



BLUE GROWTH

TECNOLOGÍAS DE DIGITALIZACIÓN DEL MEDIO MARINO

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

2019

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: Pablo Ruiz Molina y M^a Ángeles García Albaladejo

Más info: www.ctnaval.com



**Fondo Europeo de
Desarrollo Regional**

**“Una manera de
hacer Europa”**

© CTN, 2019

Todos los derechos están reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de este informe con fines educativos, 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.....	5
2. Metodología	6
3. Blue Growth	9
4. Estado del arte	10
4.1 La Industria 4.0 en la monitorización del medio marino y la ingeniería naval	10
4.2 El IoT y la gestión de datos multivariable en un servidor web.....	11
4.3 Técnicas de representación GIS/BIM para IoT	12
4.4 Técnicas de propagación acústica en el medio marino	12
4.5 Técnicas de mantenimiento predictivo	14
5. Tendencias.....	16
5.1 Literatura científica.....	16
5.2 Proyectos	23
5.3 Noticias	31
6. Legislación y normativa	34
6.1 GET 24 Procesos de Transformación para la Industria 4.0	34
6.1.1. Normas publicadas:	34
6.2 CTN 71/SC 38 Servicios y Plataformas para Aplicaciones Distribuidas.....	34
6.2.1. Comités Internacionales.	34
6.2.2. Normas publicadas.	34
7. Bibliografía	36



Índice de imágenes

Ilustración 1. Finalidad de la Vigilancia Tecnológica	6
Ilustración 2. Fases de la Vigilancia Tecnológica	8



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 “BIGWeb 2: Investigación de tecnologías de digitalización on-line para la monitorización de actividades en el medio marino”; financiado por el Instituto de Fomento de la Región de Murcia.

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 el Crecimiento Azul como estrategia europea, con el fin de dibujar un cuadro de referencia para la contextualización de los contenidos temáticos del informe. Seguidamente se realiza un análisis del estado de la técnica, noticias 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:



Ilustración 1. Finalidad de la Vigilancia Tecnológica

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?

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 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 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 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 valor añadido [6].

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





OBJETIVO DE VT

En esta fase se define el objetivo concreto de la Vigilancia mediante preguntas clave y se delimita el alcance acotando parámetros cronológicos, geográficos...

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

A continuación se define el listado de keywords, se genera el listado de fuentes de información así como la estrategia de automatización de las búsquedas.



BÚSQUEDA Y FILTRADO

Posteriormente se procede a obtener información y aplicar filtros de pertinencia, fiabilidad o relevancia y se organizan, clasifican y archivan los resultados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante esta fase se analiza la información obtenida a nivel científico-tecnológico, estratégico y bibliométrico.



PUESTA EN VALOR

Por último, basándose en la fase anterior, los expertos extraen conclusiones y se genera el Informe de Vigilancia Tecnológica.

Ilustración 2. Fases de la Vigilancia Tecnológica



3. Blue Growth

El crecimiento azul es una estrategia a largo plazo de apoyo al crecimiento sostenible de los sectores marino y marítimo. Reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y el crecimiento. Es la contribución de la Política Marítima Integrada (PMI) en la consecución de los objetivos de la Estrategia 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. La Estrategia consta de tres componentes:

- a) Medidas específicas de la Política Marítima Integrada
 - 💧 Conocimiento marino para mejorar el acceso a la información sobre el mar;
 - 💧 Ordenación del espacio marítimo para garantizar una gestión eficaz y sostenible de las actividades en el mar;
 - 💧 Vigilancia marítima integrada para que las autoridades tengan una mejor apreciación de lo que pasa en el mar.
- b) Estrategias de cuenca marítima que garanticen la combinación de medidas más adecuada con el fin de fomentar el crecimiento sostenible;
- c) Desarrollo de las siguientes actividades específicas:
 - 💧 Acuicultura
 - 💧 Turismo marítimo, costero y de crucero
 - 💧 Biotecnología marina
 - 💧 Energía oceánica
 - 💧 Explotación minera de los fondos marinos

El informe de vigilancia tecnológica se centra en el desarrollo de plataformas multi uso como solución a varios de los temas prioritarios marcados por la estrategia europea Blue Growth.



4. Estado del arte

Son muchas y muy variadas las tecnologías de digitalización que pueden ser usadas para la monitorización del medio marino. En este informe se desglosan los aspectos que de alguna manera intervienen en el proceso que va desde la propia monitorización del parámetro físico buscado hasta la visualización del mismo por parte del usuario.

De este modo, se va a abordar el estado del arte de:

1. La Industria 4.0 en la monitorización del medio marino y la ingeniería naval.
2. El IoT y la gestión de datos multivariable en un servidor web.
3. La representación GIS/BIM para IoT.

Además, se aborda el estado del arte de dos aplicaciones específicas que están de actualidad y se consideran relevantes para la temática de este informe.

4. Técnicas de propagación acústica en el medio marino.
5. Técnicas de mantenimiento predictivo.

4.1 La Industria 4.0 en la monitorización del medio marino y la ingeniería naval

La eficiencia energética es un factor muy importante a la hora de reducir los costes de producción y de operaciones en el medio marino, así como el impacto que se genera sobre él. Actualmente, es necesario una revisión de las infraestructuras y embarcaciones para lograr dicha eficiencia energética. Una de las claves de la industria 4.0 es la IoT, un modo de dotar a las infraestructuras y embarcaciones la capacidad de realizar tareas inteligentes, estableciendo comunicaciones de forma automática, lo que contribuye a alcanzar la eficiencia energética hasta las cotas deseadas en un futuro cercano [7].

A nivel internacional, encontramos empresas como Inmarsat, con su solución *Fleet Data*, una plataforma IoT que ofrece acceso instantáneo y gestión de la información basada en la sensorización de una embarcación; o como Sigfox, con una solución que permite la monitorización en tiempo real de contenedores en buques de transporte marítimo intercontinental, y Ericsson con *Maritime ICT Cloud*, que ofrece conexionado de las embarcaciones con bases en la costa para la realización de tareas de mantenimiento, soporte, operaciones, etc.



