



SMARTLEAN

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

CIENCIA DE DATOS Y SIMULACIÓN DE MODELOS DIGITALES PARA LA MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS [LEAN] DE LA INDUSTRIA NAVAL Y AUXILIAR

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: M^a Ángeles García, Paula Gómez, Andrés Nicolás, Hamid Errachdi e Ivan Felis

Más info: www.ctnaval.com



**Fondo Europeo de
Desarrollo Regional**

**"Una manera de
hacer Europa"**

© CTN, 2021

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 de contenidos

1. Introducción.....	4
2. Metodología	5
3. Sustainable Blue Economy	7
4. Estado del arte	7
4.1. Metodologías LEAN	8
4.2. Aprendizaje automático para la previsión y agilización de tareas en procesos de producción.....	10
4.2.1. Aprendizaje automático para la predicción de tiempos en procesos de producción.....	10
4.2.2. Aprendizaje automático para la clasificación automática de documentación técnica.....	12
4.3. Cloud Computing basado en aprendizaje automático.....	13
4.4. Modelos digitales	15
4.5. Nivel de innovación en el sector.....	17
5. Tendencias.....	19
5.1. Literatura científica.....	19
5.1.1. Análisis de tendencias en la literatura.....	29
5.2. Proyectos	37
5.2.1. Análisis gráfico de la financiación	45
5.3. Noticias	47
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 técnicas de ciencia de datos y simulación de modelos digitales para su aplicación a la mejora de procesos productivos (LEAN) tradicionales de la industria naval y auxiliar* 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 introduc-



ción 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 contenidos temáticos del

informe. Seguidamente se realiza un análisis del estado 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:



Detectar nuevas oportunidades



Descubrir nuevos aliados



Conocer la competencia



Identificar nuevos clientes



Controlar las amenazas



Encontrar alternativas de financiación

periódicos, sitios web, blogs, correos electrónicos) cuyo tratamiento requerirá de nuevas herramientas capaces de “leer” y analizar estos textos.

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 uni-

dad 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

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

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

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.



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](#).



El informe de vigilancia tecnológica se centra en el desarrollo de técnicas y tecnologías 4.0 como solución a varios de los temas prioritarios marcados por la estrategia europea de Economía Azul Sostenible.

4. Estado del arte

A continuación, se describen las Metodologías Lean y las tecnologías que las habilitan, concretamente el aprendizaje automático, las técnicas de Cloud Computing y las metodologías de creación y simulación de modelos digitales.

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

4.1. Metodologías LEAN

Lean Manufacturing es un sistema de mejora continua basado en las personas, su objetivo es aumentar la productividad mediante la eliminación del desperdicio de forma constante y sostenible. Se centra en el valor del producto/servicio orientado a cliente y contando con él todo lo posible. Esta filosofía tiene distintas herramientas que se pueden utilizar según los procesos estudiados y los desperdicios detectados. Para procesos de componente altamente manual se sigue la metodología Kaizen, una vez que se detectan los desperdicios se aplican las herramientas que correspondan como 5S (organización y limpieza), SMED (reducción de tiempo de cambio de formato), VSM (mapeo de la cadena de valor), Kanban (gestión visual), JIT (justo a tiempo), TQM (Calidad total), entre otras.

La **mejora Kaizen**, cuya filosofía se basa en la reducción de costes como la adecuación de la cultura empresarial hacia la mejora continua, tiene algunas características que la diferencian de la innovación, ya que consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados. La innovación implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos.

En un proceso de mejora continua actual, conocido como **LEAN 4.0**, se integran los principios del Lean tradicional con tecnologías y herramientas propias de la Industria 4.0, tales como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV), gemelos digitales (GD). Así, tanto la

Industria 4.0 como el LEAN Manufacturing están llamados a resolver los nuevos retos que afronta la industria. Sin embargo, no es fácil apreciar cómo ambos paradigmas pueden apoyarse mutuamente para enfrentar ese objetivo común¹.

Las herramientas Lean son esenciales para desbloquear todo el potencial de la Industria 4.0 y evitar la “automatización de los desperdicios”, así mismo, las nuevas tecnologías digitales son esenciales para alcanzar niveles más altos de impacto en las iniciativas Lean. Según Bill Gates, fundador de Microsoft: “*automation applied to an inefficient operation will magnify the inefficiency*”. Algunos autores recomiendan los procesos lean como la base para la implementación eficiente y económica de I4.0².



Es fundamental la alineación del personal con la filosofía Lean, mejora y estandarización de procesos y KPIs. A partir de ese punto, es el momento de aplicar soluciones LEAN 4.0 para:

- Medir mediante sensores y software facilita la automatización de recopilación de datos aumentando su fiabilidad y ahorrando tiempo y

1. Mayr, A., Weigelt, M., Kühl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>

posibles errores de los trabajadores en su recopilación.

- Disponer de datos en tiempo real permite acelerar la toma de decisiones en la gestión de la producción.
- Realizar simulaciones mediante algoritmos predictivos que pueden ser utilizados para la gestión del mantenimiento de maquinaria o para realizar inspecciones automáticas de calidad de producto, ya que puede aprender los errores de calidad y detectarlo de forma más efectiva que el ojo humano.

