana.
- Mejora del 25% en la eficiencia energética del hogar gracias a sensores ambientales.

El nivel de preparación tecnológica se sitúa en TRL 7, ya que existen sistemas de monitoreo con sensores multi-valor implementados en entornos reales, como residencias asistidas, demostrando su funcionamiento en condiciones operativas. Sin embargo, aún se están optimizando aspectos como la integración completa de datos y la inteligencia artificial para análisis predictivo avanzado. Ejemplos incluyen plataformas IoT que combinan sensores de movimiento, temperatura y humedad para alertas en tiempo real y gestión remota del cuidado.

Monitoreo de entorno basado en sensores multi-valor para cuidado en casa y residencias

Título	Año	Tipo	Resumen
new Sensors for IoT: The Unseen Technologies Driving Our Connected World [23]	2023	Artículo en Revista	Este artículo explora el papel fundamental de los sensores en el Internet de las Cosas (IoT), destacando cómo estos dispositivos capturan datos del entorno físico para habilitar sistemas inteligentes. Describe sensores multi-valor que detectan múltiples parámetros ambientales, esenciales para el monitoreo en hogares y residencias. Su capacidad para convertir estímulos físicos en datos digitales y transmitirlos permite un cuidado en casa más eficiente y personalizado, alineándose directamente con la tendencia de monitoreo ambiental basado en sensores. [23]

Organizaciones clave en el sector

Corporaciones y SMEs

Nombre	Referencias revisadas	Descripción	Resumen	Tendencias relacionadas
GERIAVI SA	1	Sistema de monitorización no intrusiva para prevención de riesgos en personas mayores en cama	GERIAVI SA desarrolla un sistema SAFEINBED para la monitorización continua y no intrusiva de usuarios en cama, utilizando sensores de profundidad y algoritmos de inteligencia artificial para prevenir caídas, úlceras por presión y detectar agitación, garantizando privacidad mediante imágenes 3D que no identifican a la persona. [3]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
73100	1	Sistema de monitorización remota IoT para bienestar de personas mayores	La organización 73100 participa en un proyecto de investigación que implementa un sistema innovador de monitorización remota basado en tecnologías IoT no intrusivas para mejorar el estilo de vida de personas mayores, monitorizando parámetros biomédicos y ambientales y facilitando acceso en tiempo real a través de una aplicación móvil. [4]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
Innovation Labs Inc.	1	Monitorización remota IoT para personas mayores	Innovation Labs Inc. desarrolla un sistema de monitorización remota no intrusiva basado en IoT para mejorar la calidad de vida de personas mayores, recopilando datos biomédicos y ambientales y ofreciendo una aplicación móvil para acceso en tiempo real y detección de anomalías. [4]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
Università Degli Studi Di Napoli Federico II	1	Proyecto IoT para monitorización no intrusiva de personas mayores	Università Degli Studi Di Napoli Federico II participa en un proyecto que utiliza tecnologías IoT no intrusivas para monitorizar parámetros biomédicos y ambientales en personas mayores, con una aplicación móvil que facilita el acceso a datos y promueve intervenciones personalizadas para mejorar su bienestar. [4]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
Psychological and Teaching Science	1	Monitorización remota IoT para cuidado proactivo de personas mayores	Psychological and Teaching Science de la Università del Salento colabora en un proyecto de monitorización remota no intrusiva basado en IoT para personas mayores, enfocándose en la recopilación de datos biomédicos y ambientales y en la promoción de un enfoque proactivo en el cuidado mediante una aplicación móvil. [4]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real