A nivel nacional, empresas como Marine Instruments y el centro tecnológico Azti, centradas en el sector pesquero, son referentes en el desarrollo de dispositivos y sistemas para la monitorización de diferentes parámetros. Pudiendo monitorizar la presencia de bancos de peces, así como parámetros medioambientales en tiempo real, sus desarrollos permiten un aumento de la eficiencia de la actividad pesquera.

Estos son ejemplos claros de investigaciones y desarrollos, muy recientes, de soluciones en la línea de la Industria 4.0 enfocada al ámbito marino, que marcan el rumbo de los esfuerzos tecnológicos y la tendencia de los próximos años con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en él.

4.2 El IoT y la gestión de datos multivariable en un servidor web

El desarrollo de Internet of Things (IoT) ha incrementado la ubicuidad de Internet integrando cualquier objeto con el que se pueda interaccionar mediante sistemas embebidos. El incremento de sensores, cada vez más específicos, precisos y accesibles, y su conexión, junto con el desarrollo de nuevos protocolos de comunicación, suponen un desafío a la hora de aplicar técnicas de programación para la gestión de la cantidad de datos procedentes de una solución IoT. Para ello, actualmente se está investigando en la aplicación de la computación en la nube, una tecnología que converge perfectamente con el manejo de la información procedente de IoT. El objetivo de la computación en la nube es proveer una mejor utilización de los recursos y un mejor servicio al usuario final.

En consideración de cómo se produce lo que conocemos como la nube, la virtualización es un paso natural en este campo. La virtualización es una técnica emergente que consiste en la creación de representaciones virtuales de objetos o recursos físicos que permiten una interacción y usabilidad digital hacia el usuario. Esto, junto con la información procedente de los sensores, permite el control y la visualización de la información asociada a un determinado objeto de forma telemática.

Con la progresión de las tecnologías front-end tales como React o VUE, basadas en JavaScript y HTML5, la tendencia actual de las plataformas IoT es la de avanzar en la dirección web utilizando REST APIs en combinación con interfaces que integran visualización de la información y virtualización de los objetos con la finalidad de proporcionar al usuario la capacidad de configuración y monitorización de los objetos sensorizados [8].



4.3 Técnicas de representación GIS/BIM para IoT

Disponer de información en tiempo real sobre fenómenos que están en continuo cambio es un aspecto que se ha ido teniendo en consideración años atrás. Esta información es de vital importancia para hacerse una idea del estado en el que se encuentra un elemento en cuestión en cada instante y de manera continuada. Además, los datos IoT son de gran importancia para el desarrollo y sostenibilidad de grandes infraestructuras como en el caso del Puerto de Algeciras, en el que existe una gran densidad de transporte de mercancías debido a su posición estratégica sobre el estrecho de Gibraltar [9]. La disponibilidad de la información en tiempo real se consigue gracias a dispositivos (sensores) instalados en boyas, barcos o edificios de los que se pretende obtener la información. Es importante mencionar que, los datos provenientes de sensores deben tener asociadas coordenadas geográficas para su representación en un SIG. A menudo, este tipo de proyectos utilizan paneles de mando donde se detalla la información de los sensores para su análisis en directo [10]. Estos paneles muestran conjuntamente los datos de los sensores y su representación sobre un mapa, lo que facilita la toma de decisiones a nivel global.

A la hora de representar conjuntamente datos SIG y BIM, es necesario realizar operaciones de transformación bajo estándares que posibiliten la correcta transformación de los datos de ambos sistemas a un formato en el que puedan relacionarse entre sí [11]. La combinación de SIG y BIM abre la puerta no solo a la visualización en tres dimensiones, sino que también posibilita el análisis sobre la tercera componente del espacio, otorgando de esta manera mayor profundidad y precisión en la toma de decisiones.

4.4 Técnicas de propagación acústica en el medio marino

La modelización de la propagación acústica submarina es una disciplina relativamente madura con raíces en las aplicaciones militares de las tecnologías sonar. Un modelo de propagación del sonido, en última instancia, cuantifica el nivel de presión sonora en cualquier punto de una región de interés a partir de variables de entrada que caracterizan las fuentes sonoras y el medio marino. Aunque formalmente el campo acústico es descrito según la ecuación de ondas (o ecuación de Helmholtz en el caso estacionario), los modelos más utilizados consisten en aproximaciones a la solución completa. Una introducción de los fundamentos físicos y la implementación de estas soluciones puede consultarse en diversa bibliografía [12].



Es importante señalar que la aplicabilidad de los mismos depende del rango de frecuencias acústicas consideradas, de las condiciones ambientales de la zona estudiada y de la capacidad computacional de la que se disponga. En este contexto, los modelos se pueden clasificar según el rango de frecuencias óptimo, su capacidad para dar cuenta de variabilidad espacial en los parámetros ambientales y del coste computacional. Cada modelo tendrá sus ventajas y desventajas, y definitivamente no existe ninguno que resulte adecuado para cualquier escenario imaginado.

Por ende, la selección del modelo de propagación más adecuado para cada caso se debe realizar teniendo en cuenta todos estos factores. Una guía a tener en cuenta en la elección del modelo apropiado en cada caso se ha publicado recientemente en un informe dentro del proyecto de la Unión Europea titulado *"Impacts of Noise and Use of Propagation Models to Predict the Recipient Side of Noise"* [13], en el que se recoge el estado del arte detallado de los modelos de propagación existentes.

En general, los modelos más utilizados en la literatura quedan clasificados según los siguientes métodos y aproximaciones:

- Trazado de rayos [14]: en los que se asume que el sonido se propaga según rayos perpendiculares a los frentes de onda y que se trata fundamentalmente de una aproximación en el caso de altas frecuencias. Se trata de algoritmos muy rápidos, aunque fallan para bajas frecuencias, donde la difracción toma importancia. El ejemplo típico de modelo basado en esta teoría es BELLHOP [15]; otros algoritmos/modelos de este tipo son TRACEO [16] y Eigenray [17] entre otros.
- Modos normales: en los que se halla la solución de la componente vertical de la ecuación de ondas para después complementar con la contribución horizontal. Resultan adecuados especialmente para bajas frecuencias y escenarios ligeramente dependientes de la distancia. El modelo clásico basado en modos normales es KRAKEN [18].
- Ecuación parabólica: aproximación de la ecuación de ondas original (elíptica) a una parabólica; es equivalente a ignorar las posibles ondas reflejadas. Se trata de un modelo adecuado para estudiar bajas frecuencias ($< 1\text{kHz}$) en condiciones ambientales dependientes con la distancia. El modelo más común es el modelo RAM [19]; otros modelos son MMPE o PECan.