Es imprescindible que los datos, simulaciones o análisis obtenidos se muestren de la forma más visual posible mediante un cuadro de mando gráfico, fácil de entender y en tiempo real, llegando la información a la persona correcta en el momento adecuado.

Lean methods	JIT/JIS	Hei-junka	Kanban	VSM	TPM	VM	Poka-yoke
14/0 tools					1* 2** 3***	SMED 5 S Zoning Andon	
Additive manufacturing (AM)	x				x	x	
Plug and play					x	x	
Automated guided vehicles (AGV)	x	x					
Human-computer interaction (HCI)		x	x	x		x	x
Virtual representation (e.g. VR, AR)	x			x		x	x
Intelligent bins	x	x					
Auto-ID	x	x	x	x		x	x
Digital object memory	x			x		x	x
Digital twin/simulation	x	x	x	x	x	x	x
Cloud computing	x			x	x		x
Real-time computing	x	x	x	x	x	x	x
Big data & data analytics	x	x	x	x	x		x
Machine learning				x	x		x

* autonomous maintenance, ** planned maintenance, *** early product and equipment management

de aplicar soluciones digitales para la reducción de desperdicios detectados mediante LEAN.



4.2. Aprendizaje automático para la previsión y agilización de tareas en procesos de producción

En este informe se evalúan diferentes metodologías de aplicación replicables y escalables de modelos de aprendizaje automático (Machine Learning, en adelante, ML). En este sentido, se pueden distinguir dos tipos de investigación basadas en ML:

1) Aprendizaje automático para la

predicción de tiempos en procesos de producción

2) Aprendizaje automático para la clasificación automática de documentación técnica en el entorno de producción.

4.2.1. Aprendizaje automático para la predicción de tiempos en procesos de producción

La disciplina de la minería de procesos (PM) supone un nexo entre la ciencia de procesos y la ciencia de los datos pues cuyo objetivo reside en la utilización de los datos provenientes de eventos que surgen durante un proceso industrial para extraer información relacionada con aquellos procesos que se quieran analizar. Por lo tanto, queda patente la necesidad de disponer de un cierto grado de conocimiento del proceso en cuestión, así como también de un amplio conjunto de datos de forma que estos datos permitan percibir de forma clara y evidente lo que está ocurriendo durante el proceso. Es en la extracción de conocimiento donde el aprendizaje automático toma protagonismo y se ve la relación entre ambas disciplinas⁴.

Dentro del aprendizaje automático podemos encontrar tres tipos de aprendizaje dependiendo de la naturaleza de los datos que se quieren estudiar: supervisado, no supervisado y por refuerzo.

En este caso, el aprendizaje puede ser tanto supervisado como no supervisado. La diferencia entre ambos se encuentra en que, en el primero, el algoritmo tiene conocimiento de toda la información que se quiere analizar, incluida el resultado que ciertos valores producen; mientras que el aprendizaje no supervisado parte de un conjunto de datos del que no tiene toda la información y no conoce el resultado final que generan dichos datos⁵.

El objetivo del aprendizaje no supervisado se basa en postular una función para definir estructuras ocultas a partir de los datos no etiquetados⁶

⁴Zaki, M., & Wagner Meira, J. (2019). Data Mining and Machine Learning: Fundamental Concepts and Algorithms. Cambridge University Press.

⁵Haykin, S. (2009). Neural Networks and Learning Machines (3rd Edition ed.). Ontario, Canada: Prentice Hall. Pearson.

Su campo de aplicación es bastante amplio, desde detección de anomalías, reducción de dimensionalidad, agrupamiento (*clustering*) o análisis exploratorio de datos, entre otras, aunque es extremadamente útil para problemas específicos de asociación y *clustering*⁷.

El aprendizaje supervisado tiene como objetivo inferir una función a partir de datos conocidos y puede aplicarse tanto para problemas de clasificación (predicción de valores discretos) o para regresión (predicción de valores continuos)

Centrándonos en la clasificación, su principal objetivo es asignar clases a los datos en base al conocimiento previo de los mismos⁸. Por otro lado, se encuentran los

problemas de regresión, cuyo objetivo principal no es tanto el de asignar clases a datos sino modelar las relaciones y encontrar patrones entre un conjunto de datos conocido, realizando predicciones sobre una variable continua⁹.

Saravanan, M. y Rama Sree, R. (2011) han basado sus estudios en la implementación del aprendizaje automático junto con la minería de procesos. En el artículo *Application of Mining Algorithms using ProM and Weka tools* se emplea la PM para extraer los datos del caso del registro de teñido y técnicas de asociación de ML para encontrar relaciones entre los datos extraídos¹⁰. Sin embargo, otros autores como Es Soufi, W., Yahia, E. y Roucoules, L. (2016) proponen un método para descubrir reglas de negocio, aplicando la PM para analizar la información en el registro de eventos identificando la categoría de usuarios que realiza la actividad y luego se emplea el ML para analizar la información de contexto existente en el registro de eventos para descubrir el conjunto de posibles valores de parámetros de actividad¹¹.

⁶Ugochi Dike, H., Zhou, Y., Kumar Deveerasetty, K., & Wu, Q. (2018). Unsupervised learning based on artificial neural network: a review. Proceedings of the 2018th IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems. Shenzhen, China.