Universidades

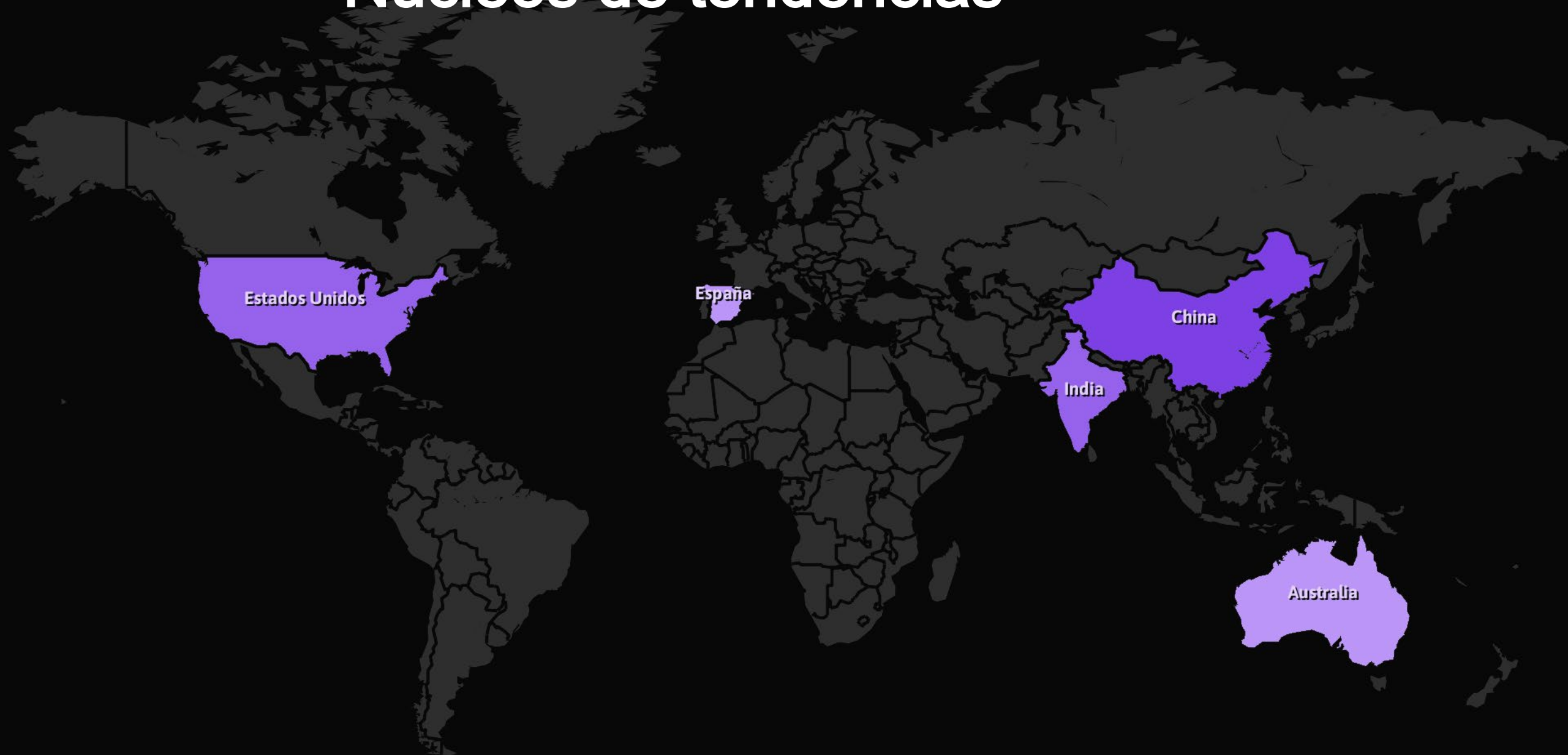
Nombre	Referencias revisadas	Descripción	Resumen	Tendencias relacionadas
Washington State University	1	Detección temprana de deterioro cognitivo mediante sensores ambientales y aprendizaje profundo	Washington State University ha desarrollado un enfoque basado en redes neuronales convolucionales temporales con preentrenamiento contrastivo (TCN-CL) para la detección temprana de deterioro cognitivo leve en adultos mayores mediante datos de sensores ambientales inteligentes en el hogar, logrando una alta precisión y sensibilidad en la clasificación de estados cognitivos. [2]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
California State University	1	Sistema de monitoreo médico inteligente no invasivo para ancianos basado en sensores ambientales y Bluetooth IoT	California State University ha diseñado un sistema de monitoreo médico inteligente en tiempo real para pacientes ancianos que utiliza sensores ambientales y tecnología Bluetooth IoT, ofreciendo una solución no invasiva y no portátil para la supervisión continua del estado del paciente en entornos domésticos. [1]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
University of Wollongong	1	Monitorización no invasiva de signos vitales mediante radar IR-UWB y procesamiento de señales	La Universidad de Wollongong ha investigado el uso de tecnología de radar ultraancho de banda por radio de impulso (IR-UWB) para la monitorización no invasiva de signos vitales como la frecuencia cardíaca y respiratoria, desarrollando algoritmos para separar señales y reducir ruido, con una precisión de hasta el 98% en comparación con electrocardiogramas. [15]	Monitoreo remoto no invasivo por radiofrecuencias y radar ambiental (RF/IR)
Nanjing Xiaozhuang University	1	Colchón inteligente para cuidado nocturno de ancianos con sensores y red ZigBee	Nanjing Xiaozhuang University ha desarrollado un colchón inteligente para el cuidado nocturno de ancianos basado en tecnología ZigBee, que utiliza sensores de presión y temperatura para detectar la presencia y estado del usuario, transmitiendo datos en tiempo real mediante una red inalámbrica para mejorar la atención inteligente durante el sueño. [12]	Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados

Centros Tecnológicos

Nombre	Referencias revisadas	Descripción	Resumen	Tendencias relacionadas
Posts and Telecommunications Institute of Technology	1	Sistema portátil de detección de caídas con TinyML	El Posts and Telecommunications Institute of Technology ha desarrollado un sistema portátil de detección de caídas para personas mayores basado en Tiny Machine Learning, utilizando sensores inerciales y modelos cuantificados para monitoreo en tiempo real con alta sensibilidad y eficiencia en dispositivos con recursos limitados. [6]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
Architecture Engineering College	1	Detección temprana de deterioro cognitivo con sensores ambientales y aprendizaje profundo	La Architecture Engineering College ha aplicado redes neuronales convolucionales temporales con preentrenamiento contrastivo para la detección temprana de deterioro cognitivo leve en adultos mayores mediante datos de sensores ambientales inteligentes en el hogar, logrando alta precisión y sensibilidad en la clasificación. [5]	Sensores ambientales no intrusivos para monitoreo geriátrico en tiempo real
Basque Research and Technology Alliance BRTA	1	Superficies inteligentes con sensores embebidos para monitoreo activo	La Basque Research and Technology Alliance (BRTA) ha investigado la fabricación de superficies inteligentes con sensores embebidos mediante magnetron sputtering y grabado láser, permitiendo la integración de sensores de temperatura y deformación en componentes para monitoreo activo sin afectar la geometría. [7]	Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados
Jiangsu Maritime Vocational and Technical College	1	Colchón inteligente para cuidado nocturno con sensores y ZigBee	La Jiangsu Maritime Vocational and Technical College ha diseñado un colchón inteligente para el cuidado nocturno de personas mayores basado en tecnología ZigBee, que utiliza sensores de presión flexibles y temperatura para monitorizar el sueño y transmitir datos en tiempo real mediante redes inalámbricas. [12]	Superficies inteligentes de reposo/colchón con sensores integrados

Núcleos de tendencias

Núcleos de tendencias



Conclusiones y referencias

Conclusiones y referencias

El análisis de las bases de datos de patentes entre 2025 y 2026 indica un aumento en la combinación de términos tecnológicos y biomarcadores en las búsquedas booleanas, lo que sugiere un interés creciente en la integración de tecnologías de monitoreo no invasivas para la población anciana.

Se observa una tendencia hacia el desarrollo de sistemas de sensores ambientales que no solo se centran en la salud, sino que también consideran el contexto del usuario, lo que refleja una mayor atención a la experiencia del usuario en el diseño de tecnologías para el monitoreo de ancianos.

Las búsquedas booleanas han revelado un incremento en la patente de tecnologías que combinan sensores de superficie con aplicaciones biomédicas, lo que sugiere un enfoque multidisciplinario en la investigación y desarrollo de soluciones para el cuidado de ancianos.

El uso de términos relacionados con el medio ambiente en las búsquedas de patentes indica un reconocimiento creciente de la importancia de los factores ambientales en el monitoreo de la salud de los ancianos, lo que podría influir en futuras innovaciones en este campo.

La combinación de términos de tecnología, biomarcadores y contexto del usuario en las búsquedas de patentes sugiere que los desarrolladores están buscando crear soluciones más integradas y holísticas para el monitoreo de ancianos, lo que podría mejorar la efectividad de estas tecnologías en el futuro.