- Integración del número de ondas: estos modelos dan la solución exacta a distancias cercanas de la fuente, por lo que son ideales para estudiar la propagación acústica en medios con parámetros independientes con la distancia. El modelo de este tipo más extendido es OASES [20].
- Diferencias/elementos finitos: por último, estos métodos consisten en realizar una discretización de la ecuación diferencial y calcular la solución en un mallado. Debido al enorme coste computacional de estos algoritmos, son raramente usados en acústica submarina.

Una recopilación de modelos de libre acceso puede encontrarse online en la página web *Ocean Acoustics Library*. Por otro lado, conviene remarcar que prácticamente todos estos algoritmos están disponibles para uso público de forma gratuita.

Por otro lado, la mayoría de estos modelos se aplican a lo largo de un transecto, y por tanto calculan soluciones bidimensionales. Si se desea obtener una solución en el espacio tridimensional, lo que se suele hacer es implementar el modelo en cuestión para varios transectos y realizar una interpolación para extender la solución a la región de interés; de esta manera se disminuye el tiempo de computación. Aunque a menudo se trata de una aproximación legítima, en situaciones en las que existan claras discontinuidades en el medio marino (accidentes geográficos como islas o arrecifes) pueden llevar a errores significativos. En estos casos, puede ser necesario usar un modelo 3D. Algunos ejemplos de modelos tridimensionales son el modelo TRACEO3D [21], de trazado de rayos, variaciones de modelos basados en ecuación parabólica [22], o las extensiones BELLHOP3D, KRAKEN3D, disponibles en el repositorio web mencionado anteriormente.

Finalmente, no se han encontrado programas online de propagación de señales acústicas en medio submarino (esto es, páginas web con capacidad para calcular la propagación acústica con datos cargados por el usuario), pero sí una para el ámbito atmosférico en la que mediante una interfaz el usuario puede ver interaccionar con modelos complejos.

4.5 Técnicas de mantenimiento predictivo

Actualmente, el concepto de mantenimiento predictivo está teniendo un grado de impacto muy notorio en el sector industrial y naval, al encontrarse entre unas de las tendencias tecnológicas más innovadoras.



Con el mantenimiento predictivo se pretende pronosticar y prever posibles fallos o averías de una determinada máquina o sistema. Esto es posible mediante la medida periódica de determinados parámetros significativos [23], a través de los datos obtenidos de diferentes sensores. Entre los sensores más empleados en el sector, destacan los sensores de vibraciones [24]; de temperatura, mediante mediciones de termografía infrarroja; sensores de ultrasonidos; y sensores de energía para reducción de emisiones [25].

Asimismo, aunque en la literatura se observan una gran variedad de modelos y técnicas para la aplicación del mantenimiento predictivo, como pueden ser modelos estadísticos o físicos [26], los modelos que más se emplean se corresponden con modelos basados en aprendizaje automático o machine-learning, como los modelos de clasificación, regresión y el conocido como modelo de supervivencia [27]. Entre los modelos de clasificación, destacan las técnicas de redes neuronales, máquinas de vector soporte (svm), análisis de componentes principales o clasificación difusa en numerosas investigaciones [28]. Y, entre los modelos de regresión, destaca la técnica de análisis del tiempo de vida.



5. Tendencias

5.1 Literatura científica

A Ray-Tracing Uncertainty Estimation Tool for Ocean Mapping

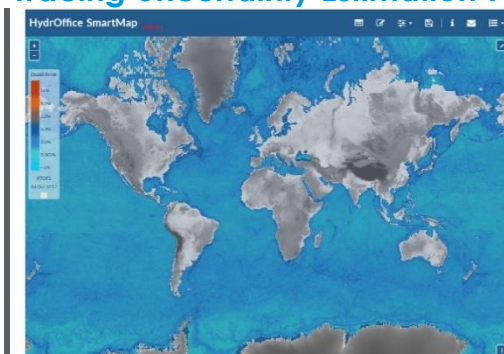


FIGURE 4. Visualization on the SMARTMAP WebGIS of the Global KTO's-based 24-hr forecast map of estimated ray-tracing uncertainty valid on October 14, 2017.

Autor: Masetti, G., Kelley, JGW., Johnson, P., & Beaudoin, J.

Publicado en: 2018. *IEEE Access*, 6(UNSP2136). IEEE.; doi: 10.1109/ACCESS.2017.2781801

Abstract:

A tool to estimate the ray-tracing component of the surveyed depth uncertainty was created and made publicly available through Web services and a Web geographic information system. The estimation is based on a spatial variability analysis at the time of validity of two popular, global-scope sources of oceanographic environmental data. The tool has potential applications in all the phases of ocean mapping, from survey planning to data collection and processing..

Design of GNSS Performance Analysis and Simulation Tools in the "GAPFILLER" Web Portal

Autor: Tadic, S., Moura, G., & Trichaud, T.

Publicado en: 2013 *21st Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)* (pp. 236-239). IEEE.; doi: 10.1109/TELFOR.2013.6716216

Abstract:

This paper presents design of software tools for GNSS performance analysis and signal propagation simulation built-in a web portal. Performance analysis tools validate functional behaviour of positioning applications in different environments. The toolset offers a cross comparison module to benchmark devices from an established reference. Details of a ray-tracing signal simulator that models the interactions between the GNSS signal and the local environment are given. Simulator uses BVH optimization..



Web-Based Virtual Laboratories for Antenna Arrays, Radiowave Propagation, and Filter Design

Autor: Uluişik, Ç., & Sevgi, L.

Publicado en: 2011. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 53(4), 252-260.; doi: 10.1109/MAP.2011.6097346

Abstract:

This tutorial explains in detail the creation of a Web-based application using the MATLAB Web Server (MWS) toolbox of MATLAB. It aims to enable readers who are familiar with MATLAB but don't have Web-programming skills to prepare their own Web-based applications. Three Web-based virtual laboratories, AntenGUI, SSPEGUI, and FilterGUI, created using MWS, are presented. The AntenGUI application illustrates the array factor of linear, rectangular, and circular arrays. The SSPEGUI application visualizes radiowave propagation over a non-smooth Earth's surface through a non-homogenous atmosphere. The FilterGUI tool designs lumped-element (LC) filters, and obtains the corresponding transmission-line and microstrip-line filters. These Web-based virtual tools can be accessed on the Internet.