⁷Schubert, E., Zimek, A., & Kriegel, H. (2014). Local outlier detection reconsidered: a generalized view on locality with applications to spatial, video and network outlier detection. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 28(1), 190-237.

⁸Duda, R., Hart, P., & Stork, D. (2001). *Pattern Classification*. Wiley (Second Edition).

⁹Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Cambridge, UK: Springer.

¹⁰Saravanan, M., & Rama Sree, R. (2011). Application of Mining Algorithms using ProM and Weka tools. *International Journal of Computer Science and Technology*, 2(3).

¹¹Es Soufi, W., Yahia, E., & Roucoules, L. (2016). On the use of Process Mining and Machine Learning to support decision making in systems design. 13th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management (PLM). Columbia, United States.

4.2.2. Aprendizaje automático para la clasificación automática de documentación técnica

Cada vez más empresas, motivadas por el paradigma que engloba a la Industria 4.0 y las recientes tendencias en visión artificial, aprendizaje automático y procesamiento natural del lenguaje, demandan el desarrollo de nuevos marcos de digitalización para procesar y analizar los diferentes documentos, esquemas y planos técnicos, de forma que se pueda mejorar las prácticas comerciales como el inventario, gestión de activos, análisis de riesgos y otros tipos de aplicaciones. De este modo, varios autores realizan diferentes aproximaciones que van desde la detección, reconocimiento, clasificación y representación de símbolos en documentos técnicos¹²; hasta la conversión de planos mecánicos a reconstrucciones en 3D mediante CAD¹³, incluyendo modelos de aprendizaje automático para la validación de diseños CAD¹⁴.

Ahondando con más detalle en las técnicas y tecnologías de visión artificial empleadas para la detección y clasificación de símbolos y texto en el ámbito industrial, encontramos algoritmos de procesamiento de imagen avanzado, provenientes del aprendizaje profundo o *Deep Learning (DL)* como las **redes neuronales convolucionales (CNN)**, que han demostrado solventar algunos de los retos de visión más inherentes como las oclusiones, orientación de los objetos o condiciones de luz, entre otros¹⁵; o las **redes generativas antagónicas (GAN)** que se emplean sobre todo para la resolución de uno de los problemas más comunes en la representación de planos de la industria¹⁶. A pesar de estos avances, la mayoría de las soluciones existentes siguen un enfoque tradicional de procesamiento

de imágenes, lo que requiere una amplia extracción de características cuidadosamente diseñadas.

Algunos estudios¹⁷ proponen soluciones concretas a parte de estos problemas a

SmartLEAN profundiza en las tecnologías de redes neuronales convolucionales y en técnicas de OCR

través de, por ejemplo, la separación de texto y símbolos mediante heurísticos o la localización de símbolos en el esquema mediante bosques aleatorios (RF), consiguiendo hasta un 95% de precisión. Sin embargo, a pesar de los grandes avances de la visión artificial para la detección y discriminación de objetos y símbolos, así como en los progresos en el ámbito del procesamiento natural del lenguaje, existe una clara brecha entre el estado actual de la visión artificial y la escasa tecnificación en diferentes dominios de aplicación dentro de la industria¹⁸.

¹⁸Moreno-García, C. F., Elyan, E., & Jayne, C. (2019). New trends on digitisation of complex engineering drawings. *Neural Computing and Applications*, 31(6), 1695–1712. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3583-1>

4.3. Cloud Computing basado en aprendizaje automático

La computación en nube (CC, de sus siglas del inglés *Cloud Computing*) permite la accesibilidad bajo demanda de los recursos de los usuarios finales, especialmente el almacenamiento de información y la capacidad de procesamiento sin una organización especial directa por parte del cliente¹⁹. Las diversas ventajas del proveedor de servicios en la nube incluyen la rentabilidad y la eficiencia de su trabajo. Hoy en día los usuarios no necesitan construir su propia infraestructura para empezar a trabajar, de hecho, con la ayuda de estos proveedores de servicios en la nube pueden obtener los servicios fácilmente. IaaS (Infraestructura como servicio), SaaS (Software como servicio) o PaaS (Plataforma como servicio) son ejemplos de proveedores de servicios en la nube²⁰.



El desarrollo de modelos de machine learning (ML) más sofisticados implementados sobre un gran volumen de datos se ha logrado gracias a los servicios que permiten emplear fácilmente vastos recursos computacionales para entrenar

modelos de ML en grandes conjuntos de datos²¹. Por ello, la principal exigencia para la preparación y el despliegue de las aplicaciones de ML sobre una plataforma Cloud es la potencia de cálculo²². Actualmente, los servicios de CC más utilizados y maduros en este sentido son Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure (MA), Google Cloud (GC) e IBM Cloud. Estas plataformas suelen disponer de una gran variedad de productos ya desarrollados con los que aplicar técnicas de ML de forma muy directa. Así, se puede definir el concepto de Machine Learning As A Service (MLaaS), que engloba este tipo de servicios de CC que ya permiten implementar un modelo de ML de principio a fin de forma muy directa en la nube. Estas plataformas disponen de diferentes servicios de ML enfocados a

aplicaciones concretas como la predicción (Amazon Forecast, IBM Watson Studio), procesamiento natural del lenguaje (Amazon Translate, Watson Natural Language understanding, GC Natural Language) o para visión artificial y Deep Learning (AWS

¹⁹Yun Lim, S., Mat Kiah, M. L., Fong Ang, T., & Darul Ehsan, S. (n.d.). Security Issues and Future Challenges of Cloud Service Authentication. In Acta Polytechnica Hungarica (Vol. 14, Issue 2).

