



M^{DE}M

Informe de Vigilancia Tecnológica

Investigación de múltiples tecnologías de comunicación
para la mejora de redes de sensores inalámbricos en la
monitorización del medio marino



Este informe ha sido elaborado por la Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico Naval y del Mar gracias al Convenio suscrito con el Instituto de Fomento de la Región de Murcia con el apoyo del fondo FEDER.



Autores: Iván Felis, Rosa Martínez, Eduardo Madrid, M^a Ángeles García, Isabel Hernández

Más info: www.ctnaval.com



**Fondo Europeo de
Desarrollo Regional**

**"Una manera de
hacer Europa"**

© CTN, 2022

Todos los derechos están reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de este informe con fines educacionales, divulgativos y no comerciales citando la fuente. La reproducción para otros fines está expresamente prohibida sin el permiso de los propietarios del copyright.

Índice

1. Introducción	4
2. Metodología.....	5
3. Sustainable Blue Economy.....	8
4. Estado del arte.....	8
4.1. Mapas de cobertura y métodos de simulación en medio marino	9
4.2. Técnicas de comprensión de datos	12
4.3. Las WSN para actividades costeras.....	15
4.4 Las WSN para actividades de extracción de recursos	17
4.5 Las WSN para energía renovable off-shore	19
5. Tendencias.....	21
5.1. Literatura científica	21
5.1.1. Análisis de tendencias en la literatura	39
5.2. Proyectos.....	44
5.2.1. Análisis gráfico de la financiación	48
6. Bibliografía.....	49

1. Introducción

Este informe, elaborado por el equipo del Centro Tecnológico Naval y del Mar, tiene como finalidad ofrecer al tejido empresarial una mejora en el conocimiento del entorno, que permita detectar tendencias y desarrollar estrategias adecuadas basadas en niveles superiores de certidumbre a través de la captación y divulgación de información y conocimiento de importancia estratégica en los ámbitos social, tecnológico y económico, que incidan en la detección de nuevas oportunidades de desarrollo regional.

Los contenidos de este informe están estrechamente relacionados con el desarrollo del proyecto *Investigación de múltiples tecnologías de comunicación para la mejora de redes de sensores inalámbricos en la monitorización del medio marino*.

En el proyecto MODEM se aplican redes de comunicación inalámbrica e IoT (Internet de las Cosas) para el desarrollo de sistemas de seguimiento y medición a bajo coste aptos para el medio marino. Así, CTN pretende consolidar su línea de comunicaciones marítimas y el desarrollo de las posibilidades de las WSN (redes de sensores inalámbricos) en el ámbito marítimo. Las WSN resultan muy útiles para la monitorización de parámetros tanto físicos como ambientales, y además presentan multitud de posibilidades en el ámbito marino que aún están por descubrir.

Para la realización de este informe se han aplicado técnicas de Vigilancia Tecnológica, una herramienta al servicio de las empresas y organizaciones que permite detectar oportunidades y amenazas aportándoles ventajas competitivas y fundamentos para la toma de decisiones estratégicas mediante la selección y análisis de información de diversos tipos (científica, tecnológica, comercial, de mercado, social...).



Para ello se parte de una introducción metodológica sobre las técnicas y fases de la Vigilancia Tecnológica que se han aplicado para el desarrollo del informe. A continuación, se introduce la Economía Azul como iniciativa europea con el fin de contextualizar los contenido temáticos del informe. Seguidamente se realiza un análisis del es-

tado de la técnica, proyectos y literatura científica.

Por último, se incluyen las fuentes que se han manejado para la realización de este informe.



2. Metodología

La vigilancia tecnológica se entiende como una “forma organizada, selectiva y permanente de captar información del exterior sobre tecnología, analizarla y convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” [1]. Su finalidad última es generar ventajas competitivas para la empresa ya que le proporciona datos para:

Para el desarrollo de la Vigilancia Tecnológica el primer paso es plantear los aspectos

básicos [2]: ¿Cuál es el objeto de la vigilancia? ¿Qué debemos vigilar? ¿Qué información buscar? ¿Dónde localizarla?

La finalidad de la Vigilancia Tecnológica es generar ventajas competitivas para la empresa

Cuando el objetivo de la VT está claramente delimitado, se procede a planificar la estrategia de búsqueda. Para el despliegue de esta fase conviene tener en cuenta que la información puede presentarse de dos formas: estructurada y no estructurada. La primera es propia de las bases de datos, conjuntos de datos homogéneos, ordenados de una forma determinada, que se presenta en forma legible por ordenador [3]. Su unidad es el registro –o ficha de un artículo

que el texto es la mayor fuente de información y conocimiento para las empresas [4].

Tras la selección de las palabras clave se automatiza la búsqueda en función de las diferentes tipologías de fuentes a utilizar, se lanza la misma y se filtran los resultados en términos de pertinencia, fiabilidad, relevancia, calidad y capacidad de contraste [1].

Una vez comprobada la calidad de la información, los métodos de análisis han de ga-



científico o una patente- que presenta la información ordenada en campos: autor, título, fecha de publicación, titular de la patente, inventores, etc. En cambio, la información no estructurada se presenta en textos sin un formato determinado (noticias de periódicos, sitios web, blogs, correos electrónicos) cuyo tratamiento requerirá de nuevas herramientas capaces de “leer” y analizar estos textos. Estas herramientas son útiles también para analizar la información de textos completos de artículos científicos o de patentes. Hoy se considera

garantizar su valor para la explotación de los mismos [5]. El objetivo del análisis es transformar la información en bruto recogida en un producto con alto valor añadido. A partir de aquí, la aportación de los expertos es crítica para crear información avanzada, para generar conocimiento. Pasamos de una masa ingente de información en distintos formatos y lugares a una etapa en la que se captura la información más relevante, se organiza, indexa, almacena, filtra y, finalmente, con la opinión del experto que aporta en este punto del proceso un máximo va-

lor añadido [6]. A continuación, se incluye un esquema con las distintas fases de la metodología empleada durante la generación de este informe.



3. Sustainable Blue Economy

La Economía Azul Sostenible es el nuevo enfoque que da la Unión Europea a la Economía Azul para incorporarla de pleno derecho a los esfuerzos que van a marcar el rumbo de la economía europea en los próximos años: el Pacto Verde Europeo y el Plan de Recuperación para Europa.

Es una manera de ver la economía que subraya la necesidad de invertir en investigación e innovación para conseguir que las actividades económicas en el sector marítimo reduzcan su impacto en el medio marino, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático, con el fin de lograr el objetivo de convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en el mundo en 2050.

El programa Horizonte Europa, junto a instrumentos de financiación como el Fondo Europeo Marítimo, garantizan una base sólida en ciencia e innovación enfocada en:

- Preservar y restaurar los mares y océanos y eliminar la contaminación.
- Controlar el uso de los recursos que se

obtienen de mares y océanos para utilizarlos de manera más sostenible y renovable.

- Adaptación a las consecuencias del cambio climático.
- Cómo utilizar los recursos oceánicos para mitigar el cambio climático.
- Impulsar la innovación y ayudar a empresas del sector marítimo para fomentar la economía circular y las soluciones sostenibles.

Puedes ampliar información sobre la economía azul en el story map de nuestro [observatorio tecnológico](#).



4. Estado del arte

A continuación, se presenta el concepto de mapas de cobertura junto con métodos de simulación en el medio marino y técnicas de comprensión de datos. Asimismo, se exponen las aplicaciones de las WSN

para actividades costeras, de extracción de recursos y energía renovable off-shore.

El estado del arte recoge la situación de una determinada tecnología: lo más innovador o reciente con respecto a un arte específico

4.1. Mapas de cobertura y métodos de simulación en el medio marino

Actualmente, se pueden consultar distintos tipos de mapas de cobertura sobre todo en conexiones móviles como GSM, 3G, 4G y hasta 5G pero, sin embargo, estos mapas no son de gran valor técnico ya que su enfoque es más de marketing, mostrando la ubicación aproximada de las antenas y su rango teórico, sin información real y medida. Cada operadora tiene su map^{1,2} y algunos informes de cobertura³. De igual forma, hay disponibles para el público mapas de ubicación de cada antena en el Geoportal del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación digital⁴, así como otros mapas de ubicación de antenas que incluye información técnica poco detallada⁵.

Para el desarrollo ad-hoc de mapas de co-

bertura, existen algunas herramientas de simulación genéricas que ayudan a calcular las pérdidas en el espacio libre, las cuales tienen en cuenta factores relevantes como absorción de los árboles, efectos del terreno, clima, etc. Calculan las expectativas del rendimiento del enlace utilizando información acerca del equipo y mapas digitales del área. Algunos ejemplos son:

- **RadioEarth¹**: herramienta que interacciona con Google Earth y permite realizar simulaciones de sistemas de radiocomunicaciones como GSM, UMTS, TETRA, LMDS, MMDS, Radio digital, TDT, WiFi, etc. empleando diferentes modelos de propagación.
- **RADIOGIS²**: herramienta diseñada por el Grupo de Investigación SiCoMo,



1. Llácer, L. J., et al, Grupo, E., & Sistemas, D. De. (n.d.). RadioEarth: Herramienta de cálculo de cobertura radioeléctrica para Google Earth. (2009)
2. Llácer, L. J., et al, Grupo, E., & Sistemas, D. De. (n.d.). RADIOGIS software que puede incorporarse como una nueva barra de herramientas a Arcview 9 para el cálculo de cobertura radioeléctrica de sistemas de radiocomunicación (2009)

de la Universidad Politécnica de Cartagena, para la gestión y el cálculo de coberturas radioeléctricas de sistemas de radiocomunicaciones como GSM, UMTS, TETRA, LMDS, MMDS, WiFi o TDT. Se basa en un Sistema de información Geográfica de modo que los mapas suministrados se encuentran georreferenciados, de modo que es posible realizar análisis de sus características espaciales y temáticas.

- **ISP Design Center:** aplicación gratuita y on-line que sirve para hacer un cálculo aproximado del nivel de cobertura que llega a un punto determinado desde el lugar donde se sitúa la estación base.
- **LinkCalc:** aplicación gratuita y on-line que completa los parámetros principales para todos los productos Deliberant®, pero también les permite ser editados o reemplazados en su totalidad con el fin de utilizar equipos de otros fabricantes.
- **PLANNINGTOOL:** herramienta de planificación radioeléctrica genérica disponible on-line que puede aplicarse al diseño de la práctica totalidad de tecnologías inalámbricas: comunicaciones móviles públicas (GSM, DCS, UMTS, LTE, ...), radiodifusión (TV, DVB-T, FM, DAB, DVB-H, ...), sistemas de comunicaciones móviles profesionales (PMR, TETRA, ...), radioenlaces (PDH, SDH, ...), acceso a banda ancha (LMDS, WIMAX, WiFi, ...). Las posibles aplicaciones son ilimitadas siempre y cuando se disponga de los parámetros específicos de cada tecnología y los algo-

ritmos y métodos de cálculo apropiados de aplicación en cada una de ellas.

A pesar de que algunas de estas herramientas son bastante potentes, no contemplan todas las particularidades de las comunicaciones en el medio marino (efecto de las olas, estratificación de la humedad, etc.). No obstante, encontramos algunos estudios que desarrollan **métodos de simulación específicos** para dar cuenta de esta casuística. Diferenciamos dos aproximaciones de simulación:

- Para estados de la mar en calma, el canal cercano a la superficie del mar se modela como una combinación de la trayectoria de la “línea de visión” (LoS³), la trayectoria de reflexión especular y las trayectorias de reflexión difusa debido a la dispersión de la superficie del mar agitado⁴. Entre ellos, la LoS es el enlace más importante, el camino especular puede sumarse de manera constructiva o destructiva según la diferencia de longitud del camino y el coeficiente de reflexión, y los caminos difusos son siempre componentes incoherentes aleatorios con una potencia total aún menor. En estas condiciones, encontramos aproximaciones como el “modelo de dos ondas con potencia de difusión” (TWDP⁵) para la propagación de ondas milimétricas terrestres^{6,7}.
- Para estados de mar agitados y/o una altura de antena de dispositivo baja, la superficie del mar variable puede llegar más alto que un punto en la ruta de la LoS. La reflexión y la dispersión

3. Del inglés: Line-of-Sight

4. F. Huang, X. Liao, and Y. Bai, Multipath channel model for radio propagation over sea surface, *Wireless Pers. Commun.*, vol. 90, no. 1, pp. 245–257 (2016)

5. Del inglés: two wave with diffusion power.

6. J. Wang et al., “Wireless channel models for maritime communications,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 68070–68088 (2018)

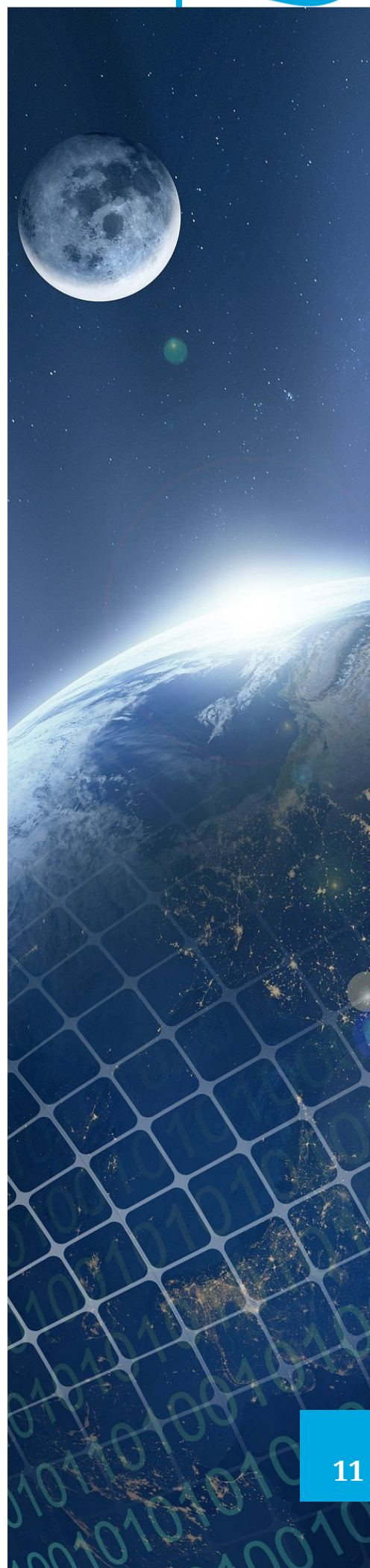
7. W. Wang et al., Propagation channel at 5.2 GHz in baltic sea with focus on scattering phenomena, in *Proc. 9th Eur. Conf. Antennas Propag. (EuCAP)*, pp. 1–5 (2015)

en estos casos se vuelven muy difíciles de predecir y modelar⁸. No obstante, se encuentran estudios que analizan el bloqueo de olas del fenómeno LoS que implica el estudio de la atenuación del agua de mar de la propagación de señales electromagnéticas y las interacciones estadísticas de las olas del mar y la propagación de LoS^{9,10}.

Por último, con relación a la metodología de desarrollo del CTN, destacamos algunas librerías de programación¹¹ adaptadas al lenguaje Python, que permiten simular radioenlaces con obstáculos, basándose en la recomendación de la ITU-R P.526, que implementan distintos métodos matemáticos para tratar radioenlaces que presentan difracción en su recorrido. Estas librerías, haciendo uso de la API de Google e considerando distintos aspectos de la comunicación (frecuencia, radio efectivo de la Tierra, altura de los mástiles de las antenas, coordenadas, etc.) son capaces de analizar el medio y calcular sus pérdidas. Este tipo de librerías permite el cálculo dinámico e implementación en una aplicación ad-hoc.

En el presente proyecto, en relación con el OE1 y OE2, partiremos de las herramientas de simulación genéricas para obtener una primera aproximación a las coberturas esperadas en el mar por las distintas tecnologías de comunicación de interés y, posteriormente, se realizará una investigación sobre los modelos de simulación específicos para obtener, a partir de ellos, mapas de cobertura dinámicos que permita identificar las posibilidades reales de WSN en la costa de la Región de Murcia. Adicionalmente, en relación con los OE2 y OE3, se desarrollarán y desplegarán distintas WSN a distintas distancias y en distintas condiciones que permitirán validar los mapas obtenidos.

8. Huo, Y., Dong, X., & Beatty, S. Cellular Communications in Ocean Waves for Maritime Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(10), 9965–9979 (2020)
9. E. Dinc and O. B. Akan, Channel model for the surface ducts: Largescale path-loss, delay spread, and AOA, *IEEE Trans. Antennas Propag* (2015)
10. E. Dinc and O. B. Akan, Beyond-line-of-sight communications with ducting layer, *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 10, pp. 37–43 (2014)
11. Mellado, S. H. Simulador en Python del efecto de múltiples obstáculos sobre un radioenlace según la Rec. ITU-R P.526 (2018)



4.2. Técnicas de comprensión de datos

Como bien es conocido, cada día se generan cantidades ingestas de datos, que van en aumento por el propio desarrollo de dispositivos de IoT existentes y disponibles en el mercado. Estos dispositivos, por lo general, presentan una potencia de procesamiento y una capacidad de almacenamiento limitadas, no siendo capaces de procesar ni almacenar este volumen de datos. Ello, sumado a que el análisis pormenorizado de este gran conjunto de datos para extraer aquellos más significativos y a que necesitan ser gestionados de una manera eficiente supone la necesidad de recurrir a técnicas de compresión de datos que permitan mantener un equilibrio entre el consumo de energía durante el procesamiento de datos y su transmisión entre dispositivos IoT¹².