Extracting the Features of Modern Web Applications based on Web Engineering Methods

Autor: Wakil, K., & Jawawi, D. N.

Publicado en: 2019. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(2), 63-71.

Abstract:

With the revolution of the information, an advanced version of the web proposed from web 1.0 to web 4.0. In each version, many web applications appeared. In the new versions, modern web applications (MWAs) proposed. These applications have specific features and different features, and these features made a new challenge for web engineering methods. The problem is that web engineering methods have limitations for MWAs, and the gap is that the developers cannot highlight the new features based on web engineering methods. In this paper, we extract features of the MWA based on web engineering methods. We extract web application modules for showing interaction and structure of their feature based on models and

elements of web engineering methods. The result of this work helps the developers for designing MWAs through web engineering methods. Furthermore, lead to researchers to improve web engineering methods for developing MWAs features.

Fog Computing: Introduction, Architecture, Analytics, and Platforms

Autor: Balakrishnan, P., Venkatesh, V., & Raj, P.

Publicado en: 2018. *Handbook of Research on Cloud and Fog Computing Infrastructures for Data Science* (pp. 68-84). IGI Global; doi: 10.4018/978-1-5225-5972-6.ch004.

Abstract:

The evolutions of world wide web (WWW) promise the revolution in personal, professional, and social aspects of human beings. These evolutions begin with static web pages to more sophisticated brain-computer interfaces. Among them, Web 4.0 plays a significant role that aimed to integrate mobile devices and things into the web to realize smarter environments. Further, it leads to the progression of machine-to-machine communication, wireless sensor networks, cyber physical systems, and internet of things (IoT). The drastic development of IoT applications led to unprecedented growth of data which can be processed using more powerful far-end cloud resources or less powerful local edge devices. Fog computing compromises the demerits of both approaches and conducts the data analysis at the network-end itself. This chapter provides the benefits of fog computing architectures together with the simulator as well as different software platforms for realizing the fog computing..

Collecting and Using Vessel's live data from on board equipment using "Internet of Vessels (IoV) platform"(May 2017)

Autor: Filippopoulos, I., & Stamoulis, G.

Publicado en: 2017 *South Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)* (pp. 1-6). IEEE.; doi: 10.23919/SEEDA-CECNSM.2017.8088242

Abstract:



The purpose of this paper is a presentation of a recursive project (a platform), that started three years ago, in which shore management companies can collect, transmit, store, analyze and finally use and present vessels live data on a Geographical Information System used as Global Monitoring Platform. We used those data for further analysis, and we produced information about engine performance, gas emissions, navigation, Vessel performance etc. The produced information of the above data could be used as an input to a support decision system or to an alerting system, back to the Maritime Company that monitors the Vessel.

An Integrated System for Regional Environmental Monitoring and Management Based on Internet of Things

Autor: Fang, S., Da Xu, L., Zhu, Y., Ahati, J., Pei, H., Yan, J., & Liu, Z.

Publicado en: 2014. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(2), 1596-1605; doi: 10.1109/TII.2014.2302638

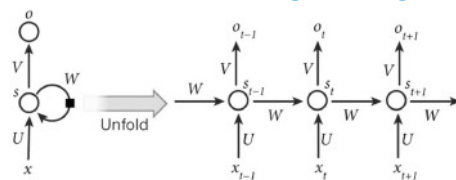
Abstract:

Climate change and environmental monitoring and management have received much attention recently, and an integrated information system (IIS) is considered highly valuable. This paper introduces a novel IIS that combines Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Geoinformatics [remote sensing (RS), geographical information system (GIS), and global positioning system (GPS)], and e-Science for environmental monitoring and management, with a case study on regional climate change and its ecological effects. Multi-sensors and web services were used to collect data and other information for the perception layer; both public networks and private networks were used to access and transport mass data and other information in the network layer. The key technologies and tools include real-time operational database (RODB); extraction-transformation-loading (ETL); on-line analytical processing (OLAP) and relational OLAP (ROLAP); naming, addressing, and profile server (NAPS); application gateway (AG); application software for different platforms and tasks (APPs); IoT application infrastructure (IoT-AI); GIS and e-Science platforms; and representational state transfer/Java database connectivity (RESTful/JDBC). Application Program Interfaces (APIs) were implemented in the middleware layer of the IIS. The application layer provides the functions of



storing, organizing, processing, and sharing of data and other information, as well as the functions of applications in environmental monitoring and management. The results from the case study show that there is a visible increasing trend of the air temperature in Xinjiang over the last 50 years (1962-2011) and an apparent increasing trend of the precipitation since the early 1980s. Furthermore, from the correlation between ecological indicators [gross primary production (GPP), net primary production (NPP), and leaf area index (LAI)] and meteorological elements (air temperature and precipitation), water resource availability is the decisive factor with regard to the terrestrial ecosystem in the area. The study shows that the research work is greatly benefited from such an IIS, not only in data collection supported by IoT, but also in Web services and applications based on cloud computing and e-Science platforms, and the effectiveness of monitoring processes and decision-making can be obviously improved. This paper provides a prototype IIS for environmental monitoring and management, and it also provides a new paradigm for the future research and practice; especially in the era of big data and IoT.

A survey on deep learning for big data



Autor: Zhang, Q., Yang, L. T.,
Chen, Z., & Li, P.

Publicado en: 2018.
Information Fusion, (42, 146-15;

doi: 10.1016/j.inffus.2017.10.006

Abstract:

Deep learning, as one of the most currently remarkable machine learning techniques, has achieved great success in many applications such as image analysis, speech recognition and text understanding. It uses supervised and unsupervised strategies to learn multi-level representations and features in hierarchical architectures for the tasks of classification and pattern recognition. Recent development in sensor networks and communication technologies has enabled the collection of big data. Although big data provides great opportunities for a broad of areas including e-commerce, industrial control and smart medical, it poses many challenging issues on data mining and information processing due to its characteristics of large volume, large variety, large velocity and large veracity. In the

past few years, deep learning has played an important role in big data analytic solutions. In this paper, we review the emerging researches of deep learning models for big data feature learning. Furthermore, we point out the remaining challenges of big data deep learning and discuss the future topics.

Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications



Fig. 1. The overall picture of IoT emphasizing the vertical markets and the horizontal integration between them.

Autor: Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M.

Publicado en: 2015. *IEEE communications surveys & tutorials*, 17(4), 2347-2376; doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.

Abstract:

This paper provides an overview of the Internet of Things (IoT) with emphasis on enabling technologies, protocols, and application issues. The IoT is enabled by the latest developments in RFID, smart sensors, communication technologies, and Internet protocols. The basic premise is to have smart sensors collaborate directly without human involvement to deliver a new class of applications. The current revolution in Internet, mobile, and machine-to-machine (M2M) technologies can be seen as the first phase of the IoT. In the coming years, the IoT is expected to bridge diverse technologies to enable new applications by connecting physical objects together in support of intelligent decision making. This paper starts by providing a horizontal overview of the IoT. Then, we give an overview of some technical details that pertain to the IoT enabling technologies, protocols, and applications. Compared to other survey papers in the field, our objective is to provide a more thorough summary of the most relevant protocols and application issues to enable researchers and application developers to get up to speed quickly on how the different protocols fit together to deliver desired functionalities without having to go through RFCs and the standards specifications. We also provide an overview of some of the key IoT challenges presented in the recent literature and provide a summary of related research work. Moreover, we explore the relation between the IoT and other emerging

technologies including big data analytics and cloud and fog computing. We also present the need for better horizontal integration among IoT services. Finally, we present detailed service use-cases to illustrate how the different protocols presented in the paper fit together to deliver desired IoT services.



5.2 Proyectos

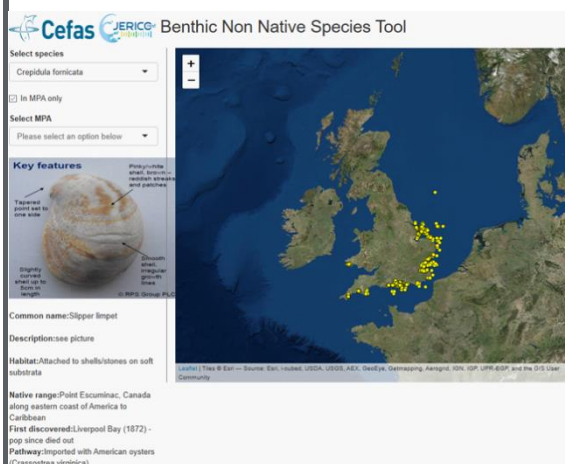
JERICO-NEXT: Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Novel European eXpertise for coastal observaTories

Financiado por: H2020-EU.1.4.1.2. - Integrating and opening existing national and regional research infrastructures of European interest

Periodo de financiación: Sept 2015 - Sept 2019

[+ INFO](#)

Resumen:



"The coastal area is the most productive and dynamic environment of the world ocean with significant resources and services for mankind.

JERICO-NEXT (33 organizations from 15 countries) emphasizes that the complexity of the coastal ocean cannot be well understood if

interconnection between physics, biogeochemistry and biology is not guaranteed. Such an integration requires new technological developments allowing continuous monitoring of a larger set of parameters.

In the continuity of JERICO(FP7), the objective of JERICO-NEXT consists in strengthening and enlarging a solid and transparent European network in providing operational services for the timely, continuous and sustainable delivery of high quality environmental data and information products related to marine environment in European coastal seas

Other objectives are: Support European coastal research communities, enable free and open access to data, enhance the readiness of new observing platform networks by increasing the performance of sensors, showcase of the adequacy of the so-developed observing technologies and strategies, propose a medium-term roadmap for coastal observatories through a permanent dialogue with stakeholders.

INTER-IoT: Interoperability of Heterogeneous IoT Platforms

Financiado por: H2020-EU.2.1.1. - INDUSTRIAL LEADERSHIP - Leadership in enabling and industrial technologies - Information and Communication Technologies (ICT)

Periodo de financiación: Ene 2016 - Dic 2018

+ INFO

Resumen:



"INTER-IoT project is aiming at the design, implementation and experimentation of an open cross-layer framework and associated methodology to provide voluntary interoperability among heterogeneous Internet of Things (IoT) platforms. The proposal will allow developing effectively and efficiently smart

IoT applications, atop different heterogeneous IoT platforms, spanning single and/or multiple application domains.

The overall goal of the INTER-IoT project is to provide a interoperable framework architecture for seamless integration of different IoT architectures present in different application domains. Interoperability will be provided at different levels: device, network, middleware, services and data.

The two application domains and use cases addressed in the project and in which the IoT framework will be applied are m-health and port transportation and logistics. The project outcome may optimize different operations (e.g. increasing efficiency in transportation time; reducing CO2 emission in a port environment; improving access control and safety; improving remote patient attendance and increase the number of subject that surgery units can assist using the mobile devices with the same resources; reducing time spent in hospitals premises or reduce the time dedicated to the assistance activities carried out directly at the surgery with advantage for subjects in charge and also benefits those waiting, i.e. reduction of the waiting list) in the two addresses domains, but it may be extended to other application domains in which there is a need to interconnect different IoT architectures already deployed. The project may deal with interoperability at different layers."

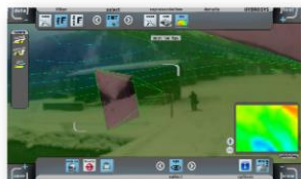
HYDROSYS: Advanced spatial analysis tools for \non-site environmental monitoring and management

Financiado por: FP7-ICT - Specific Programme "Cooperation": Information and communication technologies

Periodo de financiación: Jun 2008 - May 2011

[+ INFO](#)

Resumen:



Display unit, example interface showing data overlay and multi-view system.