²⁰Gessert, F., Wingerath, W., & Ritter, N. (2020). Latency in Cloud-Based Applications. In Fast and Scalable Cloud Data Management (pp. 13–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43506-6_2

²¹Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Irving, G., Isard, M. & others (2016). TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning.. OSDI (p/pp. 265–283).

²²Schmitt, J., Bönig, J., Borggräfe, T., Beiting, G., & Deuse, J. (2020). Predictive model-based quality inspection using Machine Learning and Edge Cloud Computing. Advanced Engineering Informatics, 45. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101101>

Deep Learning AMI's, GC Cloud Vision).

Más allá de las características y servicios que ofrecen estas plataformas, es importante destacar algunos de los algoritmos y aplicaciones de ML sobre CC encontrados a través de la VT realizada en el sector industrial.

Por un lado, encontramos modelos de aprendizaje automático comunes como las **redes neuronales artificiales (ANN)**, las máquinas de vector soporte (SVM) o los árboles de decisión (DT). Principalmente, estos métodos se han empleado en un amplio rango de aplicaciones relacionadas con la calidad de los procesos en diferentes industrias tanto para resolver problemas de calidad de impresión de plantillas de pasta de soldadura²³ o mejorar la calidad de procesos industriales²⁴, como para la detección de piezas defectuosas y desarrollo de sistemas de metrología

virtual²⁵. Se utilizan incluso para la detección de aplicaciones que requieran una visión del procedimiento general²⁶.

Por otro lado, se pueden encontrar otro tipo de modelos más avanzadas, provenientes del aprendizaje profundo (DL), como las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes neuronales recurrentes (RNN) con el método de LSTM (*Long Short-Term Memory*), los autocodificadores (AE) o las máquinas restrictivas de Boltzman (RBM). Estos modelos han sido aplicados por la industria para resolver los problemas de diferente índole, que van desde el análisis de diagnóstico para la evaluación de fallos, un proceso crucial para la implementación y control de fabricación inteligente²⁷, hasta el análisis predictivo para el pronóstico de defectos para determinar el estado de los sistemas en servicio para predecir cuándo debe realizarse el mantenimiento²⁸.

	Amazon ML y Sage Maker	Plataforma IA Microsoft Azure	Plataforma IA Google	IBM Watson ML
Clasificación	✓	✓	✓	✓
Regresión	✓	✓	✓	✓
Clustering	✓	✓	✓	✗
Detección de anomalías	✓	✓	✗	✗
Recomendación	✓	✓	✓	✗
Ranking	✓	✓	✗	✗
Etiquetado de datos	✓	✓		
Apoyo de línea de producción con ML	✓	✓	✓	✓
Algoritmos incorporados	✓	✓	✓	✗
Frameworks soportados	TensorFlow, MXNet, Keras, Gluon, Pytorch, Caffe2, Chainer, Torch	TensorFlow, scikit-learn, PyTorch, MS Cognitive Toolkit, Spark ML	TensorFlow, scikit- learn, XGBoost, Keras	TensorFlow, Keras, Spark MLlib, scikit-learn, XGBoost, PyTorch, IBM SPSS, PMLL

Comparación de Servicios ML en servicios Cloud ²⁹

²³Yang, T., Tsai, T. N., & Yeh, J. (2005). A neural network-based prediction model for fine pitch stencil-printing quality in surface mount assembly. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 18(3), 335-341.

²⁴Shi, X., Schillings, P., & Boyd, D. (2004). Applying artificial neural networks and virtual experimental design to quality improvement of two industrial processes. *International Journal of Production Research*, 42(1), 101-118.

²⁵Kim, D., Kang, P., Cho, S., Lee, H. J., & Doh, S. (2012). Machine learning-based novelty detection for faulty wafer detection in semiconductor manufacturing. *Expert Systems with Applications*, 39(4), 4075-4083.

²⁶Lee, I., & Shin, Y. J. (2020). Machine learning for enterprises: Applications, algorithm selection, and challenges. *Business Horizons*, 63(2), 157-170.

²⁷Wang, L., Jiang, D., & O'Regan, D. (2016). The periodic solutions of a stochastic chemostat model with periodic washout rate. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 37, 1-13.

²⁸Zhao, R., Wang, D., Yan, R., Mao, K., Shen, F., & Wang, J. (2017). Machine health monitoring using local feature-based gated recurrent unit networks. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(2), 1539-1548.

4.4. Modelos digitales

La **maqueta digital** es un concepto empleado desde hace décadas en diferentes sectores como la arquitectura y la industria. En pocas palabras, se trata de una representación digital de un activo (posiblemente inmaterial) que puede incluir una descripción más o menos detallada del mismo, indicando dimensiones, relación de componentes que lo conforman, materiales que lo componen, detalles constructivos o incluso propiedades físicas básicas en simulación (masa, densidad, momentos de inercia, centros de gravedad...).