Así, la compresión de información ha jugado un papel fundamental en cuanto a la tecnología digital debido a su potencial de minimizar el espacio de almacenamiento de información, así como el ancho de banda necesario para su transmisión entre equipos remotos. Esta información puede ser de audio, video, texto y multimedia. Los algoritmos de compresión y descompresión de datos se diferencian en algoritmos sin pérdidas¹³, que se reproducen descomprimiendo bit a bit; y los que sí tienen, que omiten parte de información.

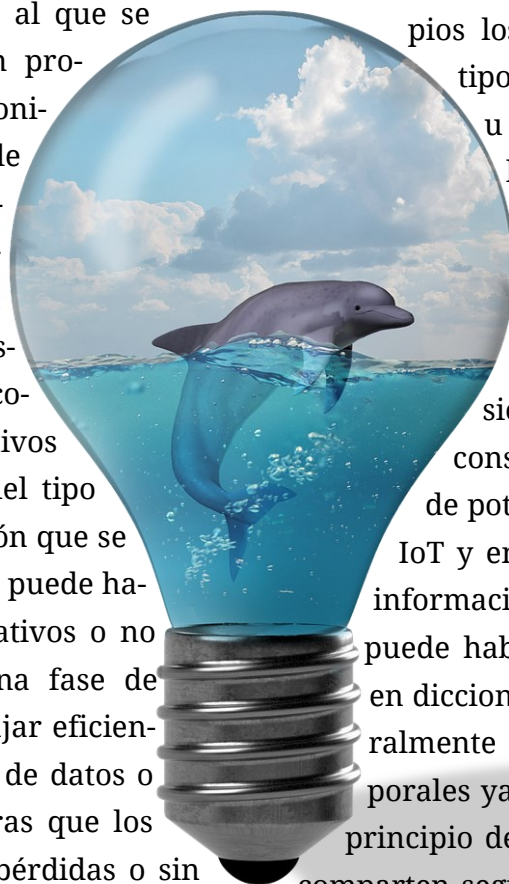
Un aspecto clave en los algoritmos de compresión de datos es encontrar un compromiso entre el rendimiento y la complejidad. Respecto al rendimiento, existen dos factores que entran en conflicto: la percepción del usuario final a la compresión (por ejemplo, la calidad de la imagen en una



12 Hossain, Kaium and Mizanur Rahman, and Shanto Roy. IoT Data Compression and Optimization Techniques in Cloud Storage: Current Prospects and Future Directions, International Journal of Cloud Applications and Computing, no.2: 43-59 (2019)

13 F.A. Marengo Rodríguez, et al. Análisis comparativo de codificadores de audio sin pérdidas, i.A. Marengo Rodríguez, et al. Análisis comparativo de codificadores de audio sin pérdidas,(2010)

compresión de imagen) y la tasa de compresión de datos lograda, así como la velocidad y la precisión en la compresión-descompresión de la señal; indicadores de calidad que miden el rendimiento de la compresión. Alcanzar el compromiso entre ellos es un reto continuo al que se sigue haciendo frente en proyectos que involucren monitorización y transmisión de datos mediante tecnologías de la nube¹⁴. Con respecto a la complejidad del sistema, ésta define el coste de la codificación y decodificación en los dispositivos que, a su vez, depende del tipo de algoritmo de compresión que se emplee. En este sentido se puede hablar de algoritmos adaptativos o no adaptativos (necesitan una fase de entrenamiento para trabajar eficientemente con un conjunto de datos o dominio concreto; mientras que los no adaptativos, no); con pérdidas o sin pérdidas (cuando la decodificación de la información no es idéntica a la señal original; mientras que si es sin pérdidas, el resultado tras la decodificación es igual); simétricos y no-simétricos (se emplea el mis-



mo algoritmo como codificador y decodificador; mientras que en el caso de no-simétrico se emplean algoritmos diferentes)¹⁵.

Si bien, existen multitud de algoritmos de compresión cuyas características y principios los enmarcan dentro de un tipo de técnica de compresión u otra (siendo estas técnicas las descritas anteriormente), la compresión de datos más empleada para transmisión de información inalámbrica es la compresión sin pérdidas, ya que consigue disminuir el consumo de potencia entre los dispositivos IoT y enviar de forma eficiente la información deseada¹⁶. Aun así, se puede hablar de algoritmos basados en diccionario (DB), empleados generalmente sobre datos de series temporales ya que se basan en el propio principio de que las series temporales comparten segmentos comunes, como los algoritmos Shannon-Fano y Lempel-Ziv¹⁷, que son eficientes para conjuntos de datos con una alta redundancia y dispersión; algoritmos secuenciales (SA)^{18,19}, como son la codificación Huffman, Delta o Run-length,

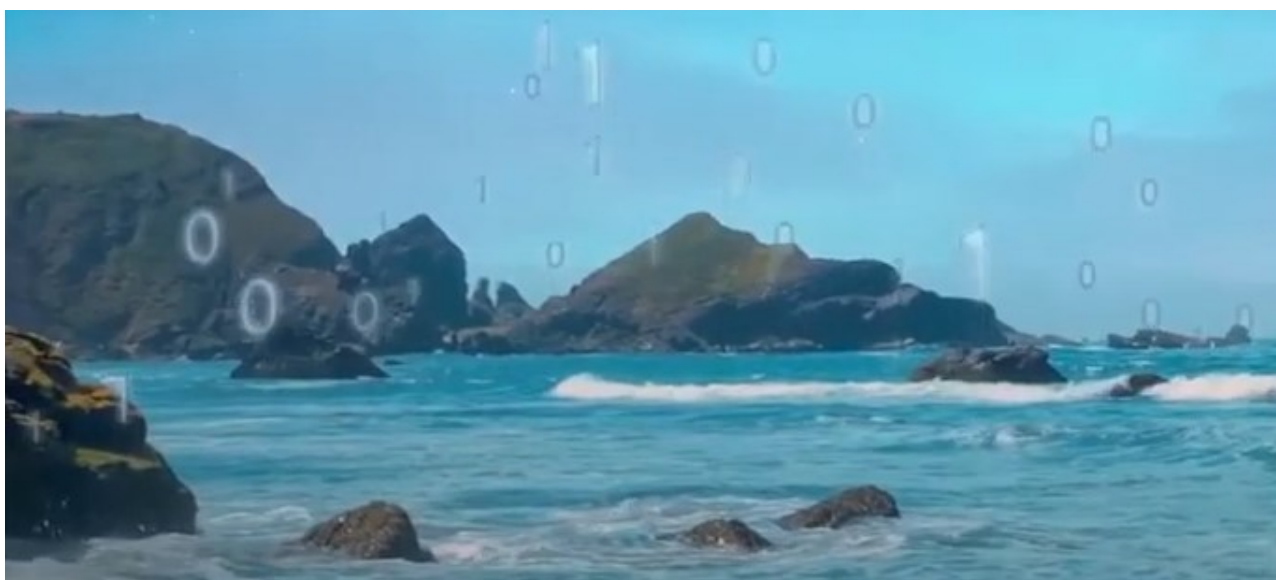
14. M.Hosseini. "A Survey of Data Compression Algorithms and their Applications". (2012)
15. Rahman, M.A.; Hamada, M. Lossless Image Compression Techniques: A State-of-the-Art Survey. *Symmetry* 2019, 11, 1274. (2019)
16. A. Khairi, B. Jambek and N. Alina. Performance Comparison of Huffman and LZW Data Compression for Wireless Sensor Node application. *American Journal of Applied Sciences*. Vol. 11, N° 1. Pp 119-126. (2014)
17. R. F. Quiros and R. A. Bedruz. Comparison of Huffman Algorithm and Lempel-Ziv Algorithm for Audio, Image and Text Compression. 8th IEEE International Conference Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Cebu, Philippines, (2015)
18. Shinjiro Ashida et al. Sampled-Data Audio Signal Compression with Huffman Coding. Kyoto University, Japan. SICE 2004 Annual Conference (2004)
19. Tonny Hidayat et al. Lossless Codign Scheeme for Data Audio 2 Channel using Huffman and Shannon-Fano. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 96, n° 11, pp. 3467 – 3477 (2018)

computacionalmente muy eficientes y usualmente empleados en el contexto de comunicaciones entre sensores IoT, donde los dispositivos tienen baja capacidad computacional²⁰; así como también, algoritmos más avanzados que se basan en técnicas de aprendizaje automático y profundo, como pueden ser las redes neuronales recurrentes (RNN), empleadas principalmente para imagen o video, ya que consiguen alcanzar una tasa de compresión realmente elevada²¹.

Por otro lado, y siguiendo con la filosofía de reducción del tamaño de los datos mediante técnicas de compresión, es importante destacar el almacenamiento óptimo de los conjuntos de datos. Así, un almacenamiento óptimo de los datos se basa en el almacenamiento binario de los mismos. En concreto, la librería HDFS (Hadoop Distributed File System) hace posible el almacenamien-

to de conjuntos de datos masivos con tipos de datos estructurados, semi-estructurados y no estructurados como imágenes, vídeo, datos de sensores, etc. Está optimizado para almacenar grandes cantidades de datos y mantener varias copias para garantizar una alta disponibilidad y la tolerancia a fallos. Con todo esto, HDFS es una tecnología fundamental para Big Data²².

Con todo, en este proyecto, CTN pretende abordar los retos presentes en el medio marino en relación a la transmisión de datos a través de dispositivos de IoT mediante la identificación de las técnicas de comprensión de datos basados en métodos clásicos y de aprendizaje automático que mejor se adapten a las condiciones del entorno, así como a la tipología de los datos que monitorizamos.



20. Mogahed, H.S., Yakunin, A.G.: Development of a Lossless Data Compression Algorithm for Multichannel Environmental Monitoring Systems. In: 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), pp. 483–486. IEEE, Novosibirsk (2018)
21. Rahman MA, Hamada M, Shin J. The Impact of State-of-the-Art Techniques for Lossless Still Image Compression. *Electronics*; 10 (3):360 (2021)
22. Gvishiani A., Dobrovolsky M., Rybkina A. Chapter 6 Big Data and FAIR Data for Data Science. In: Roberts F.S., Sheremet I.A. (eds) *Resilience in the Digital Age. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12660. Springer, Cham (2021)

4.3. Las WSN para actividades costeras



Monitorización costera (distancias de comunicación cortas, <1km)

Los sistemas marinos costeros son particularmente vulnerables a la influencia de la actividad humana debido principalmente al desarrollo industrial, turístico y urbanístico, y es por ello por lo que estas aguas se convierten en objetivos ideales en el ámbito de la investigación cuya finalidad es analizar el entorno marino costero. En esta Tesis²³ se dedica especial atención a las tecnologías que se utilizan para la observación del medio acuático. Para ello, se utilizan desde redes de sensores de pequeña escala hasta complejos sistemas de observación costeros, donde también se realiza el desarrollo de una red de sensores inalámbrica aérea para monitorización de zonas coste-

ras poco profundas.

Algunas soluciones de interés para construir y respaldar redes de sensores marinos remotos son: el proyecto WiCAN²⁴, donde se emplea WiMAX para áreas que no están bajo cobertura satelital y se propone una combinación de WiMAX, LTE y VHF para construir redes inalámbricas de área costera; SIMMA²⁵ (Sistema Multipropósito para el Monitoreo del Ambiente), proyecto donde se monitorizan diversas variables ambientales de línea costera para la preservación de reservas naturales protegidas, utilizando redes de sensores, fotografía multispectral aérea y vehículos no tripulados o drones.

23. Albaladejo Pérez, C. Propuesta de una Red de Sensores Inalámbrica para un Sistema de Observación Costero. Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Tecnología Electrónica. Tesis Doctoral. (2011)
24. Pensieri, S., et al. Evaluating LoRaWAN connectivity in a marine scenario. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, 11 (2021)
25. Andrés, C., & Moreno, T. Redes autónomas e inteligentes para la monitorización de variables ambientales, Universidad de Zaragoza, Tesis Doctoral, (2019)



Ámbito portuario (distancias de comunicación cortas, <1km)

Dentro de los puertos, la integración de la tecnología del IoT está destinada a favorecer la interconexión de todo tipo de objetos y sensores con los medios de transporte y el equipamiento utilizados en el entorno portuario, facilitando la operación inteligente de las labores de carga, descarga y transporte. En concreto, el IIoT (Internet de las cosas Industrial) se emplea para realizar cuatro operaciones básicas dentro de los puertos como son: la sensorización, el posicionamiento, la interconexión entre dispositivos y la monitorización. Gracias a la correcta ejecución estas operaciones, la tecnología IIoT puede optimizar distintos aspectos relacionados con la planificación de recursos, la gestión de activos tecnológicos, la medición y evaluación del impacto medioambiental o el desarrollo de un sistema

de seguridad y protección dentro del puerto y la terminal²⁶.

Las tecnologías de acceso inalámbrico son soluciones ampliamente utilizadas dentro de los puertos de cara a facilitar el envío de información a través de señales radioeléctricas, ofreciendo una mayor accesibilidad que permite interconectar los distintos dispositivos dentro de las redes de sensorización, monitorización y vigilancia. Dentro de este tipo de soluciones se distingue entre: tecnologías inalámbricas de área local y extendida (por ejemplo, WiFi y WiMAX); tecnologías inalámbricas para situaciones críticas (por ejemplo, TETRA); tecnologías celulares (por ejemplo, LTE y 5G).

26. Puertos, D. E. Manual De Puertos Inteligentes, estrategia y hoja de rutas (2020).

4.4. Las WSN para actividades de extracción de recursos



Acuicultura (distancias de comunicación medias, 1-10km)

La monitorización continua del estado de salud de los peces y de los diversos parámetros que afectan al crecimiento y desarrollo de estos permite conocer en tiempo real el estado del cultivo y tomar las medidas apropiadas con suficiente antelación, previniendo así pérdidas importantes^{27,28,29}.

Los métodos tradicionales de obtención de datos basados en las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) son considerados poco fiables, de baja precisión y antigénicos, ya que el acuicultor tiene que estar físicamente presente en la zona de cultivo para medir los parámetros de interés⁶⁵ suponiendo un incremento en los costes operacionales y un estrés añadido para el cultivo⁶⁶. Estas tecnologías han re-

sultado ser sistemas costosos y dependientes de muchas plataformas de comunicación, por ello en los últimos años, debido a la necesidad de información confiable y accesible para la planificación de la producción, surge el desarrollo de equipos con altas prestaciones y de bajo costo, como son las tecnologías basadas en Internet de las Cosas (IoT). Sin embargo, la supervisión y el control impulsados por el IoT en la acuicultura es un escenario difícil que presenta una serie de dificultades entre las que destacamos:

- Disponibilidad de energía limitada. Es necesario un sistema de bajo consumo para la recopilación de datos y la comunicación de larga duración.
- Cobertura de las comunicaciones: limitada o nula.

27. Tawfeeq, A., Ali, H., Al Wahaibi, S., & Vijayalakshmi, D. K. IoT based Aquaculture system with Cloud analytics. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(22), 4136–4142 (2019)
28. Gupta, S., Gupta, A., & Hasija, Y. Transforming IoT in aquaculture: A cloud solution. In *AI, Edge and IoT-based Smart Agriculture*. Elsevier Inc (2022)
29. Tawfeeq, A., Ali, H., Al Wahaibi, S., & Vijayalakshmi, D. K. (2019). IoT based Aquaculture system with Cloud analytics. *International*

- Comunicación de datos en tiempo real: los datos de las mediciones llegan al usuario final con el tiempo necesario para la intervención de control en caso de que se detecten anomalías³⁰.

El presente proyecto pretende apoyar estos retos mediante el estudio de las tecnologías de comunicación existentes y su aplicabilidad al medio marino.

Pesca (distancias de comunicación medias, 1-10km)

Las tecnologías IoT brindan oportunidades prometedoras a las organizaciones al conectar y permitir colaboraciones entre objetos físico, dispositivos, sistemas, plataformas y aplicaciones. Sin embargo, hay una falta de investigación suficiente que explore IoT en la industria pesquera, especialmente en buques pesqueros más pequeños que operan en áreas remotas y rurales.

El precio del pescado depende de la calidad de este, dónde y cuándo se ha capturado, y también cómo ha sido conservado. A veces los problemas en el sistema de frío que se emplea para su conservación son difíciles de detectar, y cuando ocurre algo imprevisto, el riesgo potencial es perder la cadena de frío y por tanto la calidad de las capturas. En otras palabras, los ingresos dependen en gran medida de que la conservación de dichas capturas no falle. El sistema que se encarga de conservar las capturas es el RSW, el cual debe de estar operativo en todo momento. En caso de que dicho sistema sufriera alguna avería, habría que enviar a un operario por avión lo cual es muy costoso y lleva tiempo, y el tiempo es crucial durante la pesca.

La conexión a internet de dicho sistema per-



30. Teixeira, R. et al. Towards Precision Aquaculture: A High Performance, Cost-effective IoT approach. (2021)

mitiría solucionar los potenciales problemas que le surgieran de una manera rápida ya que permitiría que el proveedor del sistema desde tierra se pudiera conectar de manera remota al mismo.

Existe poco desarrollo de IoT en buques pesqueros costeros. Esto se puede deber al conservacionismo de esta industria o a los bajos presupuestos con los que cuentan este tipo de embarcaciones. Los buques pesqueros de costa no tienen grandes presupuestos y la inversión que realizan en nuevas

tecnologías es muy pequeña. Sin embargo, los buques pesqueros de costa cuentan con una ventaja potencial ya que las zonas donde operan pueden tener acceso a una baja frecuencia de 450 MHz generada por las estaciones base que se disponen a lo largo de la costa. En ellas, se podría instalar una conexión a internet para los sensores IoT con un alcance de hasta 120 km como se demuestra en el estudio llevado a cabo por Andreas Vollen y Moutaz Haddara en Noruega³¹.