"HYDROSYS aims at providing a system infrastructure to support teams of users in on-site monitoring events analysing natural resources. The project introduces the innovative concept of event-

driven campaigns with handheld devices, potentially supported by an unmanned aerial vehicle (UAV). In these campaigns, users can setup and retrieve data from mobile sensorstations, the UAV and external sources (sensor network) generating dense information on a small area. The sensor network system gathers and stores sensor data, and processes simulations based on physical process models. To obtain rich data sets from a specific location, additionally, remotely controlled cameras are deployed, mounted on sensorstations and below the UAV. Users can analyse the environment using cell phones and handheld computers, supported by advanced user interface techniques. The system is validated in two application areas, dealing with pollution caused by storm water, and permafrost melting.

The project will improve environmental monitoring and management for environmental scientists, institutions and service providers, through its strong integration of handhelds and sensor networks. The project will progress well beyond the current state in the art, by dealing with short-term events and detailed analysis of small sites. The analysis of such events is hardly supported by current methods, but has a large impact on environmental degradation. Additionally, information is dispersed to citizens by providing mechanisms to access top-level environmental data. Within the project, cutting edge inter-disciplinary research will be performed to develop user-centred solutions. When the data is integrated with analytical tools in a shared information space it will also aid a wide range of managers and planners in the pursue of more environmentally sensitive solutions to engineering problems. To aid the process, the research is steered by considerable end-user involvement throughout the full project."

QuAnGIS: Question-based Analysis of Geographic Information with Semantic Queries

Financiado por: H2020-EU.1.1. - EXCELLENT SCIENCE - European Research Council (ERC)

Periodo de financiación: Ene 2019 - Dic 2023

+ INFO

Resumen:

"In the age of big data, geographic information has become a central means for data scientists of various disciplines to embed their analysis into a spatio-temporal context, from human mobility patterns and social inequality to the investigation of personal health. However, as the variety of data sources available on the Web increases, it becomes more and more impossible to comprehend and utilize all tools available to answer geo-analytical questions. The variety of formats and syntaxes required by Geographic Information System (GIS) toolboxes or statistical packages divides the research community into various tool expert groups. Hence, whenever a functionality is needed but not available in one tool, analysts are forced to reformulate their questions in terms of the technicalities of another tool. Furthermore, new tools are difficult to learn, and translations cause severe interoperability problems. Finally, this procedure does not scale with the increasing variety of analytic resources on the Web, preventing analysts from tapping its full potential, and making the promise of seamless big data analytics a mere distant dream. Consider, in contrast, how easy it is for a user of a digital smartphone assistant such as Amazon's Alexa to ask a question like "What is the weather today?" and get back an answer from the Web. It would mean a tremendous breakthrough in information science if analysts could similarly ask familiar questions in order to get the tools and data required to answer them. Unfortunately, analytic technology currently cannot handle such questions. To realize this vision, it is necessary to understand how analytic resources can be captured with the questions they answer. In this project, I will develop a novel theory of interrogative spatial concepts to turn geo-analytical questions into a machine-readable form using semantic queries. In this form, questions can directly be matched with the capacity of major analytic GIS tools and data on the Web."

ECOPOTENTIAL: improving future ecosystem benefits through Earth observations

Financiado por: H2020-EU.3.5.5. - Developing comprehensive and sustained global environmental observation and information systems

Periodo de financiación: Jun 2015 - Oct 2019

[+ INFO](#)

Resumen:



Terrestrial and marine ecosystems provide essential services to human societies. Anthropogenic pressures, however, cause serious threat to ecosystems, leading to habitat degradation,

increased risk of collapse and loss of ecosystem services. Knowledge-based conservation, management and restoration policies are needed to improve ecosystem benefits in face of increasing pressures. ECOPOTENTIAL makes significant progress beyond the state-of-the-art and creates a unified framework for ecosystem studies and management of protected areas (PA). ECOPOTENTIAL focuses on internationally recognized PAs in Europe and beyond in a wide range of biogeographic regions, and it includes UNESCO, Natura2000 and LTER sites and Large Marine Ecosystems. Best use of Earth Observation (EO) and monitoring data is enabled by new EO open-access ecosystem data services (ECOPERNICUS). Modelling approaches including information from EO data are devised, ecosystem services in current and future conditions are assessed and the requirements of future protected areas are defined. Conceptual approaches based on Essential Variables, Macrosystem Ecology and cross-scale interactions allow for a deeper understanding of the Earth's Critical Zone. Open and interoperable access to data and knowledge is assured by a GEO Ecosystem Virtual Laboratory Platform, fully integrated in GEOSS. Support to transparent and knowledge-based conservation and management policies, able to include information from EO data, is developed. Knowledge gained in the PAs is upscaled to pan-European conditions and used for planning and management of future

PAs. A permanent stakeholder consultancy group (GEO Ecosystem Community of Practice) will be created. Capacity building is pursued at all levels. SMEs are involved to create expertise leading to new job opportunities, ensuring long-term continuation of services. In summary, ECOPotential uses the most advanced technologies to improve future ecosystem benefits for humankind.

FAST: Foreshore Assessment using Space Technology

Financiado por: FP7-SPACE - Specific Programme "Cooperation":
Space

Periodo de financiación: Ene 2014 - Dic 2017

+ INFO

Resumen:

Marine foreshores are currently not included in water safety assessments and in levee design. River floodplains are only managed to maximize river discharge capacity. However, foreshores and floodplains deliver several services, such as increasing sedimentation, reducing erosion and attenuating waves that mitigate flood risk by improving levee stability and lifetime. Including foreshores and floodplains in levee design and safety assessments can result in considerable cost reductions for flood risk management. The FAST (Foreshore Assessment using Space Technology) project aims to develop a new GMES/Copernicus downstream service by developing products based on Sentinel data to gain spatial information on foreshore and floodplain characteristics, such as morphology, sediment characteristics and vegetation properties. Necessary ground referencing in combination with measurements on wave attenuation and erosion/deposition regimes will be executed at eight characteristic case-study sites across Europe (Spain, Romania, United Kingdom and the Netherlands). From the collected data general relationships between foreshore and floodplain characteristics and flood risk mitigation properties will be derived and implemented in a GIS based software package. Software calculates effects of foreshores and floodplains on hydraulic conditions derived from either satellite images or engineering manuals. Effects of foreshores and floodplains on wave impact and bed stability are translated to potential reduction in levee width and crest height. Software will be developed in close contact with various end-user groups to

ensure commercial uptake and long-term continuation of services. In this way, FAST provides the first standardised tool for integrating levee-landscape interaction into cost efficient and safe flood risk management strategies.