Gracias a las nuevas tecnologías digitales ya es posible conectar esas maquetas digitales con el activo real que representan estableciéndose un flujo de datos entre los mismos. Dentro de este paradigma cabe destacar el concepto de “sombra digital”³⁰, que en esencia es una maqueta digital que se adapta de manera automática al estado del activo físico que representa mediante la información trasladada desde el activo real a la maqueta. Por otro lado, encontramos el concepto de “gemelo digital”³¹, en el que el flujo de datos es bidireccional añadiendo a la sombra digital la capacidad de actuar y modificar el activo físico actuando directamente sobre la maqueta digital. En relación con lo anterior, el **BIM** (Building Information Modelling) es un innovador método de trabajo basado en un entorno colaborativo, que se está abriendo paso principalmente en el sector de la arquitectura y la construcción y comparte algunas de las funcionalidades de los conceptos antes citados. Todos estos conceptos son susceptibles de



Maqueta digital según alcance y aplicación²⁹

ser simulados de diferentes maneras, así como de ser integrados en otros softwares para sacar el máximo partido al modelo digital del activo real.

Sin embargo, antes de afrontar la creación de un modelo digital inteligente y conectado al mundo real, en la mayoría de los casos es necesaria la creación de la mencionada maqueta digital. Para ello, existen diversos métodos, entre los que destacan los siguientes:

- **Mediante software de diseño.** Las maquetas digitales están altamente relacionadas con el CAD y el CAE, herramientas empleadas por ingenieros, arquitectos, proyectistas y diseñadores para el diseño y simulación de todo tipo de elementos, desde un avión de alta complejidad técnica y tecnología a un producto de uso cotidiano, pasando por una fábrica o un edificio. Ya sea desde cero, en el proceso de diseño o partiendo de planos, es posible realizar una representación 3D de gran detalle del objeto que se quiera representar. No obstante, hay que te-

²⁹Comparing ML as a Service (MLaaS): Amazon AWS, IBM Watson, MS Azure | AltexSoft. (n.d.). Retrieved May 11, 2021, from <https://www.altexsoft.com/blog/datascience/comparing-machine-learning-as-a-service-amazon-microsoft-azure-google-cloud-ai-ibm-watson/>

³⁰Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. IFAC-PapersOnLine, 51(11), 1016–1022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474>

³¹Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. IFAC-PapersOnLine, 51(11), 1016–1022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474>

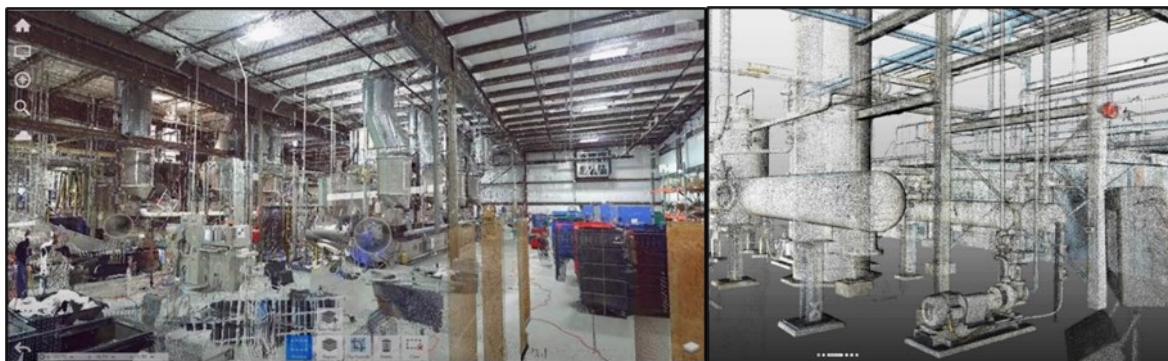
ner en cuenta que a la hora de modelar un objeto ya existente partiendo de planos, pueden existir desviaciones entre la realidad y la maqueta resultante debido a inexactitudes en los planos o a modificaciones realizadas a posteriori en el objeto.

- Mediante escaneado y postprocesado posterior. Este método es solo aplicable para representar un elemento ya existente. Se basa en técnicas como la fotogrametría y escaneado laser, con las que es posible obtener una nube de puntos en las tres dimensiones del espacio (denotadas en este documento por X, Y, y Z) que definan la geometría de elementos a modelar. Para conseguir dicha nube de puntos es posible emplear dispositivos como drones (fotogrametría área) y escáneres laser de alta precisión, empleando metodologías de trabajo diferentes en cada caso. Mediante diversos softwares se procesan dichos puntos para generar la geometría del objeto, con una mayor o menor intervención del técnico en función de la complejidad de los puntos y el ruido existente en la nube. Estos sistemas son ideales para generar una maqueta digital de elementos complejos existentes de los cuales no existe documentación o información suficiente para su modelado mediante CAD (o programa similar) o cuya complejidad hacen inviable dicha opción, como puede ser la realización de una maqueta de una planta de grandes

dimensiones y de todos los elementos en ella (máquinas, conducciones, cuadros eléctricos, cableado, estaciones de trabajo, etc.)