4.5. Las WSN para energía renovable off-shore



Industria energética renovable off-shore (distancias de comunicación largas , >10km)

En la actualidad, los parques eólicos marinos se ubican en aguas no muy profundas (hasta 60 metros de calado) y alejados de la costa, las rutas de tráfico marino, las instalaciones estratégicas navales y los espacios de interés ecológico. Según el último informe de la asociación europea de energía eólica WindEurope, Eólica marina en Europa:

tendencias y estadísticas clave 2018, publicado en febrero de 2019, los parques europeos tienen una profundidad media de 27,1 metros (solo un poco menos que el año anterior) y se encuentran a una distancia media de 33 kilómetros de la costa, frente a los 41 km de media registrados en el informe de 2017.

El centro tecnológico CEIT ha ensayado un nuevo sistema de comunicación inalámbrico

31. Vollen A., Haddara M. IoT Aboard Coastal Vessels: A Case Study in the Fishing Industry. In: Awan I., et al. Mobile Web and Intelligent Information Systems. MobiWIS. Lecture Notes in Computer Science, vol 11673. Springer, Cham (2019)

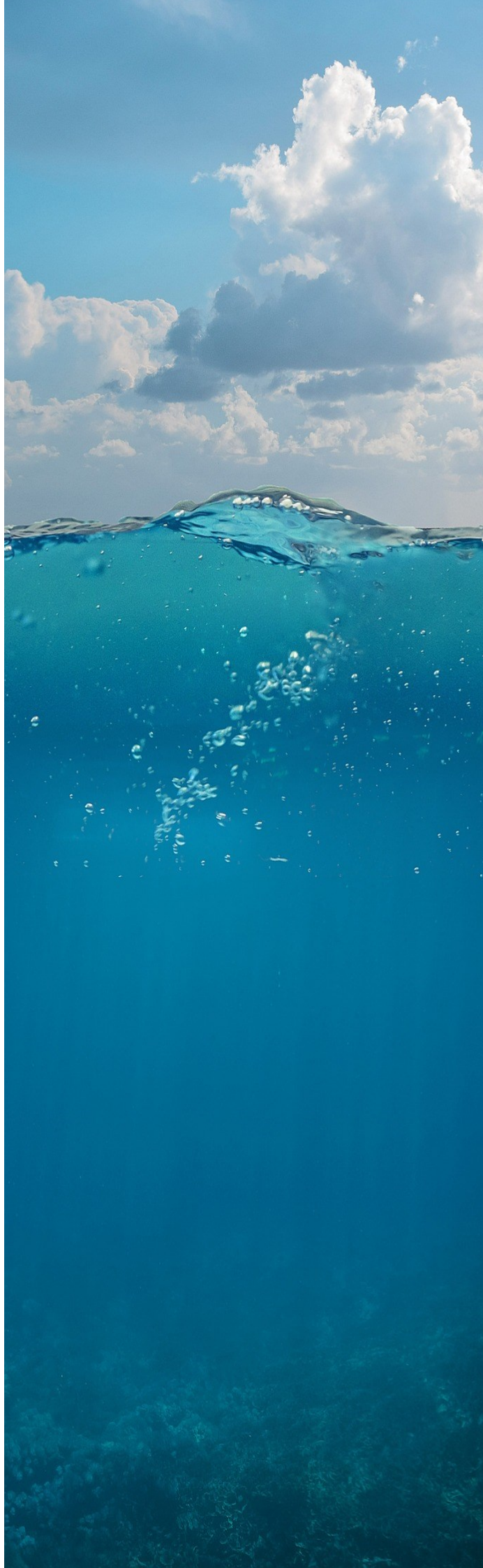
ca para plataformas eólicas off-shore en Gran Canaria. Este hito se enmarca en el proyecto europeo WATEREYE, que tiene por objetivo desarrollar una solución integral que permita reducir los costes de operación y mantenimiento, así como aumentar la producción de energía eólica marina.

Dado que las plataformas de energía eólica se encuentran a decenas de kilómetros de distancia a tierra, la comunicación desde tierra con dichas plataformas es muy difícil. Por ello que lo más normal es que se use comunicación por satélite.

Las principales tecnologías de comunicación para las plataformas off-shore de energía renovable estarán basadas en satélite ya que las comunicaciones LOS (Satellite as Line of Sight) desde la costa serán menos útiles conforme la distancia desde la costa se vayan ampliando. Las comunicaciones LOS tendrán un papel importante en el mantenimiento de los buques de apoyo y en el proceso de resolución de problemas al proporcionar una línea de comunicación entre los técnicos que están participando in situ.

A medida que aumenta la necesidad de tratar datos, la comunicación por satélite tendrá que evolucionar desde las comunicaciones por satélite basadas en la banda L (como Inmarsat o Iridium) hacia VSAT para las transmisiones de datos pesados en tiempo real. La tecnología VSAT aún no está totalmente preparada para su despliegue en plataformas off-shore debido a los bruscos movimientos de las antenas, lo que requeriría algoritmos de apuntamiento más rápidos y antenas parabólicas más pequeñas y rápidas³².

32. González, J. J., et al. New information and communication technology cutting edge solutions for marine conditions prediction and logistics processes management in offshore renewable energy infrastructures installation and maintenance. OCEANS 2011 IEEE - Spain. (2011)



5. Tendencias

5.1. Literatura científica

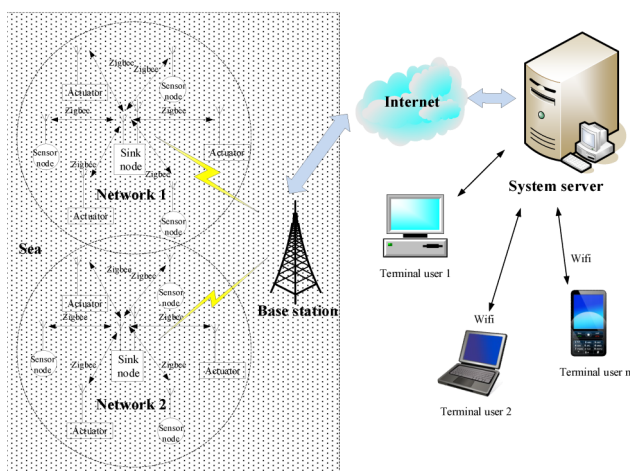
01

Internet of things in marine environment monitoring: a review

Autor: Guobao Xu, Yanjun Shi, Xueyan Sun, Weiming Shen,

Publicado en: Sensors (Basel) 19(7):1711. DOI: 10.3390/s19071711

Abstract: Marine environment monitoring has attracted more and more attention due to the growing concern about climate change. During the past couple of decades, advanced information and communication technologies have been applied to the development of various marine environment monitoring systems. Among others, the Internet of Things (IoT) has been playing an important role in this area. This paper presents a review of the application of the Internet of Things in the field of marine environment monitoring. New technologies including advanced Big Data analytics and their applications in this area are briefly reviewed. It also discusses key research challenges and opportunities in this area, including the potential application of IoT and Big Data in marine environment protection...



02

Internet of things in industries: a survey

Autor: Li Da Xu, Wu He, Shancang Li,

Publicado en: IEEE Transactions on Industrial Informatics 10(4):2233-2234. DOI: 10.1109/TII.2014.2300753

Abstract: Internet of Things (IoT) has provided a promising opportunity to build powerful industrial systems and applications by leveraging the growing ubiquity of radio-frequency identification (RFID), and wireless, mobile, and sensor devices. A wide range of industrial IoT applications have been developed and deployed in recent years. In an effort to understand the development of IoT in industries, this paper reviews the current research of IoT, key enabling technologies, major IoT applications in industries, and identifies research trends and challenges. A main contribution of this review paper is that it summarizes the current state-of-the-art IoT in industries systematically.

03

Technological advances in biodiversity monitoring: applicability, opportunities and challenges

Autor: PJ Stephenson,

Publicado en: Current Opinion in Environmental Sustainability 45:36-41. DOI: 10.1016/j.cosust.2020.08.005

Abstract: Evidence-based decision-making in natural resource management and con-

servation is often constrained by lack of robust biodiversity data. Technology offers opportunities for enhanced data collection through a range of satellite-based and Earth-based sensors and techniques. This paper reviews lessons learned from the application of four key technological monitoring solutions (satellite-based remote sensing, cameras, acoustic recording devices and environmental DNA) to identify factors affecting their relevance and applicability...

04

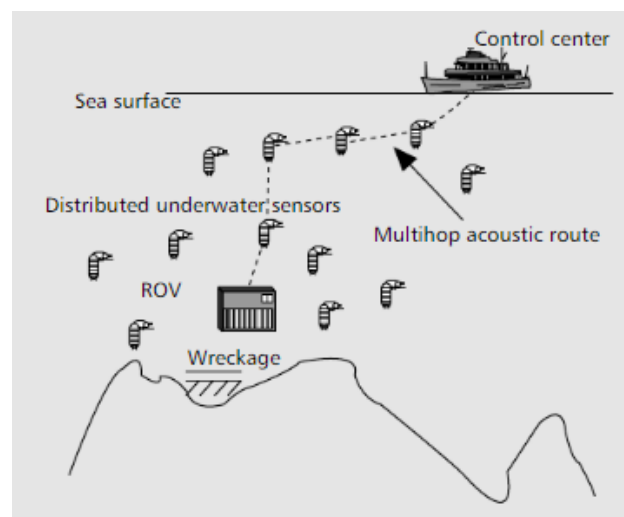
The challenges of building scalable mobile underwater wireless sensor networks for aquatic applications

Autor: Jun-Hong Cui, Jiejun Kong, M. Gerla, Shengli Zhou,

Publicado en: IEEE Network 20(3):12-18.
DOI: 10.1109/MNET.2006.1637927

Abstract: The large-scale mobile underwater wireless sensor network (UWSN) is a novel networking paradigm to explore aqueous environments. However, the characteristics of mobile UWSNs, such as low communication bandwidth, large propagation delay, floating node mobility, and high error probability, are significantly different from ground-based wireless sensor networks. The novel networking paradigm poses interdisciplinary challenges that will require new technological solutions. In particular, in this article we adopt a top-down approach to explore the research challenges in mobile UWSN design. Along the layered protocol stack, we proceed roughly from the top application layer to the bottom physical layer. At each layer, a set of new

design intricacies is studied. The conclusion is that building scalable mobile UWSNs is a challenge that must be answered by interdisciplinary efforts of acoustic communications, signal processing, and mobile acoustic network protocol design.



05

Krill: an exploration in underwater sensor networks

Autor: I. Vasilescu, K. Kotay, D. Rus, L. Overs, P. Sikka, M. Dunbabin, P. Chen, P. Corke,

Publicado en: IEEE Network 151-152. DOI: 10.1109/EMNETS.2005.1469110

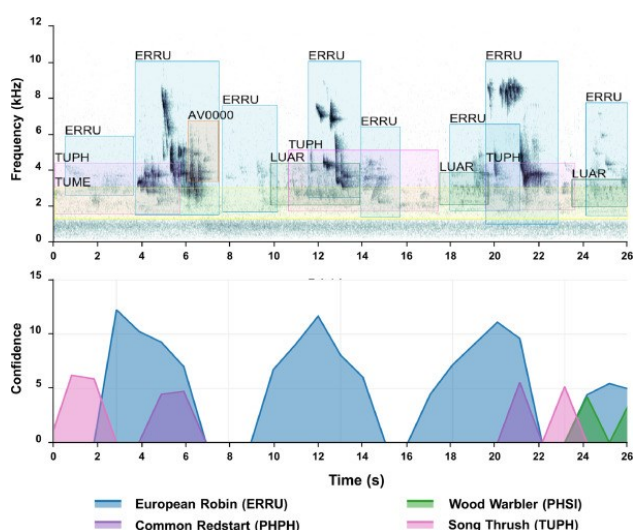
Abstract: While sensor networks have now become very popular on land, the underwater environment still poses some difficult problems. Communication is one of the difficult challenges under water. There are two options: optical and acoustic. We have designed an optical communication board that allows the Flecks to communicate optically. We have tested the resulting underwater sensor nodes in two different applications.

Towards a multisensory station for automated biodiversity monitoring

Autor: J. Wolfgang Wägele, Paul Bodesheim, Sarah J. Bourlat, Joachim Denzler, Michael Diepenbroek, et al.,

Publicado en: Basic and Applied Ecology 59:105-138. DOI: 10.1016/j.baae.2022.01.003

Abstract: Rapid changes of the biosphere observed in recent years are caused by both small and large scale drivers, like shifts in temperature, transformations in land-use, or changes in the energy budget of systems. While the latter processes are easily quantifiable, documentation of the loss of biodiversity and community structure is more difficult. Changes in organismal abundance and diversity are barely documented. Censuses of species are usually fragmentary and inferred by often spatially, temporally and ecologically unsatisfactory simple species lists for individual study sites. Thus, detrimental global processes and their drivers often remain unrevealed. A major impediment to monitoring species diversity is the lack of human taxonomic expertise that is implicitly required for large-scale and fine-grained...



A new wave of marine evidence-based management: emerging challenges and solutions to transform monitoring, evaluating and reporting

Autor: P F E Addison, D J Collins, R Trebilco, S Howe, N Bax, P Hedge, G Jones, P Miloslavich, et al.,

Publicado en: ICES Journal of Marine Science 75(3):941-952. DOI: 10.1093/icesjms/fsx216

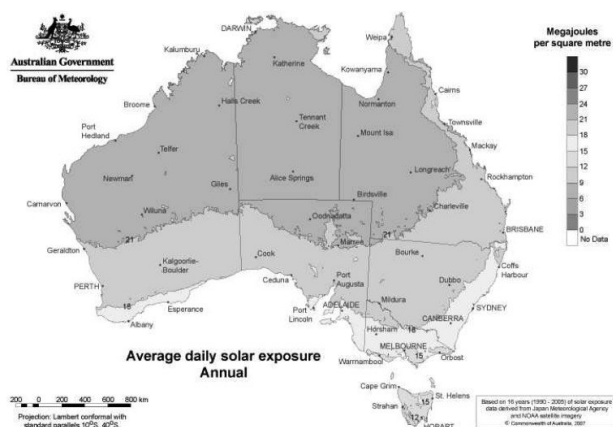
Abstract: Sustainable management and conservation of the world's oceans requires effective monitoring, evaluation, and reporting (MER). Despite the growing political and social imperative for these activities, there are some persistent and emerging challenges that marine practitioners face in undertaking these activities. In 2015, a diverse group of marine practitioners came together to discuss the emerging challenges associated with marine MER, and potential solutions to address these challenges. Three emerging challenges were identified: (i) the need to incorporate environmental, social and economic dimensions in evaluation and reporting; (ii) the implications of big data, creating challenges in data management and interpretation; and (iii) dealing with uncertainty throughout MER activities...

Energy options for wireless sensors nodes

Autor: Chris Knight, Joshua Davidson, Sam Behrens,

Publicado en: Sensors (Basel) 8(12):8037-

Abstract: Reduction in size and power consumption of consumer electronics has opened up many opportunities for low power wireless sensor networks. One of the major challenges is in supporting battery operated devices as the number of nodes in a network grows. The two main alternatives are to utilize higher energy density sources of stored energy, or to generate power at the node from local forms of energy. This paper reviews the state-of-the art technology in the field of both energy storage and energy harvesting for sensor nodes. The options discussed for energy storage include batteries, capacitors, fuel cells, heat engines and betavoltaic systems. The field of energy harvesting is discussed with reference to photovoltaics, temperature gradients, fluid flow, pressure variations and vibration harvesting.



09

Intelligence in IoT-based 5G networks: opportunities and challenges

Author: Nadeem Javaid, Arshad Sher, Hina Nasir, Nadra Guizani,

Publicado en: IEEE Communications Maga-

Abstract: The requirement of high data rates, low latency, efficient use of spectrum, and coexistence of different network technologies are major considerations in Internet of Things (IoT)-based fifth generation (5G) networks. To achieve the above requirements, the incorporation of artificial intelligence (AI) is required to make efficient decisions based on the massive data generated by the large number of IoT devices. AI methods analyze the data to extract patterns and make sense of the data to prescribe action to the end devices. In this work, we first give an overview, discussing the challenges and relevant solutions of the 5G and IoT technologies including the IoT-based 5G enabling technologies. We discuss the need for AI in future IoT-based 5G networks from the perspective of Kipling's method. In addition, we review the intelligent use of spectrum through full duplex and cognitive radio technologies...

10

Cellular communications in ocean waves for maritime Internet of Things

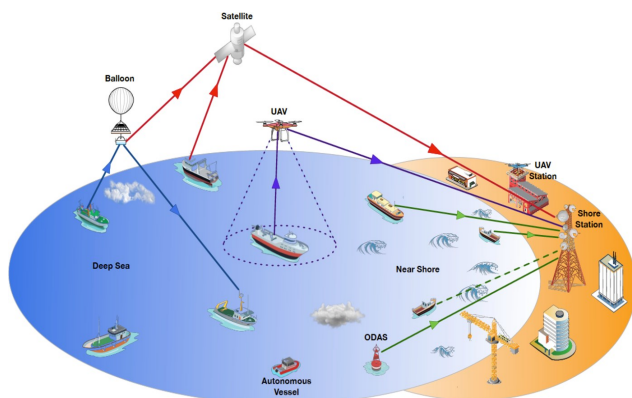
Author: Yiming Huo, Xiaodai Dong, Scott Beatty,

Publicado en: IEEE Internet of Things Journal 7(10):9965-9979.