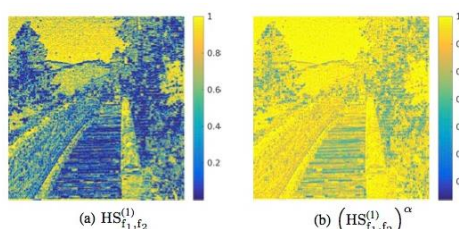
DEDALE: Data Learning on Manifolds and Future Challenges

Financiado por: H2020-EU.1.2.1. - FET Open

Periodo de financiación: Oct 2015 - Sept 2018

[+ INFO](#)

Resumen:



"Future data processing challenges in science will enter the "Big Data" era, involving massive, as well as complex and heterogeneous data. Extracting, with high precision,

every bit of information from scientific data requires overcoming fundamental statistical challenges, which mandate the design of dedicated methods that must be both effective enough to capture the intricacy of real-world datasets and robust to the high complexity of instrumental measurements. Moreover, future datasets, such as those provided by the space mission Euclid, will involve at least gigascale data, which will make mandatory the development of new, physically relevant, data models and the implementation of effective and computationally efficient processing tools. The recent emergence of novel data analysis methods in machine learning should foster a new modeling framework, allowing for a better preservation of the intrinsic physical properties of real data that generally live on intricate spaces, such as signal manifolds. Furthermore, advances in operations research and optimization theory pave the way for effective solutions to overcome the large-scale data processing bottlenecks. In this context, the objective of the DEDALE project is threefold: i) introduce new models and methods to analyze and restore complex, multivariate, manifold-based signals; ii) exploit the current knowledge in optimization and operations research to build efficient numerical data processing algorithms in the large-scale settings; and iii) show the reliability of the proposed data modeling and analysis technologies to tackle Scientific Big Data challenges in two different applications: one in cosmology, to map the dark matter mass map of the universe,

and one in remote sensing to increase the capabilities of automatic airborne imaging analysis systems."



5.3 Noticias

How Salesforce Einstein is Helping Track (and Protect) Great White Sharks in the Wild

Publicado en: Salesforce news

Fecha: 09/10/2019

A new web-based interactive tool for ocean mapping and planning created by NOAA and the Department of the Interior's Bureau of Ocean Energy Management, will give everyone from ocean industries to coastal managers, students, as well as the general public the opportunity to be an ocean explorer from their own computer.

[Ver noticia](#)

La DANA 2019 a vista de GIS

Publicado en: ctnaval.com

Fecha: 27/09/2019

Un ejemplo de cómo los GIS ayudan a interpretar y difundir información y facilitan la toma de decisiones en la gestión ambiental.

[Ver noticia](#)

WebGIS para registrar el ruido submarino en el Mediterráneo.

Publicado en: ctnaval.com

Fecha: 07/09/2019

La contaminación acústica submarina se ha convertido en un grave problema para las especies marinas, afectando en mayor medida a los cetáceos, cuyas funciones vitales se ven cada vez más entorpecidas por actividades como el tráfico marítimo o las obras en los puertos. Para tener una idea del impacto que el ruido submarino puede generar en aguas del Mediterráneo, desde el CTN hemos desarrollado el registro de ruido impulsivo en el Mediterráneo mediante la creación de una herramienta WebGIS (Geographic Information System).

[Ver noticia](#)

How ocean mapping changed the way a seafood giant fishes

Publicado en: cbc news

Fecha: 05/06/2019

Geographic information systems, or GIS, has transformed the way Clearwater Seafoods fishes.

Ocean mapping reduced the fuel bill in its offshore lobster fishery by shaving nearly 10,000 kilometres a year in vessel transiting, or movement in the fishing ground. In the scallop fishery, this technology reveals areas that should be closed because scallops are too young to harvest...

[Ver noticia](#)

Cómo explorar lugares inaccesibles con enjambres de sensores

Publicado en: cordis

Fecha: 21/05/2019

Una iniciativa de la Unión Europea está desarrollando sensores capaces de evolucionar para acceder a puntos inaccesibles.

[Ver noticia](#)

New OceanReports tool brings ocean data to your fingertips

Publicado en: NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

Fecha: 22/04/2019

A new web-based interactive tool for ocean mapping and planning created by NOAA and the Department of the Interior's Bureau of Ocean Energy Management, will give everyone from ocean industries to coastal managers, students, as well as the general public the opportunity to be an ocean explorer from their own computer.

[Ver noticia](#)



How ocean mapping changed the way a seafood giant fishes

Publicado en: Science Daily

Fecha: 11/02/2019

Researchers have developed a mapping tool that identifies sites for re-establishing oyster reefs that maximize their ecological benefits -- such as water filtration. This Geographic Information Systems (GIS)-based tool could inform restoration of other vital, sensitive coastal habitats.

[Ver noticia](#)

How GIS can help us understand our changing oceans

Publicado en: devex

Fecha: 08/11/2017

At the Esri conference, a leader in mapping technology, professionals discussed how geographic information systems, or GIS software that merges cartography, spatial analysis, and database technology to provide organizations with mapping capabilities might be leveraged for the three-quarters of the earth that is blue.

In an interview with Devex ahead of her talk, Sullivan, currently a Lindbergh fellow in aerospace history at the National Air and Space Museum, explained that while GIS can help scientists uncover the causes and consequences of rising sea temperatures, there is a real need for data that are accessible and actionable so that people can prepare and adapt.

[Ver noticia](#)



6. Legislación y normativa

A continuación, se incluye un listado de los comités nacionales y homólogos internacionales identificados hasta hoy en el ámbito de las tecnologías que abarca este informe¹:

6.1 GET 24 Procesos de Transformación para la Industria 4.0

Comité español de normalización de los procesos de transformación digital de las organizaciones y de los mecanismos de evaluación de la conformidad asociados.

6.1.1. Normas publicadas:

- ◆ **Especificación UNE 0061:2019.** Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos.
- ◆ **Especificación UNE 060:2018.** Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos.

6.2 CTN 71/SC 38 Servicios y Plataformas para Aplicaciones Distribuidas

Comité español de normalización en el campo del Cloud Computing y Plataformas Distribuidas incluyendo:

- Arquitectura Orientada a Servicio (SOA)
- Acuerdos de nivel de servicio (SLA)
- Interoperabilidad y portabilidad
- Datos y su flujo a través de dispositivos y servicios cloud.