- Combinación de las anteriores. Este sistema emplea el diseño en software para ciertas partes del modelo y la nube de puntos en otra. Siguiendo con el ejemplo de la fábrica del punto anterior, puede ser más práctico realizar en software la disposición general de la planta (el edificio principal en sí) ya que no suelen haber grandes variaciones y luego emplear una nube de puntos para modelar todos los elementos en el interior que sí son susceptibles a variar o actualizar con el paso del tiempo. Además, algunos softwares de procesado de nubes de puntos permiten diseñar de manera similar al CAD sobre las nubes de puntos en caso necesario (p.e. si un elemento no queda fielmente representado por las nubes de puntos).

Una vez se dispone de una maqueta digital operativa y funcional (sin excesivo peso y costes de computerizado, debido a una alta complejidad de las superficies que lo conforman o a un elevado número de puntos) es posible comenzar con el proceso de integrar dicha maqueta con otros sistemas que incluyan desde la simulación y rediseño hasta la representación gráfica de eventos.



Imágenes de ejemplo donde se muestra nubes de puntos para el modelado de maquetas digitales en planta

4.5. Nivel de innovación en el sector

Nivel internacional

Dada su estrecha relación con la digitalización de procesos industriales, el presente proyecto está profundamente alineado con las últimas tendencias y líneas de investigación impulsadas a nivel europeo en materia de transformación digital, ciencia de datos (inteligencia artificial) y computación (Cloud Computing), así como desarrollo de gemelos digitales.

La Comisión Europea (CE) está preparando nuevas líneas de investigación H2021-2022 que contemplan investigaciones, soluciones y retos alineados con el uso de tecnologías 4.0 para la mejora de procesos industriales entre los que destacan:

- HORIZON-CL4-2022/2022-TWIN- RAN- SITION. Establece la transformación digital referida a gemelos digitales como medio para alcanzar modelos productivos y economías sostenibles en relación con el objetivo europeo de ser climáticamente neutros en 2050.
- HORIZON-CL4-2021/2022-DATA. A grandes rasgos se centra en sistemas de computación, gestión y ciencia de datos.

Así mismo, en la pasada década se ha realizado un esfuerzo a nivel europeo considerable para impulsar diversas iniciativas que incrementen el papel de las tecnologías digitales en los diversos sectores industria-

les. Prueba de ellos son los numerosos proyectos financiados en ese sentido entre los que destacan I4MS³² (ICT Innovation for Manufacturing SMEs), European Digital SME Alliance³³, Change2Twin³⁴, DIMOFAC³⁵ o QU4LITY³⁶. Destacar además la creación de numerosos Digital Innovation Hubs (DIHs) en los diferentes países miembros los cuales actúan como espacios donde promover las tecnologías en PYMEs europeas.

Destaca la estrecha relación de este proyecto con grandes proyectos europeos financiados por la CE en materia de objetivos, retos y tecnologías y ámbito de aplicación (sobre todo PYMES tales como IoTwins, EdgeTwins, DIGITbrain, CloudiFacturing o ARTWIN entre otros).

Todo lo expuesto pone de manifiesto la relevancia de proyectos como SmartLEAN para ir más allá en la implementación de soluciones digitales y la transformación digital orientada a la mejora de la competitividad y sostenibilidad de las empresas, en especial las PYMES.

Siguiendo la tendencia europea, a nivel estatal se han desarrollado diversas iniciativas que promueven la implementación de tecnologías digitales en los sectores de la industria a fin de no perder competitividad respecto al resto de estados miembros de la unión.

³²Web disponible en: <https://i4ms.eu/>

³³Web disponible en: <https://www.digitalsme.eu/about/european-digital-sme-alliance/>

³⁴Web disponible en: <https://www.change2twin.eu/dih/>

³⁵Web disponible en: <https://dimofac.eu/>

³⁶Web disponible en: <https://qu4lity-project.eu/>

³⁷Web disponible en: <https://www.iotwins.eu/>

³⁸Web disponible en: <https://edgetwins.eu/>

³⁹Web disponible en: <https://digitbrain.eu/>

⁴⁰Web disponible en: <https://www.cloudifacturing.eu/>

⁴¹Web disponible en: <https://artwin-project.eu/>

Nivel nacional

Una de las estrategias más destacables implementadas para impulsar la transformación es “Industria Conectada 4.0” creada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de España. El objetivo de esta iniciativa es impulsar la transformación digital de la industria española mediante la actuación conjunta y coordinada del sector público y privado de todas las empresas. Para ello ha lanzado una serie de programas de apoyo a fin de superar los retos que plantea la digitalización, así como genera oportunidades para el sector industrial que deberá adaptar sus procesos, productos y modelos de negocio.

España, además, ha establecido líneas de cooperación a fin de compartir lecciones aprendidas y buenas prácticas en proyectos de digitalización con otros países de la unión. Por otro lado, cabe destacar que, al igual que ocurre en el resto de los países de la UE, en España se han asentado una serie de DIHs con el objetivo de impulsar la transformación digital de las empresas españolas.



Nivel regional

En cuanto a la Región de Murcia (RM), los esfuerzos por impulsar la transformación digital de las empresas no son menos destacables.

La estrategia MurciaIndustria 4.0⁴³ impulsada por la Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente de la Región de Murcia, pretende el desarrollo por parte de las PYMES industriales de la Región de proyectos de carácter tecnológico, con el objetivo de establecer una clara mejora competitiva, que consistan en la introducción efectiva de las tecnologías digitales en la industria.