DOI: 10.1109/JIOT.2020.2988634

Abstract: The rapid advancement of Internet of Things (IoT) and fifth generation and beyond technologies is transforming the marine industry and research. Our under-

standing of the vast sea that covers 71% of the Earth's surface is being enhanced by the various ocean sensor networks equipped with effective communication technologies. In this article, we begin with a review of the research and development status-quo of Maritime IoT (MIoT) enabled by multiple wireless communication technologies.



11

Mobile buoy for real time monitoring and assessment of water quality

Autor: A. H. Mohd Akmal Helmi, M. Muhammad Hafiz, M. S. B. Shah Rizam,

Publicado en: IEEE Conference on Systems, Process and Control. DOI: 10.1109/SPC.2014.7086223

Abstract: This innovative project aims to monitor water quality in the area of continental, the coast and the lake using mobile buoy remotely controlled by a computer which sends a series of commands to Intel Atom N2600 Board and microcontrollers over Global System for Mobile Communication (GSM). The user enters the desired coordinate to Graphical User Interface (GUI) monitoring software from a remote computer. The buoy moves to the desired coor-

dinate that relies on Global Positioning System (GPS) current reading. Sets of data of PH, Oxidation Reduction Potential (ORP) and temperature sensors reading is taken from sensors attached at the buoy...

12

Real time, low power, high data rate and cost effective transmission scheme for coastal buoy system

Autor: G. Vengatesan, M. Arul Muthiah, J. S. Upadhyay, N. Sundaravadivelu, R. Sundar, R. Venkatesan,

Publicado en: Ocean Electronics (SYMPOL). DOI: 10.1109/SYMPOL.2013.6701936

Abstract: This paper explains about the implementation of a real-time data transmission scheme for coastal data buoy system using Global System for Mobile Communication (GSM). The General Packet Radio Service (GPRS) technology is utilised to handle huge volume of data through low power, higher transmission rate and cost effective means. In conventional buoy system with satellite telemetry using INMARSAT and IN-SAT, the high resolution raw data collected are not transmitted in real time and only stored due to constraints in the transmission schemes. In this buoy system the stored data would be transmitted through GPRS modem and received through FTP...

13

Marine wireless sensor networks: challenges and applications

Autor: Ahmed M. Mahdy,

Publicado en: Seventh International Conference on Networking.
DOI: 10.1109/ICN.2008.115

Abstract: Current research on wireless sensor networks is based on the assumption that these networks are deployed in a terrestrial environment. Relevant protocols and design specifications are developed under this condition. This makes the deployment of currently existing wireless sensor networks in marine environments extremely challenging. We present major challenges and applications of underwater wireless sensor networks focusing on their military aspect. The paper addresses the army's immediate needs for secure agile broadband communications for future digital battlefields emphasizing the role of marine sensors

14

Marine environment monitoring using wireless sensor networks: a systematic review

Autor: Guobao Xu, Weiming Shen, Xianbin Wang,

Publicado en: International Conference on Systems, Man and Cybernetics.
DOI: 10.1109/SMC.2014.6973877

Abstract: During the past decade, marine environment monitoring has attracted more and more researchers around the world and various marine environment monitoring systems have been developed. Traditionally, an oceanographic research vessel is used to monitor marine environments, which is very expensive and time-consuming and has a low resolution both in time and space. Wireless Sensor Networks

(WSNs) have recently been considered as a promising solution for this purpose since they have a number of advantages such as easy deployment, unmanned operation, real-time monitoring, and relatively low



cost...

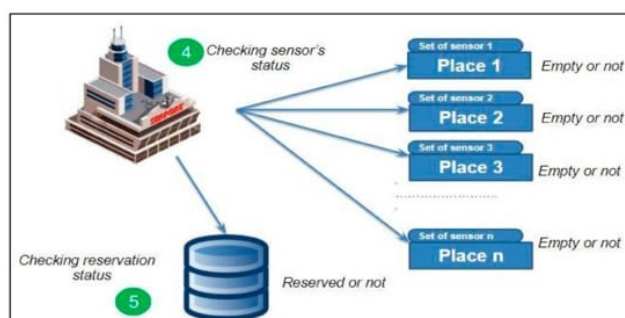
15

An IoT-based ship berthing method using a set of ultrasonic sensors

Autor: Ahmadhon Kamalov, Suhyun Park,

Publicado en: Sensors 19(23):1-20. DOI: 10.3390/s19235181

Abstract: It is indisputable that a great deal of brand new technologies such as the internet of things, (IoT) big data, and cloud computing are conquering every aspect of our life. So, in the branch of marine technology, the mentioned technologies are also being applied to obtain more features and to automate marine-related operations as well as creating novel smart devices. As a result of this, traditional ports and ships are being replaced by smart ports and vessels...



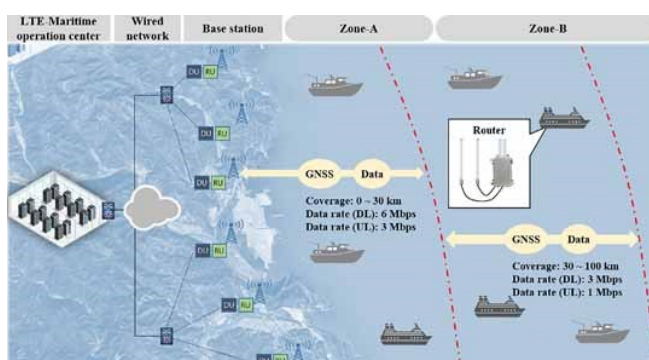
16

LTE- Maritime: high-speed maritime wireless communication based on LTE technology

Autor: Sung-Woong Jo, Woo-Seong Shim,

Publicado es: IEEE Access 7:53172-53181.
DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2912392

Abstract: The recent advances in wireless communication technologies allow mobile users to access various data services any-time and anywhere on land, while it is one of challenging issues to provide reliable data communications for maritime users due to the geographic features on the sea. Considering the increasing demands of maritime digital data services, we need to develop maritime communications supporting high-speed data rates and extended communication coverage. In this paper, we present the state-of-the-art works related to the data requirements of maritime services and the technical characteristics...



17

TRITON: high-speed maritime wireless mesh network

Autor: Sung-Woong Jo, Woo-Seong Shim,

Publicado en: IEEE Wireless Communications 20(5):134-142. DOI: 10.1109/MWC.2013.6664484

Abstract: This article presents the TRI-media Telematic Oceanographic Network (TRITON) project, which aims to develop a high-speed and low-cost maritime communication system. The article includes information pertaining to background studies, high-level architecture, network feasibility, maritime communication environment, technology developments, prototype implementations and link performance measurements. The motivation for this project stems from the fact that there is an increasing need for low-cost...

18

Implementation of MariComm bridge for LTE-WLAN maritime heterogeneous relay network

Autor: Hyung-Joo Kim, Jin-Kyu Choi, Dae-Seung Yoo, Byung-Tae Jang, Kil-To Chong,

Publicado en: International Conference on Information and Communication Technology Convergence. DOI: 10.1109/ICACT.2015.7224791

Abstract: In this study, we shortly introduce MariComm bridge of MariComm (Maritime Broadband Communication) project to provide broadband internet/multimedia services available at a rate of 1 Mbps or more on the sea. MariComm bridge enables MariStations to form the maritime heterogeneous relay networks. Thanks to this bridge function, MariStation can act as a gateway node or a relay node according to the connection possibility of a terrestrial base station...

BLUECOM+: Cost-effective broadband communications at remote ocean areas

Autor: Rui Campos, Tiago Oliveira, Nuno Cruz, Aníbal Matos, José Miguel Almeida,

Publicado en: OCEANS 2016 – Shanghai.
DOI: 10.1109/OCEANSAP.2016.7485532

Abstract: The ocean and the Blue Economy are increasingly top priorities worldwide. The immense ocean territory in the planet and its huge associated economical potential is envisioned to increase the activity at the ocean in the forthcoming years. The support of these activities, and the convergence to the Internet of Things paradigm, will demand wireless and mobile communications to connect humans and systems at remote ocean areas. Currently, there is no communications solution enabling cost-effective broadband Internet access at remote ocean areas in alternative to expensive, narrowband satellite communications...

A novel solution for high speed internet over the oceans

Autor: Sethuraman N Rao, Dhanesh Raj, Vickram Parthasarathy, S Aiswarya, Maneesha Vinodini Ramesh, Venkat Rangan,

Publicado en: IEEE Conference on Computer Communications Workshops 906-912.
DOI: 10.1109/INFCOMW.2018.8406862

Abstract: The cellular network range over the oceans is limited to about 15 km from the shore in most places. The service providers do not have any incentive to extend the coverage further. However, marine fish-

ermen who routinely spend 5 to 7 days at the ocean on a single fishing trip are severely impacted by this. They go as far away as 120 km from the shore on some occasions and are completely cut off from the land during their fishing trips. Also, they are generally poor and need an economical solution to stay connected...

Connectivity for autonomous ships: architecture, use cases and research challenges

Autor: Marko Höyhty, Jyrki Huusko, Markku Kiviranta, Kenneth Solberg, Juha Rokka,

Publicado en: International Conference on Information and Communication Technology Convergence 345-350. DOI: 10.1109/ICTC.2017.8191000

Abstract: A critical component of any unmanned and autonomous ship is the wireless communication system supporting efficient and safe operations. This paper studies connectivity challenges of autonomous ships in different environments, including ports, deep sea, and Arctic regions. Data requirements for wireless transmission regarding the environmental sensors and remote maintenance as well as remote control needs are identified in the paper. Multiple wireless systems are needed for resilient operations to fulfill capacity...

On the development of energy- efficient communications for marine monitoring deploy- ments

Autor: Giannis Kazdaridis, Polychronis Symeonidis, Ioannis Zographopoulos, Thanasis Korakis, Katja Klun, Nives Kovac,

Publicado en: International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSKIS). DOI: 10.1109/TELSKS.2017.8246278

Abstract: In this paper we present a novel architecture for enabling on-line communication with marine environment monitoring deployments. We rely on a set of communication technologies that range from IoT related low data rate communication standards to the widely adopted Wi-Fi and LTE protocols that are able to support bandwidth demanding applications. To achieve energy-efficient results we turn off all the power-hungry interfaces and peripherals, while maintaining a low-power interface active...

23

Wi-Fi maritime communications using TV white spaces

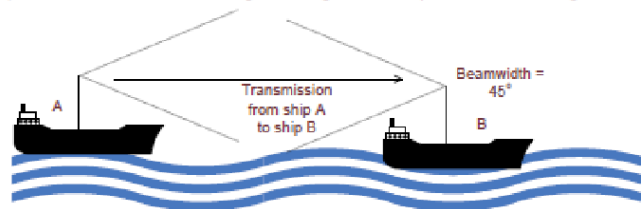
Autor: L. J. S. Santos,

Publicado en: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (Trabajo Fin de Grado)

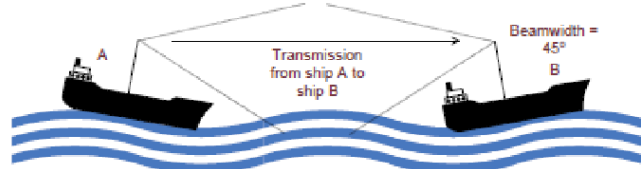
Abstract: Currently, in the maritime environment, narrowband wireless communications are dominant. To support voice communication between shore-to-ship and between ships, HF/VHF analogue channels are typically used. The cellular networks (GSM/GPRS/3G) are an alternative option only when situated close to the shore. Broadband wireless communications are limited to near shore zones or to satellite communications, which are expensive for the majority

of maritime companies...

a) Variations in effective antenna heights causing variations in path-loss in the null region



b) Variations in antenna tilt causing variations in antenna gains



24

A low cost reconfigurable sensor network for coastal monitoring

Autor: C. De Marziani, R. Alcoleas, F. Colombo, N. Costa, F. Pujana, A. Colombo, J. Aparicio, F. J. Álvarez, A. Jimenez, J. Ureña, A. Hernández,

Publicado en: OCEANS 2011 IEEE Spain. DOI: 10.1109/Oceans-Spain.2011.6003614

Abstract: Sensor networks have experienced a fast development and extended their fields of application since their appearance for military uses. The monitoring of physical parameters in natural habitats is a typical application for assessing the risks of worsening the ecosystem. Among natural environments with scientific interest, there are the coastlines in front of cities whose industrial activities impact on them, such as San Jorge Gulf, Chubut, Argentina...

25

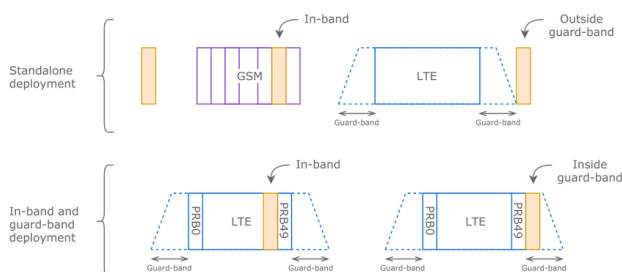
Demonstration of NB-IoT for maritime use cases

Autor: Krzysztof Mateusz Malarski, Alexander Bardram, Mikkel Delbo Larsen, Jakob

Thrane, Martin Nordal Petersen, Lars Moelle, Sarah Ruepp,

Publicado en: International Conference on the Network of the Future. DOI: 10.1109/NOF.2018.8598067

Abstract: In this work we investigate signal strength and quality of Narrowband Internet of Things (NB-IoT) in a marine environment. In particular, we demonstrate the suitability of the NB-IoT technology as signal carrier for maritime applications, where water and boat masts can potentially affect the transmission...

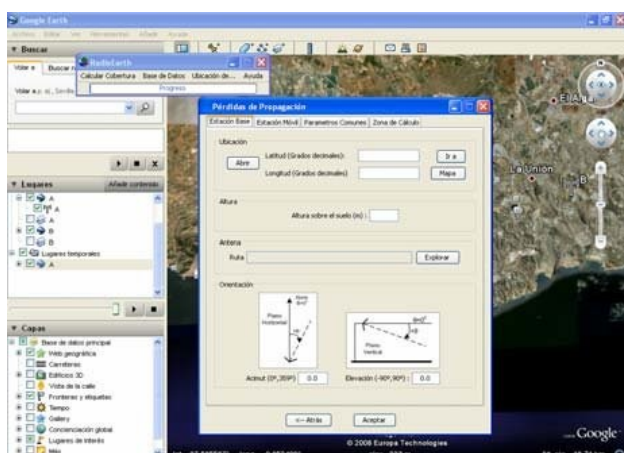


26

RadioEarth: herramienta de cálculo de cobertura radioeléctrica para Google Earth

Autor: Leandro Juan-Llácer, José-Víctor Rodríguez, José-María Molina-García-Pardo, Juan Pascual-García, Mayte Martínez-Inglés,

Publicado en: Computer applications in engineering education 26(6):2141-2156. DOI:



<https://doi.org/10.1002/cae.22016>

Abstract: RadioEarth es una herramienta que interacciona con Google Earth y permite realizar simulaciones de coberturas radioeléctricas de sistemas de radiocomunicaciones como GSM, UMTS, TETRA, LMDS, MMDS, Radio digital, TDT, WiFi, etc. utilizando diferentes modelos de propagación...

27

RADIOGIS software que puede incorporarse como una nueva barra de herramientas a Arcview 9 para el cálculo de cobertura radioeléctrica de sistemas de radio comunicación

Autor: Leandro Juan-Llácer,

Abstract: RADIOGIS es una herramienta basada en el Sistema de Información Geográfica (SIG) ARCVIEW 9 y desarrollada por el Grupo (SiCoMo) de la Universidad Politécnica de Cartagena, España. RADIOGIS aprovecha todas las facilidades de tratamiento de la información de los SIG, y es tanto un software de gestión de bases de datos de sistemas de radiocomunicaciones como una potente herramienta para el cálculo radioeléctrico. Nuestro objetivo es alcanzar acuerdos de cooperación tecnológica para ofrecer la tecnología al mercado...

28

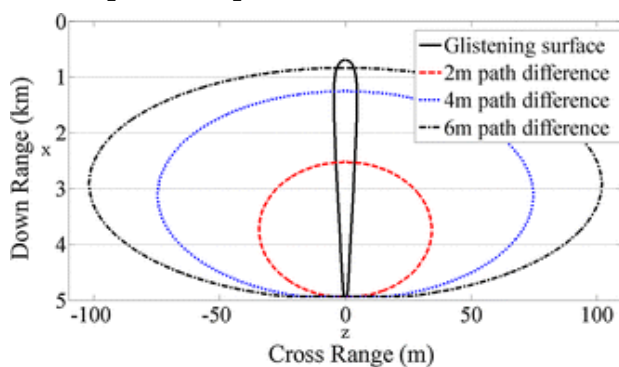
Multipath channel model for radio propagation over sea surface

Autor: Fang Huang, Xuefei Liao, Yong Bai,

Publicado en: Wireless personal communi-

cations 90(1). DOI: 10.1007/s11277-016-3343-4

Abstract: When radio signal propagates over the sea, the reflection of sea surface and the scattering of sea waves result in multipath components of the transmitted signal at the receiver. This paper introduces an analytical approach for developing multipath channel model for maritime wireless communications over sea. The presented modeling approach can establish the channel impulse response...