Referencias (i)

- [1] Design and Implementation for Smart Medical Alert Device- Proceedings of the 2024 IEEE 6th Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability, ECBIOS 2024 (2024)
- [2] Deep learning for early detection of mild cognitive impairment using smart home ambient sensor data- The Clinical neuropsychologist (2026)
- [3] SAFEINBED SYSTEM FOR CONTINUOUS MONITORING OF USERS-INNOVESIO (2019)
- [4] An Innovative Monitoring System Based on Non-Intrusive IoT Technologies to Improve Elderly Lifestyle- Lecture Notes in Bioengineering (2024)
- [5] Deep learning for early detection of mild cognitive impairment using smart home ambient sensor data- Clinical Neuropsychologist (2025)
- [6] Continuous Wearable-based Fall Detection using Tiny Machine Learning 2024 9th International Conference on Applying New Technology in Green Buildings, ATiGB 2024 (2024)
- [7] Manufacturing smart surfaces with embedded sensors via magnetron sputtering and laser scribing Applied Surface Science (2022)
- [8] Large Area Flexible Piezoresistive Sensor Array for Smart Mattress Application IEEE Sensors Letters (2024)
- [9] Pressure sensor-based Sleep Status and Quality Evaluation System IEEE Sensors Journal (2023)
- [10] Recognition of Human Sleep Pressure Posture Image Using Deep Residual Network 2022 4th International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering, CISCE 2022 (2022)
- [11] Biomimetic Multiscale-Structured Biomass Graphene/Polyurethane Sponge Composite for Flexible Pressure Sensors and Intelligent Cushioning Materials - Advanced Science (2025)
- [12] Design and Implementation of an Intelligent Mattress for Elderly Night Care Based on ZigBee Technology Frontiers in Artificial Intelligence and Applications (2023)
- [13] VSMART: Vital Sign Monitoring via Remote Tracking US National Science Foundation (2025)
- [14] Key Vital Signs Monitor Based on MIMO Radar Sensors (Basel, Switzerland) (2025)
- [15] Non-Invasive Monitoring System of Vital Signs using IR/WWB Radar: A Short Review and Feasibility Study Proceeding of 2023 17th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications, TSSA 2023 (2023)
- [16] Robust multi-person vital-sign sensing in indoor environments using FMCW MIMO radar Electronic Research Archive (2026)
- [17] Fine-grained Vital Sign Reconstruction through Machine Learning on Multichannel Radar Signals- Proceedings- ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (2025)
- [18] Federated Edge AI and Digital Twin-Enabled IoT Framework for RealTime Landslide Prediction and Multi-Modal Early Warning Systems in Arid and Mountainous Regions International Conference on Intelligent and Innovative Practices in Engineering and Management, IIPEM 2025 (2025)
- [19] Edge AI Empowered IoT Framework for RealTime Air Quality and Climate Resilience Monitoring- IEEE International Conference on Innovate for Humanitarian: Tech Solutions for Global Challenge, ICIH 2025 (2025)
- [20] Edge AI: Distributed Intelligence for RealTime Systems- IoT Worlds (2026)

Referencias (ii)

- [21] Real-Time Smart Home Monitoring and Control Using Raspberry Pi, Sensors, and Edge-AI International Conference on Electrical Energy Systems, ICEES (2025)
- [22] Development of a Smart Headband for Non-Invasive Monitoring of Vital Signs- IEEE International Symposium for Design and Technology of Electronics Packages, SIITME Conference Proceedings (2025)
- [23] Sensors for IoT: The Unseen Technologies Driving Our Connected World IoT Worlds (2026)
- [24] Introduction to IoT Architecture: The Blueprint for a Connected World- IoT Worlds (2026)
- [25] Growing Demand For Real Time Monitoring Systems Fuelling The Growth Of The Market Amid Rising Need For Continuous Health And Safety Oversight: Critical Driver Shaping the Global Smart Elderly Fall Detection Rug Market in 2025- openPR.com- New Public Relations: Health & Medicine (2025)
- [26] Sleep monitoring: A smart foam mattress using novel mathematical model- Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems (2018)
- [27] A Unified Multimodal Edge AI Smart Assistive Stick for Visually Impaired Users 2026 IEEE 18th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, CICN 2026 (2026)
- [28] Compact Board Enables Tracking and Edge AI Applications Electronics For You (2026)

Explora la innovación como nunca antes