En ese sentido, MurciaIndustria 4.0 propone una serie de ayudas que faciliten alcanzar ese objetivo, además, presenta un catálogo de habilitadores 4.0 con el objetivo de poner en contacto empresas innovadoras y expertas en tecnologías digitales con aquellas empresas con interés en sus servicios.

Si nos referimos a los ejes de dicha estrategia, el presente proyecto está especialmente alineado con los siguientes:

- Línea 03. Transformación digital.
- Línea 05. Mejora del entorno productivo.

Conviene mencionar el interés por universidades como la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) donde se están implementando masters específicos de industria 4.0 para aumentar la capacitación de los nuevos profesionales y la creación de un DIHs murciano llamado I4MSouth⁴⁴ dedicado a impulsar la transformación digital en la región.

⁴³Web disponible en: <http://www.murciaindustria40.es/murciaindustria40-app/>

⁴⁴Web disponible en: <https://i4msouth.fundingbox.com>

5. Tendencias

5.1. Literatura científica

Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach

Autor: Garzoni, Antonello; De Turi, Ivano; Secundo, Giustina; Del Vecchio, Pasquale

Publicado en: Management Decision, ahead-of-print(ahead-of-print), doi:10.1108/md-07-2019-0939.



Abstract: Purpose – The purpose of this paper is to analyse how digital technologies trigger changes in the business process of manufacturing small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Apulia Region (South Italy). As SMEs play an essential role in the process value creation of industries and countries, the article examines the enablers of Industry 4.0 in a regional contexts characterized by delay in research and development and innovation performances where the companies' competitiveness is based on limited knowledge and technological assets. Design/methodology/approach – The case study of Smart District 4.0, an ongoing project aimed to promote the digitalization of SMEs operating in the Agri–Food, Clothing–Footwear and Mechanics– Mechatronics in the Apulia Region (South Italy) is analysed. The project has been financed by the Italian Ministry of Economic Development with the final aim to sustain the digital transformation of

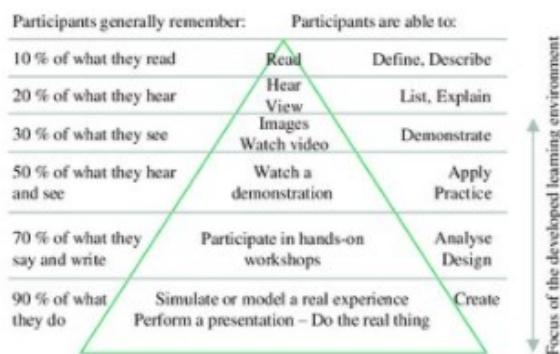
SMEs in South Italy. Findings – The results introduce a four levels approach of engagement of SMEs in the adoption of digital technologies, namely, digital awareness, digital enquirement, digital collaboration and digital transformation. Furthermore, for each level of engagement the study describes and discusses some relevant variables that could be used by managers and entrepreneurs to assess the level of readiness for utilization of digital technologies and how to digitalize some processes. Practical implications – Practical implications regard the definition of a roadmap useful to assess and manage the level of digital transformation of SMEs. Limitations of the study regarding the temporal dimension of the evidences associated to the Smart District 4.0 as well as to the regional context was analysed. Originality/value – Originality resides in the definition of a roadmap for the digital transformation of SMEs in a region where the profile of companies' digital maturity is still low.

The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems

Autor: Thomas H.-J. Uhlemanna, Christoph Schocka, Christian Lehmann, Stefan Freibergera, Rolf Steinhilpera

Publicado en: 7th Conference on Learning Factories, CLF 2017 doi:10.1016/j.promfg.2017.04.043

Abstract: The acquisition of data and the development of different options in production system and factory planning requires up to 2/3rds of the total needed time resources. The digitization of production systems offers the possibility of automated data acquisition. Nevertheless, approaches concerning fully automated data acquisition systems are not widely spread among SME (small and medium sized enterprises). On the one hand, this is caused by the het-



erogeneous databases, on the other hand by insufficient data processing systems. Furthermore, the advantages of The Digital Twin are not sufficiently known due to the lack of competence in SME concerning matters of Industry 4.0. In order to transfer knowledge about the benefits of digitalization, the development of demonstrating platforms is crucial. This paper introduces a learning factory based concept to demonstrate the potentials and advantages of real time data acquisition and subsequent simulation based data processing. Therefore, an existing learning factory will be upgraded

regarding both, multi-modal data acquisition technologies as well as a locally independent optimization environment. Thereby the requirements of SME concerning flexible, easy to use, scalable and service oriented digitization applications are met. The approach is part of a concept for the realization of a Cyber Physical Production System (CPPS) in SME that ensures the development of an image of the production with the aid of a multi-modal data acquisition.

Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification (Fraunhofer Austria Research group, Vienna)

Autor: Kritzinger, Werner; Karner, Matthias; Traar, Georg; Henjes, Jan; Sihn, Wilfried (2018).