29

Wireless channel models for maritime communications

Autor: Jue Wang, Haifeng Zhou, Ye Li, Qiang Sun, Yongpeng Wu, Shi Jin, Tony Q. S. Quek, Chen Xu,

Publicado en: IEEE Access 6:68070-68088. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2879902

Abstract: Recently, broadband maritime communication has attracted much attention due to the rapid development of blue economy. In addition to the conventional MF/HF/VHF bands, there has been increasing interests in the utilization of higher frequency bands to provide broadband data service to the sea area. To design efficient maritime communication systems, the first and a fundamental requirement is to deve-

lop a framework to understand the wireless channels...



30

Propagation channel at 5.2 Ghz in Baltic sea with focus in scattering phenomena

Autor: Wei Wang, Gerald Hoerack, Thomas Jost, Ronald Raulefs, Michael Walter, Uwe-Carsten Fiebig,

Publicado en: European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP) 13-17.

Abstract: To investigate the broadband over waterwave propagation channel, the German Aerospace Center conducted a channel sounder measurements where the transmit antenna was mounted on a ship and the receive antenna was located on land. Using this setup, measurements were performed at C-band at 5.2GHz with a broadband signal of 100MHz bandwidth...

31

Channel model for the surface ducts: large-scale path loss, delay spread and AOA

Autor: Ergin Dinc; Ozgur B. Akan,

Publicado en: IEEE Transactions on Antennas and Propagation 63(6):2728-2738. DOI: 10.1109/TAP.2015.2418788

Abstract: Atmospheric ducts, which are

caused by the rapid decrease in the refractive index of the lower atmosphere, can trap the propagating signals. The trapping effects of the atmospheric ducts can be utilized as a communication medium for beyond-line-of-sight (b-LoS) links. Although the wave propagation and the refractivity estimation techniques for the atmospheric ducts are well studied...

32

Beyond-line-of-sight communications with ducting layer

Autor: Ergin Dinc; Ozgur B. Akan,

Publicado en: IEEE Communications Magazine 52(10):37-43. DOI: 10.1109/MCOM.2014.6917399

Abstract: Near-surface wave propagation at microwave frequencies, especially 2 GHz and above, shows significant dependence on atmospheric ducts that are the layer in which rapid decrease in the refractive index occurs. The propagating signals in the atmospheric ducts are trapped between the ducting layer and the sea surface, so that the power of the propagating signals do not spread isotropically through...

33

Simulador en Python del efecto de multiples obstáculos sobre un radioenlace según la Rec. ITU-R P.526

Autor: María Laó Cñadas

Abstract: Basándose en la recomendación de la ITU-R P.526 este proyecto explica distintos métodos matemáticos para tratar radioenlaces que presentan difracción en su

recorrido. Se hace distinción según el tipo de medio que se está tratando, medio llano o con obstáculos y dentro de este último se adentrará en la forma de resolución para uno y dos obstáculos aislados, tanto filo de cuchillo como con radio conocido...

34

IoT data compression and optimization techniques in cloud storage: current prospects and future directions

Autor: Kaium Hossain, Mizanur Rahman, Shanto Roy,

Publicado en: International Journal of Cloud Applications and Computing (IJCAC) 9 (2):43-59. DOI: 10.4018/IJCAC.2019040103

Abstract: This article presents a detailed survey on different data compression and storage optimization techniques in the cloud, their implications, and discussion over future directions. The development of the smart city or smart home systems lies in the development of the Internet of Things (IoT). With the increasing number of IoT devices, the tremendous volume of data is being generated every single day...

35

Análisis comparativo de codificadores de audio sin pérdidas y una herramienta gráfica para su selección y predicción de su desempeño

Autor: Fernando A. Marengo, Eriberto A. Roveri, Juan M. Rodríguez, Mauro A. Treffiló,

Publicado en: Mecánica Computacional

30:3167-3186

Abstract: A diferencia de los codificadores de audio perceptuales como MP3, los codificadores de audio sin pérdidas se caracterizan por no alterar la calidad del archivo original, aunque logran menor compresión. En los últimos tiempos, estos codificadores han ganado gran popularidad principalmente debido al incremento de la capacidad de almacenamiento de los dispositivos...

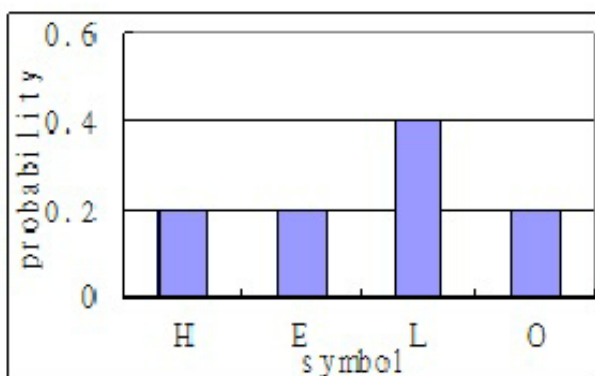
36

A survey of data compression algorithms and their applications

Autor: Mohammad Hosseini,

Publicado en: Applications of Advanced Algorithms (Conference). DOI: 10.13140/2.1.4360.9924

Abstract: Today, with the growing demands of information storage and data transfer, data compression is becoming increasingly important. Data Compression is a technique which is used to decrease the size of data...



37

Lossless image compression techniques: a state-of-the-art survey

Autor: Md.Atiquir Rahman, Mohamed Hamada

Publicado en: Symmetry 11:1274. DOI: 10.3390/sym11101274

Abstract: Modern daily life activities result in a huge amount of data, which creates a big challenge for storing and communicating them. As an example, hospitals produce a huge amount of data on a daily basis, which makes a big challenge to store it in a limited storage or to communicate them through the restricted bandwidth over the Internet...

38

Performance comparison of Huffman and LZW data compression for wireless sensor node application

Autor: Asral Bahari Jambek, Nor Alina Khairi,

Publicado en: American Journal of Applied Sciences 11:119-126. DOI: 10.3844/ajassp.2014.119.126

Abstract: Wireless Sensor Networks (WSNs) are becoming important in today's technology in helping monitoring our surrounding environment. However, wireless sensor nodes are powered by limited energy supply. To extend the lifetime of the device, energy consumption must be reduced...

39

Comparison of Huffman algorithm and Lempel-Ziv algorithm for audio, image and text compression

Autor: Rhen Anjerome, Ana R. Fernández,

Publicado en: International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM). DOI: 10.1109/HNICEM.2015.7393210

Abstract: In digital communications, it is necessary to compress the data for a faster and more reliable transmission. As such, the data should undergo source encoding, also known as data compression, which is the process by which data are compressed into a fewer number of bits, before transmission. Also, source encoding is essential to limit file sizes for data storage...

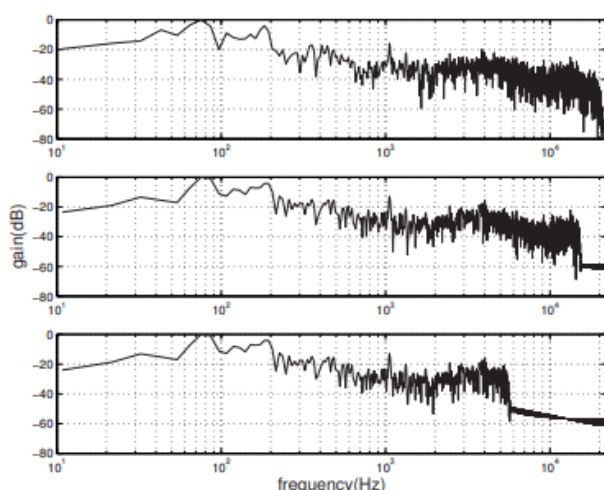
40

Sampled-data audio signal compression with Huffman coding

Autor: S. Ashida; H. Kakemizu; M. Nagahara; Y. Yamamoto,

Publicado en: IEEE Xplore 2. DOI: 10.11499/sicep.2004.0_44_5

Abstract: This paper proposes a new digital audio coding method. It combines subband-coding with an interpolator that recovers the high frequency spectrum according to an analog audio signal model. The interpo-



lator can be designed via sampled-data control theory...

41

Lossless coding scheme for data audio 2 channel using Huffman and Shannon-fano

Autor: Tonny Hidayat, Mohd Hafiz Zakaria, A. N. C. Pee,

Publicado en: Journal of Theoretical and Applied Information Technology 96(11):3467-3477.

Abstract: This paper shows the comparison of various lossless compression techniques. This research only concerns on audio the WAV 2 channel audio format. If an audio is said to be stereo, it means it has 2 channels (left channel and right channel). The code prefix to be generated becomes more and may appear more diverse...

42

Development of a lossless data compression algorithm for multichannel environmental monitoring systems

Autor: H. S. Mogahed and A. G. Yakunin,

Publicado en: International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE) 483-486. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8546121

Abstract: Data compression in environmental monitoring systems is indispensable, to save the power of the monitoring nodes and reduce the size of system database as well as increasing the efficiency of data throughput. In this article, a new lossless compression algorithm has been pro-

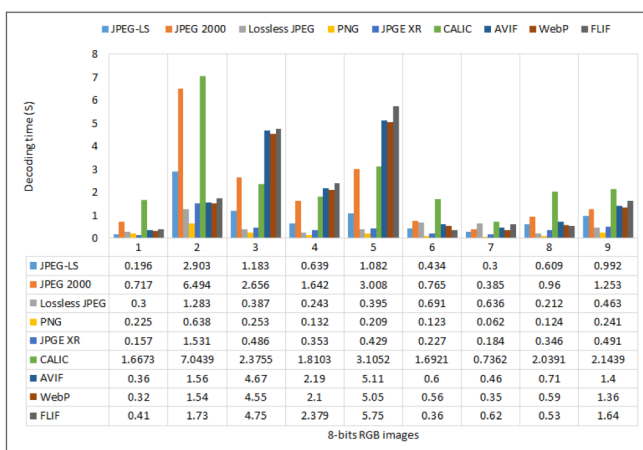
posed based on combining of three famous compression methods which are: Delta encoding...

43

The impact of state-of-the-art techniques for lossless still image compression

Autor: Md. Atiqur Rahman, Mohamed Hamada, Jungpil Shin,

Publicado en: Electronics 10(3):360. DOI: 10.3390/electronics10030360



Abstract: A great deal of information is produced daily, due to advances in telecommunication, and the issue of storing it on digital devices or transmitting it over the Internet is challenging. Data compression is essential in managing this information well. Therefore, research on data compression has become a topic of great interest to researchers, and the number of applications in this area is increasing...

44

Propuesta de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero

Autor: Cristina Albadalejo,

Abstract: Es habitual encontrar en la literatura gran cantidad de aplicaciones dedicadas a la monitorización del entorno en diversas disciplinas. En esta Tesis se dedica especial atención a las tecnologías que actualmente se utilizan para la observación del medio acuático. Para ello, se utilizan desde redes de sensores a pequeña escala hasta complejos sistemas de observación costeros...

45

Evaluating LoRaWAN connectivity in a marine scenario

Autor: Sara Pensieri, Federica Viti, Gabriele Moser, et al.,

Publicado en: Journal of Marine Science and Engineering 9(11):1218. DOI: 10.3390/jmse9111218

Abstract: The growing need for interoperability among the different oceanic monitoring systems to deliver services able to answer the requirements of stakeholders and end-users led to the development of a low-cost machine-to-machine communication system able to guarantee data reliability over marine paths...

46

Redes autónomas e inteligentes para la monitorización de variables ambientales

Autor: Carlos A. Trasviña,

Abstract: El entendimiento de nuestro entorno, ya sea urbano o natural, es un tema de constante interés en la sociedad, tanto por razones de mejora de calidad de vida como preservación ecológica. En las últimas décadas, la tecnología ha sido la principal

aliada para lograr este objetivo, siendo uno de los principales contribuyentes las redes de sensores inalámbricos, o WSN por sus siglas en inglés.

47

IoT based Aquaculture system with Cloud analytics

Autor: Abir Tawfeeq, Hanin Ali Saif Al Wahaibi, Dr. K. Vijayalakshmi,

Publicado en: International Journal of Applied Engineering Research 14(22):4136–4142.

Abstract: The field of fisheries and aquaculture is one of the fast-growing profitable area in the Sultanate of Oman. The average growth in this sector is forecasted at 7% per annum and the total investment is expected to increase to 1.1 billion OMR by 2020 from fishing and fish processing facilities as per the Oman 9th Five-Year Development Plan 2016-2020...



48

Transforming IoT in aquaculture: a cloud solution

Autor: Shavika Gupta, Abhishek Gupta,

Yasha Hasija,

Publicado en: Intelligent Data-Centric Systems 517-531

Abstract: Aquaculture is a sector that has seen unprecedented growth in recent years by acting as an alternative source for seafood production to fulfill global food demands and to compensate for the overexploitation of fishing. Various parameters such as environmental factors, production factors such as water quality, and biotic factors have to be monitored constantly to prevent losses in yield and increase efficiency...

49

Towards Precision Aquaculture: a high performance, cost-effective IoT approach

Autor: Rafael R. Teixeira, Juliana B. Puccinelli, Luis Poersch, Marcelo R. Pias, Vinícius M. Oliveira, Ahmed Janati, Maxime Paris,

Abstract: Demand for ocean-based high-quality and sustainable fish protein soared in the last decade. Unlike precision agriculture, aquaculture remains an under-equipped farming activity. To fully realise a vision of \textit{precision aquaculture}, smart IoT can offer the essential tools to local producers worldwide...

50

IoT aboard coastal vessels: a case study in the fishing industry

Autor: Andreas Vollen, Moutaz Haddara,

Publicado en: Lecture Notes in Computer Science 11673. DOI: 10.1007/978-3-030-27192-3_13

Abstract: Internet of Things (IoT) technologies provide promising opportunities to organizations through connecting and enabling collaborations among physical objects, devices, systems, platforms and applications. However, there is a lack of sufficient research exploring IoT in the fishing industry, especially in smaller fishing vessels operating in remote and rural areas...

New information and communication technology cutting edge solutions for marine conditions prediction and logistics processes management in offshore renewable energy infrastructure installation and maintenance

51

Autor: J. J. Gonzalez, P. de Castro, C. Guemes, R. Minguez, R. Guanche,

Publicado en: OCEANS 2011 IEEE – Spain 1-7. DOI: 10.1109/Oceans-Spain.2011.6003451

Abstract: This paper analyzes and prospects about the application and development of some new key Information and Communication Technology (ICT) tools, at present and in the future, integrated in a new common platform, to improve costs, health and safety in offshore renewable energy infrastructure logistics process, installation tasks and maintenance operations...

Using remote sensing to quantify fishing effort and predict shorebird conflicts in an intertidal fishery

52

Autor: L. J. Clarke, R. A. Hill, A. Ford, R. J. H. Herbert, L. S. Esteves, R. A. Stillman,

Publicado en: Ecological Informatics, 50:136-148. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2019.01.011

Abstract: Accurate estimates of fishing effort are necessary in order to assess interactions with the wider ecosystem and for defining and implementing appropriate management. In intertidal and inshore fisheries in which vessel monitoring systems (VMS) or logbook programmes may not be implemented, quantifying the distribution and intensity of fishing can be difficult...

Análisis de competitividad de las empresas de acuicultura. Aplicaciones empíricas al cultivo de la dorada (*Sparus Aurata*) y la lubina (*Dicentrarchus Labrax*)

53

Autor: Ignacio Llorente,

Abstract: El presente trabajo aborda la competitividad de las empresas acuícolas desde la perspectiva de la gestión de operaciones con el objetivo de contribuir a la mejora de la eficiencia de los procesos de cultivo. Tras identificar los principales factores que determinan la competitividad de los procesos acuícolas a través de una revisión de literatura, se desarrollan tres aplicaciones empíricas independientes...

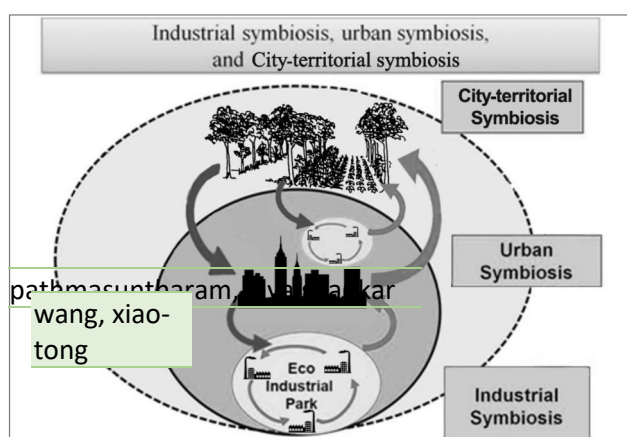
Toward a smart sustainable development of port cities/areas: the role of the “historic urban landscape” approach

54

Autor: Luigi Fusco Girard,

Publicado en: Sustainability 5(10):4329-4348. DOI: 10.3390/su5104329

Abstract: After the 2008 crisis, smart sustainable development of port areas/cities should be developed on the basis of specific principles: the synergy principle (between different actors/systems, in particular the socio-cultural and economic system), the creativity principle and the circularization principle...



Technological applications and adaptations in aquaculture for progress towards sustainable development and seafood security

55

Autor: Saleem Mustafa, Abentin Estim, Rossita Shapawi, M. J. Shalehand,

Publicado en: IOP Conference Series Earth and Environmental Science 718(1):012041. DOI: 10.1088/1755-1315/718/1/012041

Abstract: Fish demand has been steadily increasing globally. Due to stabilization of harvest from capture fisheries the aquaculture has grown rapidly at the rate of 7.5 – 9.2 annually. Currently, the contribution of this sector to the global seafood supply has

exceeded the landings from the sea. A review of fish production and consumption scenario was carried out in a systems approach that envisaged case-based reasoning for the synthesis of new knowledge.