6.2.1. Comités Internacionales.

ISO/IEC JTC 1/SC 38 Cloud Computing and Distributed Platforms.

6.2.2. Normas publicadas.

- ◆ **UNE 71380:2014.** Tecnología de la información. Computación en la nube. Vocabulario y definiciones.
- ◆ **UNE 71381:2016.** Tecnología de la información. Computación en la nube. Sistemas de etiquetado.
- ◆ **ISO/IEC 17203:2017.** Information technology. Open Virtualization Format (OVF) specification.

¹ Extraído de **Fuente especificada no válida.**

- 💧 **ISO/IEC 17788:2014.** Information technology. Cloud computing. Overview and vocabulary.
- 💧 **ISO/IEC 17789:2014.** Information technology. Cloud computing. Reference architecture.
- 💧 **ISO/IEC 17963:2013.** Web Services for Management (WS-Management) Specification.
- 💧 **Serie ISO/IEC 18384.** Information technology. Reference architecture for Services Oriented Architecture (SOA RA).
- 💧 **Serie ISO/IEC 19086.** Information technology. Cloud computing. Service level agreement (SLA) framework.
- 💧 **ISO/IEC 19941:1017.** Information technology. Cloud computing. Interoperability and portability.
- 💧 **ISO/IEC 19944:1017.** Information technology. Cloud computing. Cloud services and devices: Data flow, data categories and data use.
- 💧 **ISO/IEC TR 11678:1019.** Information technology. Cloud computing. Guidance for policy development.
- 💧 **ISO/IEC TR 13186:1018.** Information technology. Cloud computing. Framework of trust for processing of multi-sourced data.
- 💧 **ISO/IEC TR 30101:1012.** Information technology. Distributed Application Platforms and Services (DAPS). General technical principles of Service Oriented Architecture.



7. Bibliografía

- [1] AENOR, *Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.*, Madrid: AENOR, 2011.
- [2] P. Degoul, Le pouvoir de l'information avancée face au règne de la complexité, *Annales de Mines*, 1992.
- [3] P. R. M. Escorsa, *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*, Pearson Educación, 2001.
- [4] Escorsa, Pere, Pilar Lázaro Martínez, *Círculo de Innovación en Biotecnología, Intec: la inteligencia competitiva, factor clave para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones*, Fundación Madri+d para el Conocimiento, 2007.
- [5] J. V. F. Palop, *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*, Cotec, 1995.
- [6] P. CETISME, *Inteligencia Económica y Tecnológica. Guía para principiantes y profesionales*, Comunidades Europeas, 2003.
- [7] J. H. G. C. S. A. A. & L. Y. Ang, «Energy Efficient Through-Life Smart Design, Manufacturing and Operations of Ships in an industry 4.0 Environment.,» *Energies*, 2017.
- [8] L. J. W. H. Y. H. Y. G. & K. D. H. Hang, «Design and Implementation of a Sensor-Cloud Platform for Physical Sensor Management on CoT Environments.,» *Electronics*, 2018.
- [9] R. A. D. M. a. N. I.-i. F. Javier, «Evolución del Puerto de Algeciras hasta el concepto de.,» 2018.
- [10] B. V. a. M. M. C. Atzl, «Online Visualization of Streaming Data Introduction State-of-the-Art.,» 2016.
- [11] I. H. a. R. P. E. M. El-mekawy, «A Unified Building Model for 3D UrbanGIS.,» 2012.
- [12] e. a. F.B. Jensen, «Computational Ocean Acoustics.,» *Springer*, 2011.
- [13] ENV.D.2/FRA/2012/0025, «Impacts of noise and use of propagation models to predict the recipient side of noise.,» 2012.
- [14] J. Hovem, «Modeling and Measurement Methods for Acoustic Waves and for Acoustic Microdevices, Capítulo: Ray Trace Modeling of Underwater Sound Propagation),» *IntechOpen*, 2013.
- [15] M. Porter, «The BELLHOP Manual and User's Guide: preliminary draft),» 2011.
- [16] o. Rodríguez, «The TRACEO ray tracing program.,» 2011.
- [17] «<http://staff.washington.edu/dushaw/AcousticsCode/EigenRay.html#Documentation>,» 27 02 2019. [En línea].



- [18] «<http://oalib.hlsresearch.com/Modes/kraken.pdf>,» 27 02 2019. [En línea].
- [19] M. Collins, «User's Guide for RAM Versions 1.0 and 1.0p».
- [20] «<http://oceanai.mit.edu/lamss/pmwiki/pmwiki.php?n=Site.Oases>,» 27 02 2019. [En línea].
- [21] R. M. Calazan, «Numerical enhancements and parallel GPU implementation of the TRACE03D model», Phd tesis, Universidad de Algarve,» 2018.
- [22] J. C. T. D. Y-S. Ling, «A three-dimenslonal parabolic equatlon model of sound propagatlon using higher-order operator splitting and Pade approximant>>, JASA express letters,» 2012.
- [23] R. G. Soutullo, «<https://ingenieromarino.com/mantenimiento-del-buque1oparteintroduccion-al-plan-de-mantenimiento/>,» [En línea].
- [24] I. L. C. Gkerekos, «Ship Machinery Condition Monitoring using Vibration Data through.,» 2016.
- [25] J. P. Petersen, «Mining of Ship Operation Data for Energy Conservation. Kgs. Lyngby, Denmark: Technical University of Denmark (DTU),» IMM·PHD, 2011.
- [26] H. &. C. B. W. M. Hashemlan, «State-of-the-Art Predictive Maintenance Techniques,» *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2009.
- [27] Q. &. H. B. Dong, «Survival Analysis of the Failure Probability of Resurfaced Preventive Maintenance Treatments in the Long-Term Pavement Performance Program. Transportation Research Record Journal of the,» 2015.
- [28] M. Herzog, T. Marwala y P. Heyns, «Machine and component residual lite estimation through the application of neural networks».
- [29] Comisión Europea, «Crecimiento Azul,» [En línea]. Available: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_es.





centro
tecnológico
naval y del mar

marine
technology
centre

www.ctnaval.com