Estimating ship emissions based on AIS data for port of Tianjin, China

56

Autor: Dongsheng Chen, Yuehua Zhao, Peter Nelson, Yue Li, Xiaotong Wang, Ying Zhou, Jianlei Lang, Xiurui Guo,

Publicado en: Atmospheric Environment 145:10-18. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2016.08.086

Abstract: A detailed exhaust emission inventory of ships by using Automatic Identification System (AIS) data was developed for Tianjin Port, one of the top 10 world container ports and the largest port in North China. It was found that in 2014, ship emissions are...

Study of requirements and design of sensors for monitoring water quality and feeding process in fish farms and other environments

57

Autor: Lorena Parra,

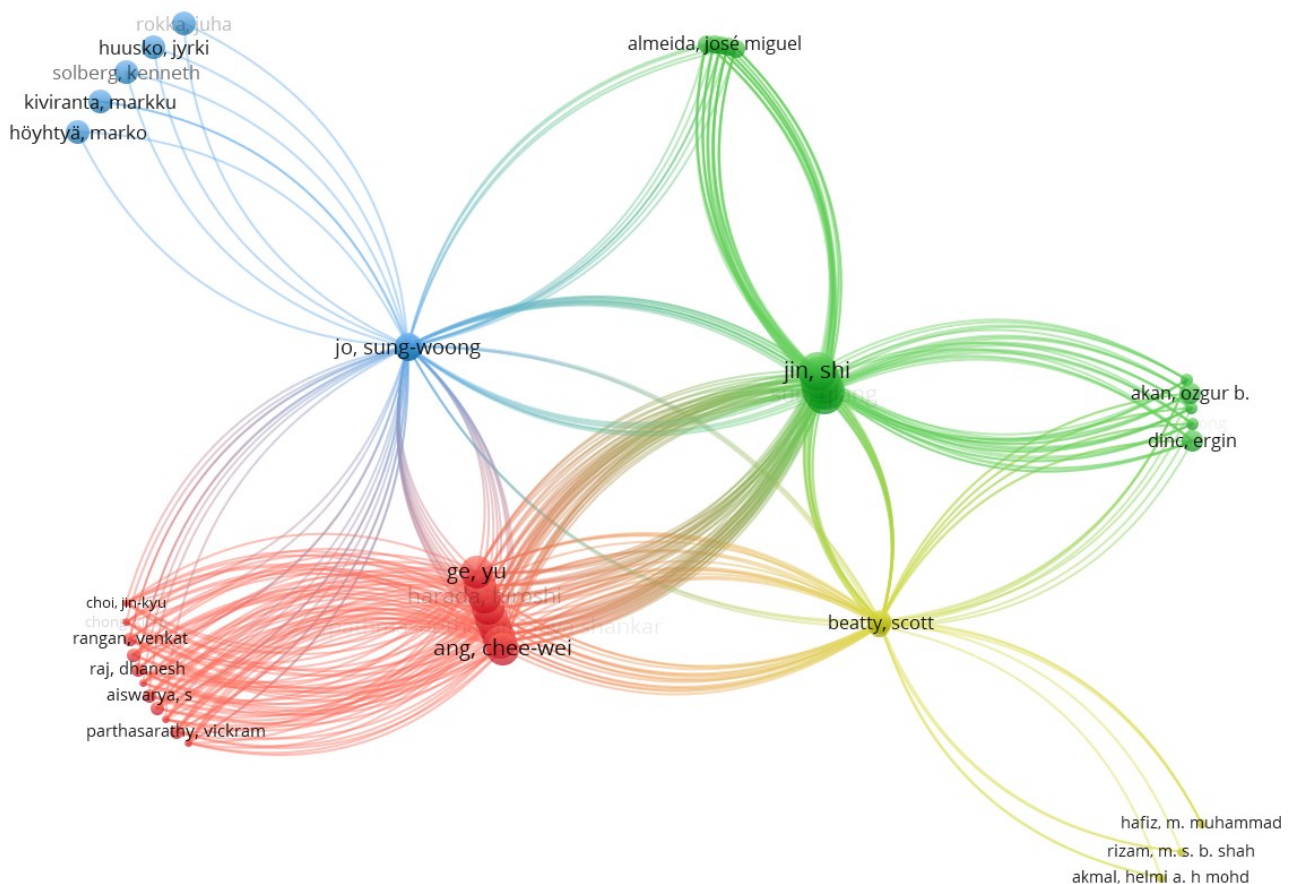
Abstract: There are many efforts done in the aquaculture to reach its sustainability, although in reality, it is far from being sustainable. Its negative impacts on the environment can be prevented and corrected by the use of sensors, developing precision aquaculture...

5.1.1. Análisis de tendencias en la literatura

Para el análisis de tendencias de la literatura relacionada con **los gemelos digitales y la medición hidroacústica**, se han analizado 10 de los 57 artículos propuestos en el apartado anterior, con el objetivo de conocer las relaciones entre ellos según las relaciones entre sus autores, país o entidad a la que pertenecen.

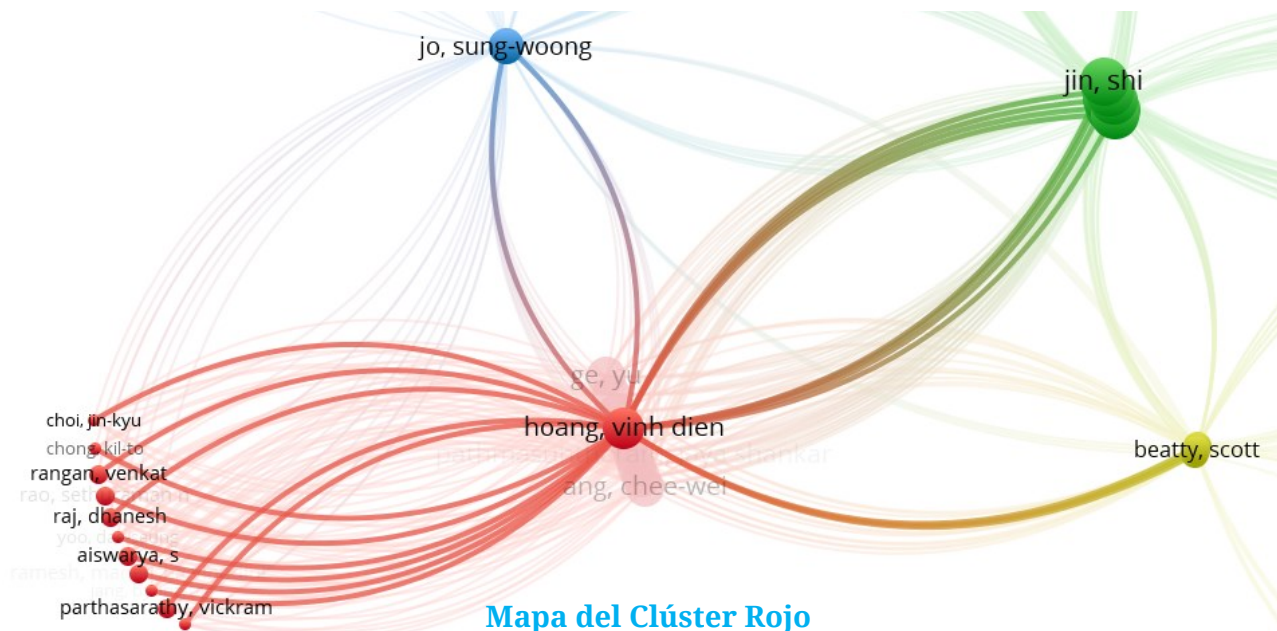
En el siguiente mapa, cada nodo representa a un autor y los enlaces indicant las relaciones entre unos y otros. El color de cada uno de los autores deteminan el cluster al

que pertenece. Por otro ladoo, la distancia entre los autores marca su relación en función de las citas. En general, cuánto más cerca están, mayor es su relación. Acontin-uación, haremos un análisis de los princi-pals clústeres.

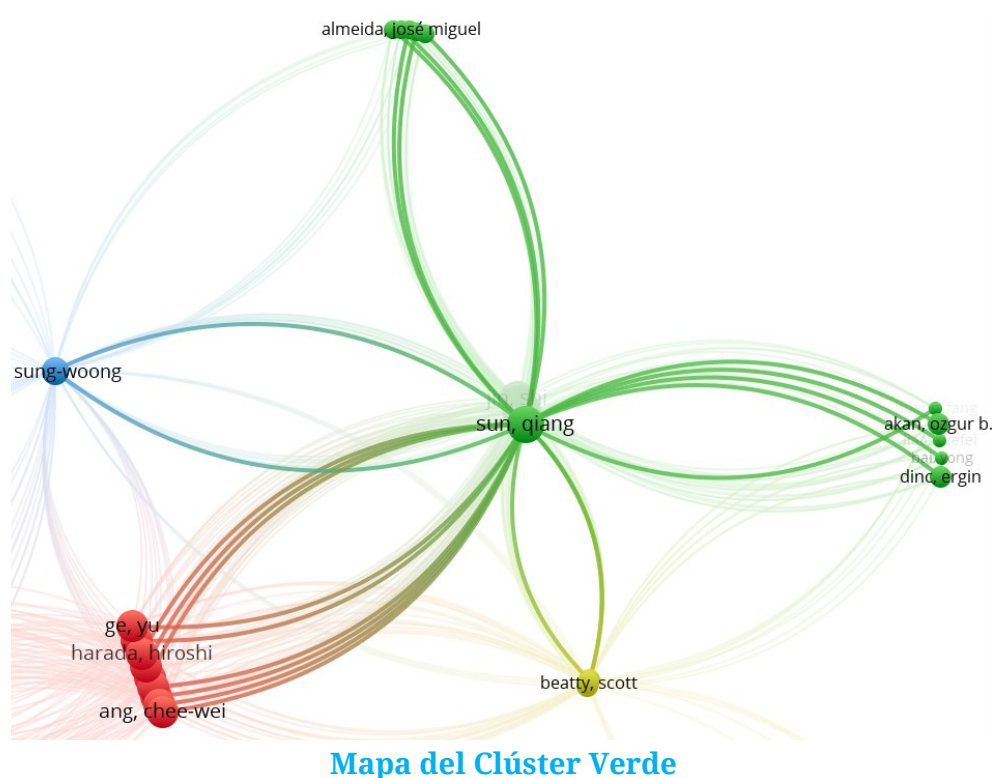


Mapa de Autores

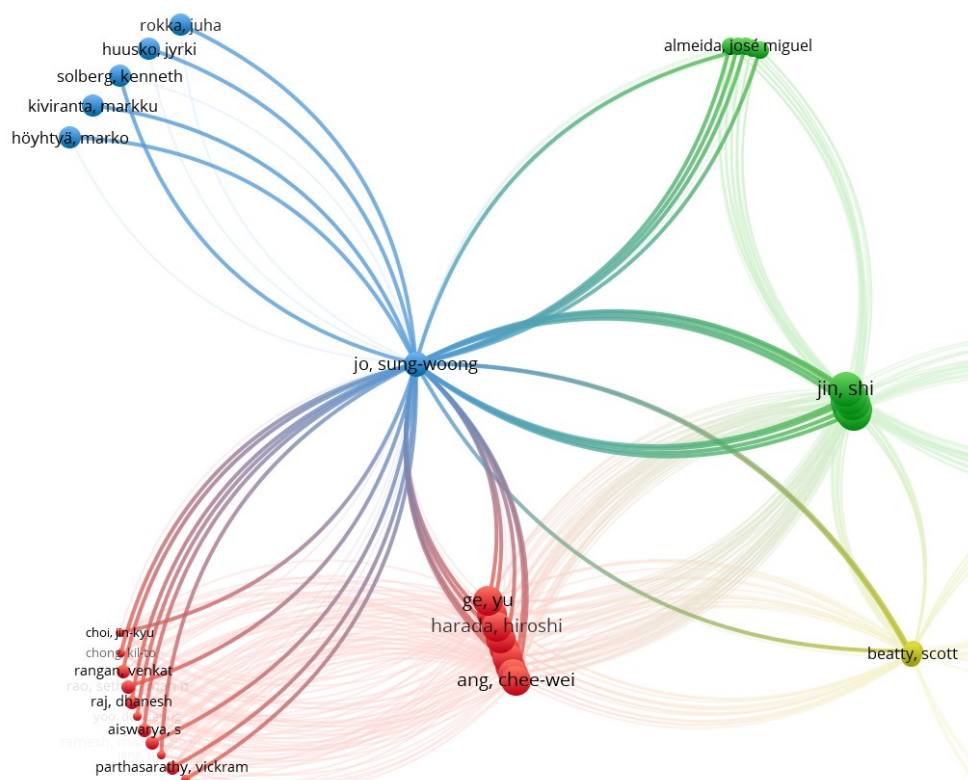
El **primer clúster (color rojo)** está formado por los autores (ordenados por el número de citas): Aiswrya, S; Ang, Chee-Wei; Choi, jin-kyu; Chong, Kil-to; Ge, Yu; Harada, Hiroshi; Hoang, Vinh Dien; Jang, Byung-tae; Kim, Hyung-Joo; Kong, Peen-Yong; Parthasathy, Vickram; Pathmasuntharam, Jaya Shankar; Raj, Dhanesh; Ramesh, Maneesha Vinodini; Rangan, Venkat; Rao, Sethuraman; Wang, Xiaotong; Wen, Su; Yoo, Dae-Seung; Zhou, Ming-Tuo.



El **segundo clúster (color verde)** está formado por los autores (ordenados por números de citas): Akmal, Helmi A. H Mohd; Beatty, Scott; Dong, Xiaodai; Hafiz, M. Muhammad; Huo, Yiming; Kazdaridis, Giannis; Klun, Katja; Korakis, Thanasis; Kovac, Nives; Muthiah, M. Arul; Rizam, M. S. B. Shah; Sundar, R.; Sundaravadivelu, N.; Symeonidis, Polychronis; Upadhyay, J. S.; Upadhyay, J. S.; Vengatesan, G.; Venkatesan, R.; Zographopoulos, Ioannis.

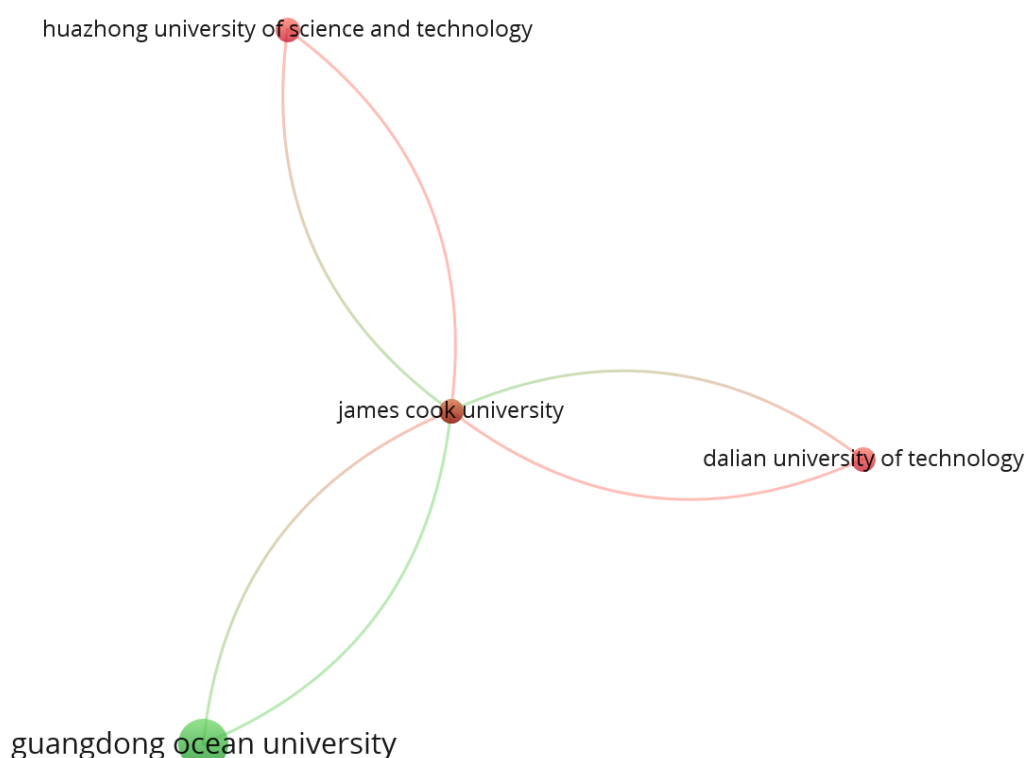


Por último, el **tercer clúster (color azul)** está formado por los autores (ordenados por números de citas): Akan, Ozgur B.; Almeida, José Miguel; Bai, Yong; Campos, Rui; Cruz, Nuno; Dinc, Ergin; Huang, Fang; Jin, Shi; Li, Ye; Liao, Xuefei; Matos, Aníbal; Oliveira, Tiago; Quek, Tony Q. S.; Sun, Qiang; Wang, Jue; Wu, Yongpeng; Xu, Chen; Zhou, Haifeng.

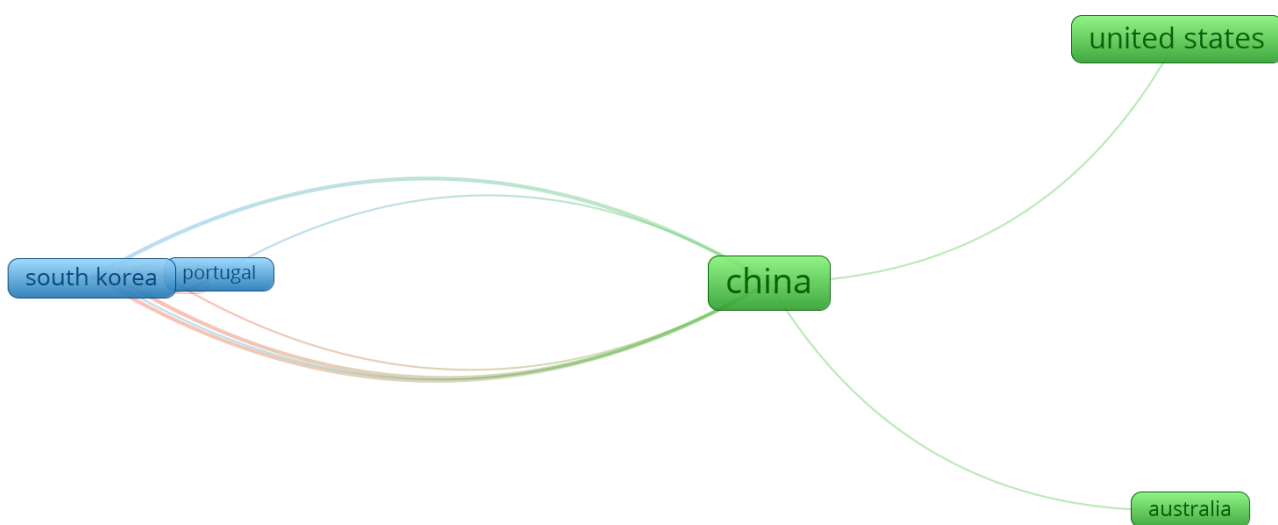


Mapa del Clúster Azul

En los siguientes gráficos se muestra la relación por entidades y países de los documentos analizados en el apartado **5.1 Literatura científica**.

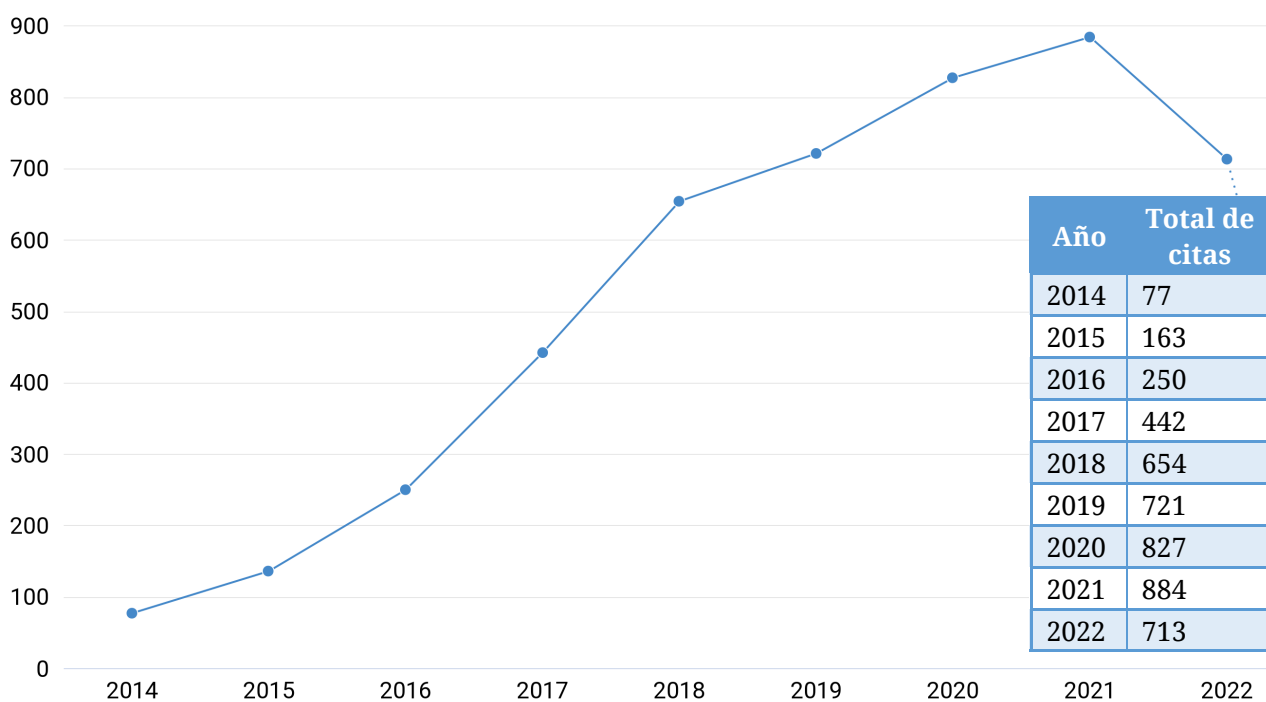


Mapa de citas por entidades

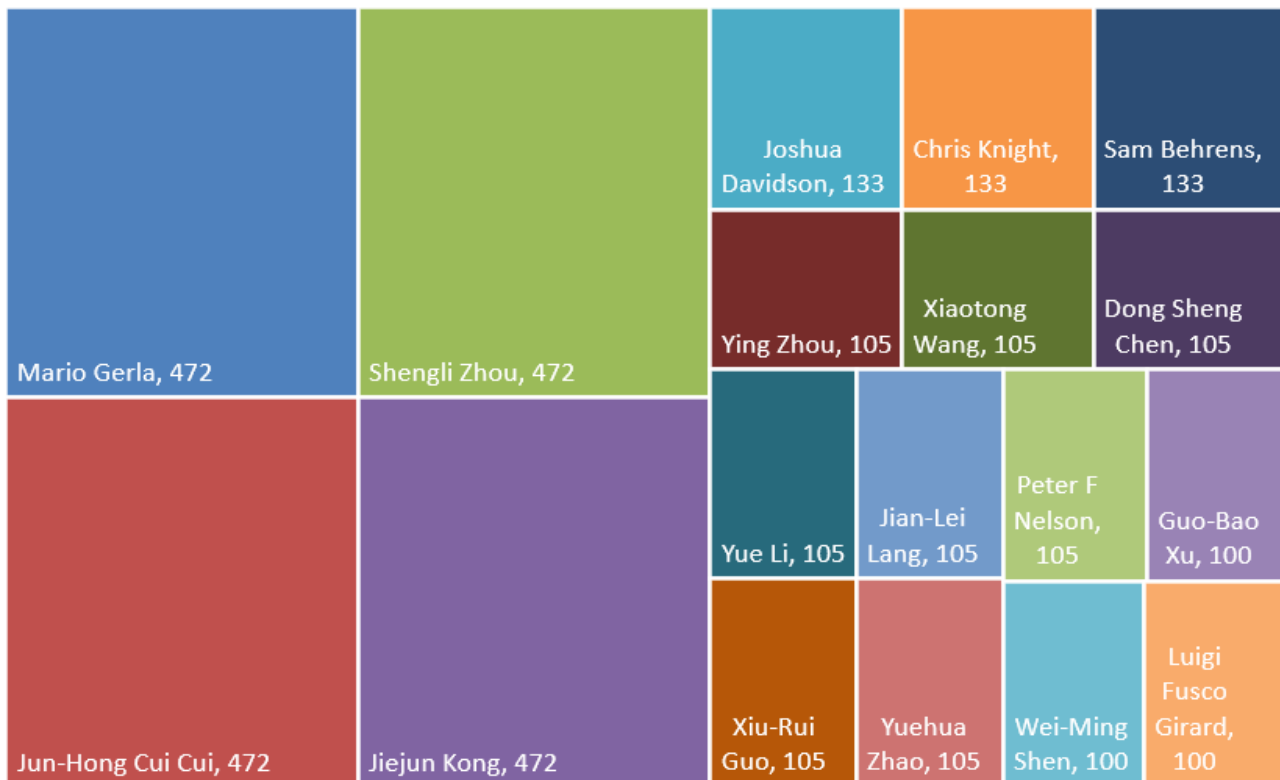


Mapa de citas por países

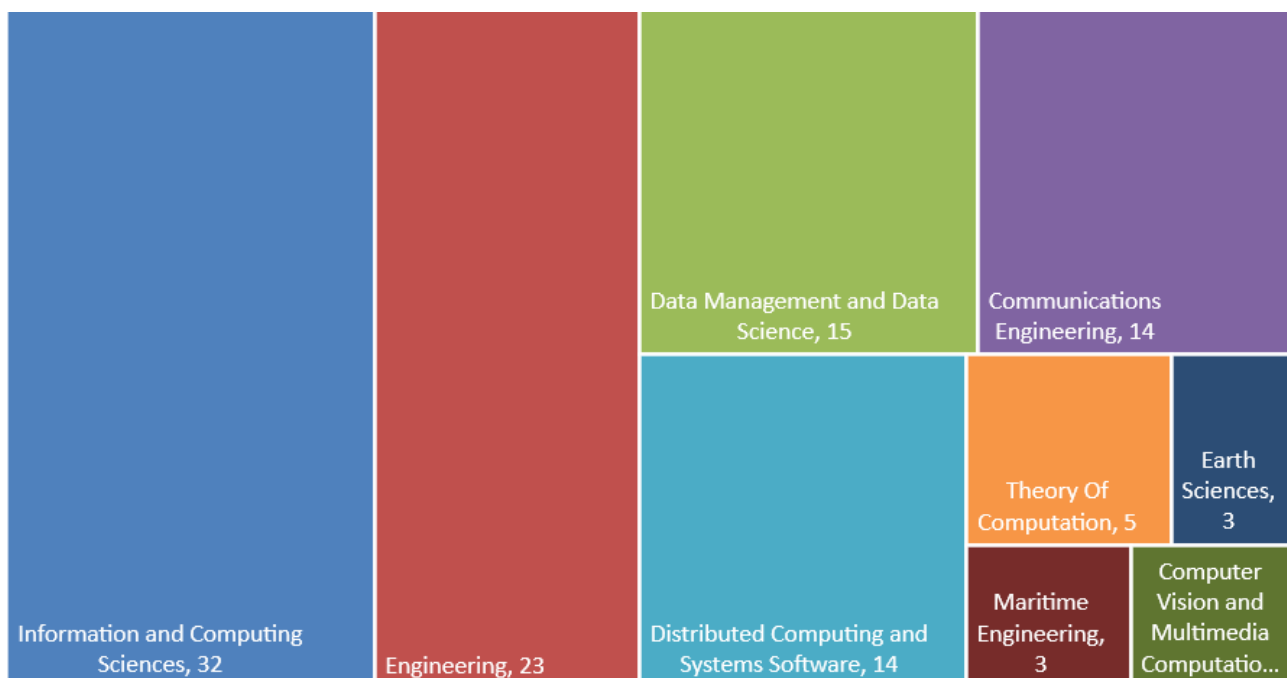
Según el número de citas de cada publicación, en la siguiente tabla y gráfico podemos observar que el número de referencias da un salto en el año 2017 (442) y sigue creciendo hasta llegar a superar las 880 citas en 2021.



Evolución del número de citas



Autores más citados



Publicaciones por temática

5.2. Proyectos

01

Integrated assessment of Atlantic marine ecosystems in space and time

Acrónimo: iAtlantic

Financiado por: H2020-EU 3.2

Periodo de financiación: 2019-2023

[+ INFO](#)

Resumen: iAtlantic assesses health of deep and open-ocean Atlantic ecosystems. It scales and standardises measurements from different disciplines so ecosystem status can be assessed against multiple stressors and global change. It will predict where and when synergistic effects of global change and multiple stressors occur, and what implications these will have for society, economy and ocean health. iAtlantic focuses on 12 key areas of the ocean, using innovative approaches to upscale observations to address basin scale issues...

02

Integrated Metrology for integrated marine management and knowledge-transfer network

Acrónimo: MINKE

Financiado por: H2020-EU 3.2

Periodo de financiación: 2021-2025

[+ INFO](#)

Resumen: The EU-funded MINKE project will integrate key European marine metrology research infrastructures to propose an innovative framework of 'quality of oceanographic data' for European actors monitoring and managing marine ecosystems. MINKE proposes a new vision in the design of marine monitoring networks using two dimensions of data quality, accuracy and

completeness, as the driving components of quality in data acquisition...

03

Integrated New approach to underwater technologies for innovative, low-cost ocean observation

Acrónimo: NAUTILOS

Financiado por: H2020-EU 3.2

Periodo de financiación: 2020-2024

[+ INFO](#)

Resumen: Existing European observation tools and services have the potential to take advantage of cutting-edge technologies to obtain a wide range of data at a much higher spatial resolution and temporal regularity and duration. The EU-funded NAUTILOS project will develop a new generation of sensors and samplers for physical, chemical and biological essential ocean variables in addition to micro- and nanoplastics. The project will improve our understanding of environmental variations and anthropogenic impacts connected with aquaculture, fisheries and marine litter. NAUTILOS will integrate recently advanced marine technologies into different observing platforms and deploy them through innovative and cost-effective methods in a wide range of key environmental settings and EU policy-related applications...

04

Integrated Radioactivity monitoring in ocean ecosystem

Acrónimo: RAMONES

Financiado por: H2020-EU 1.2

Periodo de financiación: 2021-2024

+ INFO

Resumen: A lack of effective and tailored instruments for radioactivity monitoring of marine environments presents a key challenge. While collaborative efforts exist, there is a gap between the instruments available for use in the oceans and those used for land and air. Addressing this, the EU-funded RAMONES project aims to offer a cutting-edge solution in instrumentation and robotic sensing platforms for radioactivity monitoring in ocean ecosystems. It will design, develop and validate a new generation of radiation detection instruments that will provide high efficiency and fine resolution for spectroscopic studies as well as state-of-the-art sensors and methods for the generation of underwater instruments for radiation measurement in extreme locations.

05

Observing and mapping marine ecosystems— next generation tools

Acrónimo: OBAMA-NEXT

Financiado por: H2020-EU 2.6

Periodo de financiación: 2022-2026

+ INFO

Resumen: OBAMA-NEXT aims to develop a toolbox for generating accurate, precise and relevant information characterising marine ecosystems and their biodiversity. This will be achieved by integrating new/emerging technologies, including remote sensing, eDNA, optical instruments and citizen science, with existing marine monitoring techniques for improving our capacity to describe ecosystem function and biodiversity with higher spatial and temporal resolution. The project will contribute to shaping next generation monitoring pro-

grams and defining Essential Ocean/Biodiversity Variables (EOVs/EBVs)...

06

European quality controlled harmonization assuring reproducible monitoring and assessment of plastic pollution

Acrónimo: EUROqCHARM

Financiado por: H2020-EU 2.6

Periodo de financiación: 2020-2023

+ INFO

Resumen: Plastic pollution has become a global environmental and societal concern in recent years. Numerous protocols have been developed to monitor plastic debris, but these are rarely comparable. This has hindered gathering of knowledge regarding pollution sources, development of monitoring programmes and risk assessments and implementation of mitigation measures. To develop long-term solutions to reduce plastic pollution, it is essential to establish harmonised methodologies. EUROqCHARM will address this by critically reviewing state-of-the-art analytical methods and, taking harmonisation one step further, validating them through an interlaboratory comparison (ILC) study. This will bring together prominent laboratories in environmental plastics analysis and will produce certified reference materials to be marketed for at least three of the four target matrices (water, soil/sediment, biota, air), during and after project completion...

07

Eratorsthenes: excellence research centre for earth surveillance and space-based monitoring of the environment

Acrónimo: EXCELSIOR

Financiado por: H2020-EU 4.a

Periodo de financiación: 2019-2026

[+ INFO](#)

Resumen: Earth observation has so far made sustainability a reality, and it will continue to do so as more research is continuously done and technology improves. The EU-funded EXCELSIOR project aims to upgrade the existing Eratosthenes research centre at the Cyprus University of Technology into an inspiring environment for conducting basic and applied research and innovation in the thematic clusters of Environment and Climate, Resilient Society, and Big Earth Data Analytics through the integrated use of remote sensing and space-based techniques. The project is fully aligned with the Smart Specialization Strategy of Cyprus (S3Cy)...

08

Marine coastal biodiversity long-term observations

Acrónimo: MARCO-BOLO

Financiado por: H2020-EU 2.6

Periodo de financiación: 2022-2026

[+ INFO](#)

Resumen: MARCO-BOLO (MBO) aims to structure and strengthen European coastal and marine biodiversity observation capabilities, linking them to global efforts to understand and restore ocean health, hence ensuring that outputs respond to explicit stakeholder needs from policy, planning and industry. To this end MBO will establish and engage with a Community of Practice (CoP) to determine end-user needs with the aim of optimising marine data flows, knowledge uptake, and improving governance based on biodiversity observations...

09

Shaping ecosystem based fisheries management

Acrónimo: SEAwise

Financiado por: H2020-EU 3.2

Periodo de financiación: 2020-2025

[+ INFO](#)

Resumen: The EU-funded SEAwise project will address the need to increase benefits to fisheries while reducing ecosystem impacts under environmental change and increasing competition for space. The network of stakeholders, advisory bodies and scientists will improve stock productivity predictions using environmental metrics, density dependence, predation, stock health indicators and habitat extent. In addition, multi-species-multifleet models will provide ecosystem forecasts of the effect of fisheries management measures. SEAwise tools and courses for stakeholders and decision makers will ensure that these methods can be used directly in Mediterranean, Western European, North Sea and Baltic Sea waters. The predictions will inform an online advice tool highlighting stock- and fisheries-specific social and ecological effects and management trade-offs...

10

User-oriented solution for improved monitoring and management of biodiversity and ecosystems services in vulnerable European seas

Acrónimo: B-USEFUL

Financiado por: H2020-EU 3.2

Periodo de financiación: 2022-2026

[+ INFO](#)

Resumen: Europe's marine biodiversity is under pressure. Putting it on a path to recovery by 2030 requires informed science advice and operational decision-support tools. In this context, the EU-funded B USEFUL project will develop user-oriented tools and solutions to monitor, assess and protect

marine biodiversity. Specifically, it will improve existing European data infrastructures and governance frameworks. To do so, it will first identify end-user needs and work with experts to co-develop biodiversity indicators, targets and scenarios...

11 Copernicus evolution—Research for transitional-water

Acrónimo: CERTO

Financiado por: H2020-EU 2.1.6

Periodo de financiación: 2020-2023

[+ INFO](#)

Resumen: European Copernicus services use satellite data to observe water quality in terms of phytoplankton, suspended sediments and coloured dissolved organic matter, in oceans, shelf-seas and lakes. The EU-funded CERTO project will undertake research and development to produce harmonised water-quality data from each Copernicus service and extend support to the large communities operating in transitional waters such as lagoons, estuaries and large rivers. CERTO plans to investigate methods to classify waters optically, improve removal of the atmospheric signal and development of indicators relevant to monitoring agencies, industry and policy stakeholders...

inadequate and lower management capacity. Scientists agree that oceans need an observation system coordinated at an international level. The EU-funded EuroSea project aims to coordinate a wide range of European actors towards integrating national systems for an international observation system. The project will advance a system that will collect ocean information data important for blue growth and sustainable ocean management. It will advance technology readiness levels (TRLs) of crucial components required for ocean observation systems and improve international coordination of ocean monitoring to ensure ocean health and optimal resource utilisation.

12 Improving and integrating European ocean observing and forecasting systems for sustainable use of the ocean

Acrónimo: EuroSea

Financiado por: H2020-EU 3.2

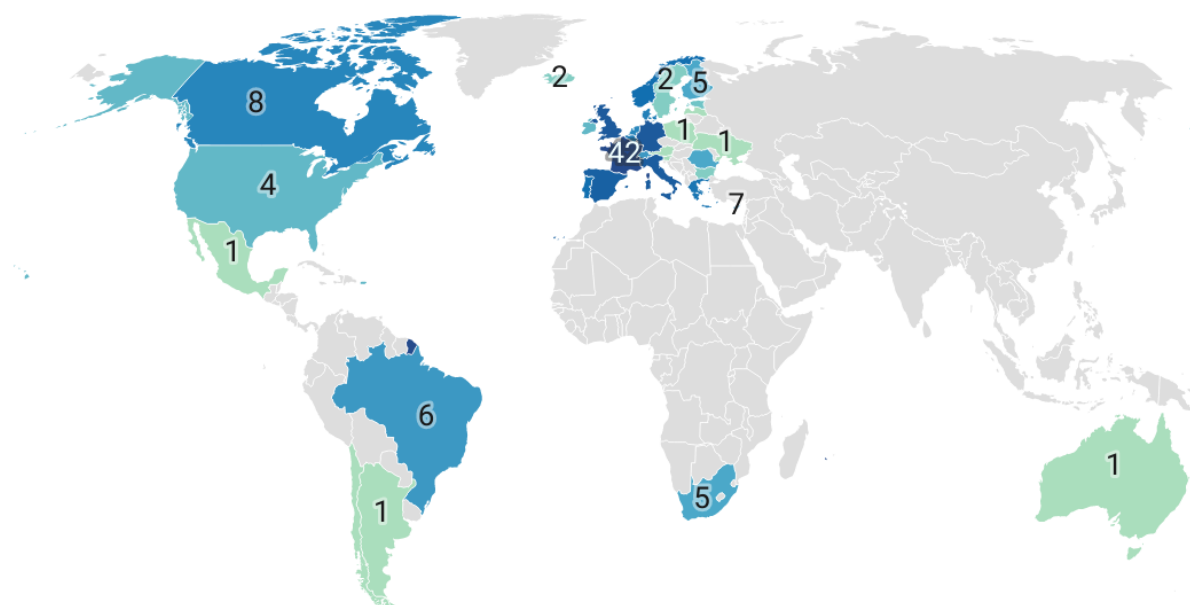
Periodo de financiación: 2019-2023

Resumen: Our oceans are a vital source of wealth, but ocean monitoring systems are

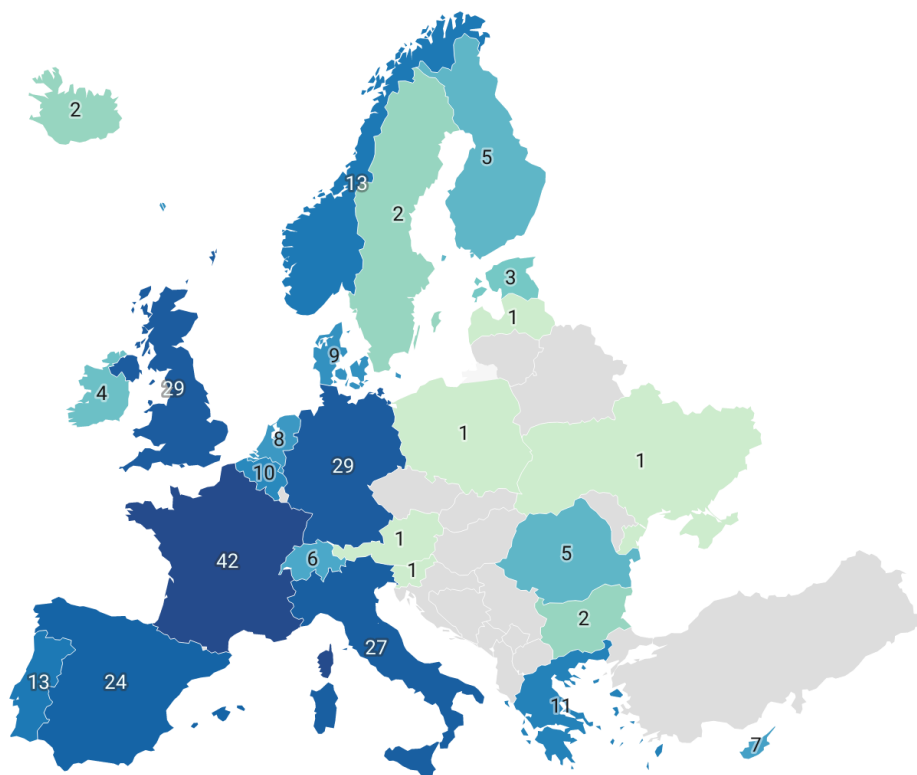
5.2.1. Análisis de la financiación europea

Los proyectos descritos están financiados por Horizonte 2020. El presupuesto total de este programa es de 67,93B€, para estos proyectos concretamente se destinan

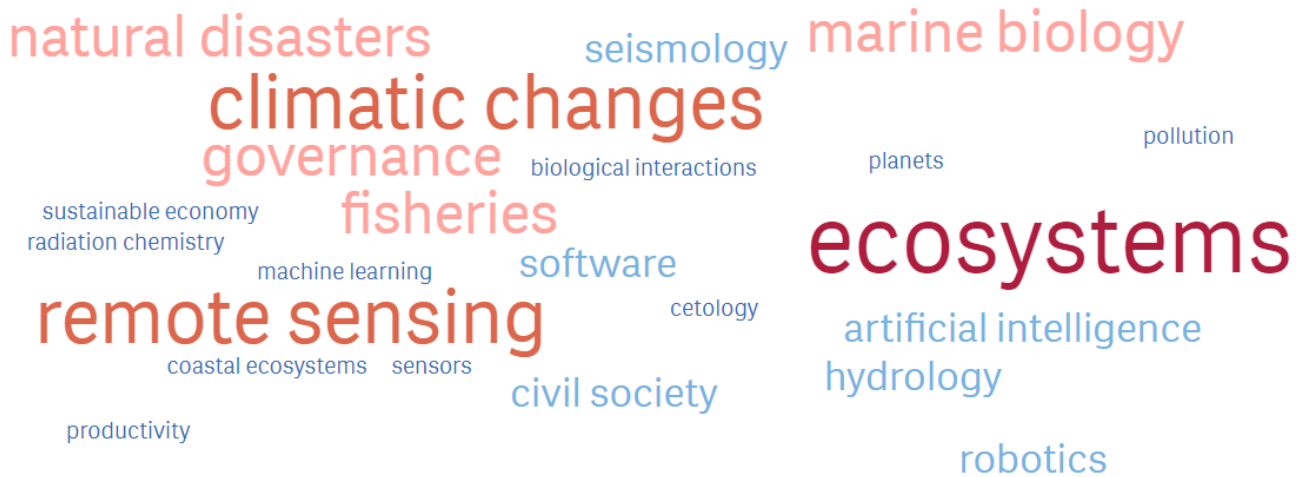
89.846M€. En estos proyectos participan 285 organismos de los 175.986 intervienen en total.



Participantes por país



Detalle de participación en Europa



Nube de temas de los proyectos

6. Bibliografía

- [1] Addison, P. et al. A new wave of marine evidence-based management: Emerging challenges and solutions to transform monitoring, evaluating, and reporting. ICES J. Mar. Sci. 75, 941–952 (2017)
- [2] A. Khairi, B. Jambek and N. Alina. Performance Comparison of Huffman and LZW Data Compression for Wireless Sensor Node application. American Journal of Applied Sciences. Vol. 11, N° 1. Pp 119-126. (2014)
- [3] Almeida, J. M., et al BLUECOM+: Cost-effective broadband communications at remote ocean areas. (2016)
- [4] A. M. Mahdy, Marine Wireless Sensor Networks: Challenges and Applications, Seventh International Conference on Networking, pp. 530-535 (2008)
- [5] A. R. F. Quiros and R. A. Bedruz. Comparison of Huffman ALgorithm and Lempel-Ziv Algorithm for Audio, Image and Text Compression. 8th IEEE International Conference Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Cebu, Philippines, (2015)
- [6] De Marziani, C. et al. A low cost reconfigurable sensor network for coastal monitoring. In Proceedings of the IEEE Conference on OCEANS, Santander, Spain, 6–9 (2011)
- [7] E. Dinc and O. B. Akan, Beyond-line-of-sight communications with ducting layer, IEEE Commun. Mag., vol. 52, no. 10, pp. 37–43 (2014)
- [8] E. Dinc and O. B. Akan, Channel model for the surface ducts: Largescale path-

- p loss, delay spread, and AOA, IEEE Trans. Antennas Propag (2015)
- [9] F.A. Marengo Rodríguez, et al. Análisis comparativo de codificadores de audio sin pérdidas, .A. Marengo Rodríguez, et al. Análisis comparativo de codificadores de audio sin pérdidas,(2010)
 - [10] F. Huang, X. Liao, and Y. Bai, Multipath channel model for radio propagation over sea surface, Wireless Pers. Commun., vol. 90, no. 1, pp. 245–257 (2016)
 - [11] Gvishiani A., Dobrovolsky M., Rybkina A. Chapter 6 Big Data and FAIR Data for Data Science. In: Roberts F.S., Sheremet I.A. (eds) Resilience in the Digital Age. Lecture Notes in Computer Science, vol 12660. Springer, Cham (2021)
 - [12] Helmi, A. H. M. A., Hafiz, M. M., & Rizam, M. S. B. S. Mobile buoy for real time monitoring and assessment of water quality. 2014 IEEE Conference on Systems, Process and Control, pp.19-23 (2014)
 - [13] Hossain, Kaium and Mizanur Rahman, and Shanto Roy. IoT Data Compression and Optimization Techniques in Cloud Storage: Current Prospects and Future Directions, International Journal of Cloud Applications and Computing, no.2: 43-59 (2019)
 - [14] Hoyhtya, M et al. Connectivity for autonomous ships: Architecture, use cases, and research challenges. International Conference on Information and Communication Technology Convergence: ICT Convergence Technologies Leading the Fourth Industrial Revolution, ICTC 2017, 2017-December(October), 345–350 (2017)
 - [15] Huo, Y., Dong, X., & Beatty, S. Cellular Communications in Ocean Waves for Maritime Internet of Things. IEEE Internet of Things Journal, 7(10), 9965–9979 (2020)
 - [16] I. Vasilescu, K. Kotay, D. Rus, “Krill: An Exploration in Underwater Sensor Networks”, Second IEEE Workshop on Embedded Networked Sensors, 2005
 - [17] Javaid, N., Sher, A., Nasir, H., Guizani, N. Intelligence in IoT-based 5G networks: Opportunities and challenges. IEEE Commun. Mag. 56, 94–100 (2018)
 - [18] J.H. Cui, J. Kong, M. Gerla, S. Zhou. The Challenges of Building Scalable Mobile Underwater Wireless Sensor Networks for Aquatic Applications, IEEE Network, 0890- 8044, pp.12-17 (2006)
 - [19] Jorge, L., & Santos, S. Wi-Fi Maritime Communications using TV White Spaces (2013)
 - [20] Jo, S. W. et al. LTE-Maritime: High-Speed Maritime Wireless Communication Based on LTE Technology. IEEE Access, 7, 53172–53181. (2019)
 - [21] J. W. Wägele, et al., Towards a multisensor station for automated biodiversity

monitoring, Basic and Applied Ecology (2022)

- [22] J. Wang et al., “Wireless channel models for maritime communications,” IEEE Access, vol. 6, pp. 68070–68088 (2018)
- [23] Kamolov, A., & Park, S. An iot-based ship berthing method using a set of ultrasonic sensors. Sensors (Switzerland), 19(23), 1–20 (2019)
- [24] Kazdaridis, G et al. On the development of energy-efficient communications for marine monitoring deployments. 2017 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications, TELSIKS 2017 – Proceeding 271–274 (2017)
- [25] Kim, H. J., et al. Implementation of MariComm bridge for LTE-WLAN maritime heterogeneous relay network. International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT, 2015-August, 230–234. (2015)
- [26] Knight, C., Davidson, J., Behrens, S. Energy options for wireless sensor nodes. Sensors, 8, 8037–8066 (2008)
- [27] Llácer, L. J., et al, Grupo, E., & Sistemas, D. De. (n.d.). RADIOGIS software que puede incorporarse como una nueva barra de herramientas a Arcview 9 para el cálculo de cobertura radioeléctrica de sistemas de radiocomunicación (2009)
- [28] Llácer, L. J., et al, Grupo, E., & Sistemas, D. De. (n.d.). RadioEarth : Herramienta de cálculo de cobertura radioeléctrica para Google Earth. (2009)
- [29] Malarski, K. M., et al. Demonstration of NB-IoT for Maritime Use Cases. Proceedings of the 2018 9th International Conference on the Network of the Future, NOF 2018, 106–108 (2018)
- [30] Mellado, S. H. Simulador en Python del efecto de múltiples obstáculos sobre un radioenlace según la Rec. ITU-R P.526 (2018)
- [31] M.Hosseini. “A Survey of Data Compression Algorithms and their Applications”. (2012)
- [32] Mogahed, H.S., Yakunin, A.G.: Development of a Lossless Data Compression Algorithm for Multichannel Environmental Monitoring Systems. In: 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), pp. 483–486. IEEE, Novosibirsk (2018)
- [33] Rahman, M.A.; Hamada, M. Lossless Image Compression Techniques: A State-of-the-Art Survey. Symmetry 2019, 11, 1274. (2019)
- [34] Rahman MA, Hamada M, Shin J. The Impact of State-of-the-Art Techniques for Lossless Still Image Compression. Electronics; 10(3):360 (2021)

- [35] Rao, S. N., et al. A novel solution for high speed internet over the oceans. INFOCOM 2018 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops, 906–912 (2018)
- [36] Shengming Jiang, & Huihui Chen. A Possible Development of Marine Internet: A Large Scale Cooperative Heterogeneous Wireless Network. Journal of Communication and Computer, 12(4), 199–211 (2015).
- [37] Shinjiro Ashida et al. Sampled-Data Audio Signal Compression with Huffman Coding. Kyoto University, Japan. SICE 2004 Annual Conference (2004)
- [38] Stephenson, P. J. Technological advances in biodiversity monitoring: applicability, opportunities and challenges. Current Opinion in Environmental Sustainability, 45, 36–41 (2020)
- [39] Tonny Hidayat et al. Lossless Coding Scheme for Data Audio 2 Channel using Huffman and Shannon-Fano. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, vol. 96, n° 11, pp. 3467 – 3477 (2018)
- [40] Vengatesan, G., et al. Real time, low power, high data rate and cost-effective transmission scheme for coastal buoy system. International Symposium on Ocean Electronics, SYMPOL, 236–241 (2013)
- [41] W. Wang et al., Propagation channel at 5.2 GHz in baltic sea with focus on scattering phenomena, in Proc. 9th Eur. Conf. Antennas Propag. (EuCAP), pp. 1–5 (2015)
- [42] Xu, Li et al. Internet of Things in Industries: A Survey. IEEE Transactions on Industrial Informatics. 10. 2233-2243. (2014)
- [43] Xu G et al. Internet of Things in Marine Environment Monitoring: A Review. Sensors. 2019; 19(7):1711. (2019)
- [44] [15] Xu, G., et al. Marine environment monitoring using wireless sensor networks: A systematic review. Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, (2014)
- [45] Zhou, M. T. et al. TRITON: High-speed maritime wireless mesh network. IEEE Wireless Communications, 20(5), 134–142. (2013)