Publicado en: IFAC-PapersOnLine, 51(11), 1016–1022. doi:10.1016/j.ifacol.2018.08.474

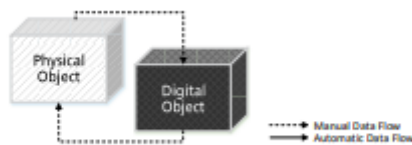
Abstract: The Digital Twin (DT) is commonly known as a key enabler for the digital transformation, however, in literature is no common understanding concerning this term. It is used slightly different over the disparate disciplines. The aim of this paper is to provide a categorical literature review of the DT in manufacturing and to classify existing publication according to their level of integration of the DT. Therefore, it is distinct between Digital Model (DM), Digital Shadow (DS) and Digital Twin. The results are showing, that literature concerning the highest development stage. The DT, is scarce, whilst there is more literature about DM and DS.



Industrial Internet of Things in the production environment of a Shipyard 4.0

Autor: Munín-Doce, A.; Díaz-Casás, V.; Trueba, P.; Ferreno-González, S.; Vilar-Montesinos, M.

Publicado en: International Journal of Advanced Manufacturing Technology. doi:10.1007/s00170-020-05229-6



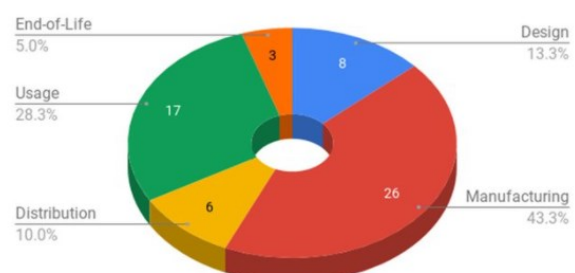
Abstract: Nowadays, we are already involved in the Fourth Industrial Revolution, known as Industry 4.0. Inside this paradigm, IoT is one of fundamental technologies that allows the integration of physical and virtual systems. The important role of the IoT is based on its potential to offer different solutions for the operational of existing industrial system, in order to transform them in digital environments. Following this idea, a proof of concept is presented, applying IIoT (Industrial Internet of Things) in a shipyard. This technology is used as a key enabler to achieved a connected and advanced manufacturing with the aim of improve efficiency in a specific workshop inside the shipyard. This first approach to the transformation of conventional shipyard in a smart factory comprises two parts: the communication between the information systems and the connection with physical devices. The goal is to solve the challenges that arise with the implementation of IIoT and to provide a useful decision tool to operators and managers of the workshop.

A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives

Autor Kendrik Yan Hong Lim, Pai Zheng, Chun-Hsien Chen

Publicado en: Journal of Intelligent Manufacturing doi: 10.1007/s10845-019-01512-w

Abstract: With the rapid advancement of cyber-physical systems, Digital Twin (DT) is gaining ever-increasing attention owing to its great capabilities to realize Industry 4.0. Enterprises from different fields are taking advantage of its ability to simulate realtime working conditions and perform intelligent decision-making, where a cost-effective solution can be readily delivered to meet individual stakeholder demands. As a hot topic, many approaches have been designed and implemented to date. However, most approaches today lack a comprehensive review to examine DT benefits by considering both engineering product lifecycle management and business innovation as a whole. To fill this gap, this work conducts a state-of-the-art survey of DT by selecting 123 representative items together with 22 supplementary works to address those two perspectives, while considering technical aspects as a fundamental. The systematic review further identifies eight future perspectives for DT, including modular DT, modeling consistency and accuracy, incorporation of Big Data analytics in DT models, DT simulation improvements, VR integration into DT, expansion of DT domains, efficient mapping of cyber-physical data and cloud/edge computing integration. This work sets out to be a guide to the status of DT devel-

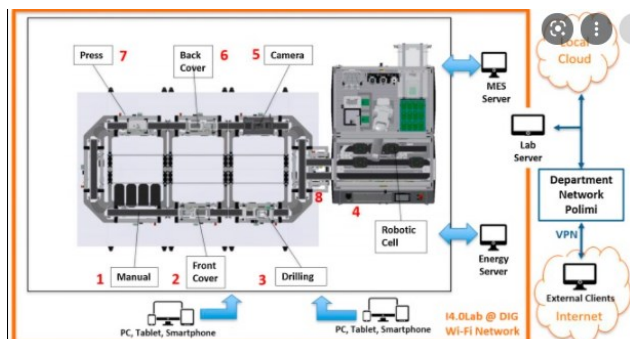


opment and application in today's academic and industrial environment.

Review of digital twin applications in manufacturing

Autor: Cimino, Chiara; Negri, Elisa; Fumagalli, Luca

Publicado en: Computers in Industry, 1130, 103130–. doi:10.1016/j.compind.2019.103130



Abstract: In the Industry 4.0 era, the Digital Twin (DT), virtual copies of the system that are able to interact with the physical counterparts in a bi-directional way, seem to be promising enablers to replicate production systems in real time and analyse them. A DT should be capable to guarantee well-defined services to support various activities such as monitoring, maintenance, management, optimization and safety. Through an analysis of the current picture of manufacturing and a literature review about the already existing DT environment, this paper identifies what is still missing in the implemented DT to be compliant to their description in literature. Particular focuses of this paper are the degree of integration of the proposed DT with the control of the physical system, in particular with the Manufacturing Execution Systems (MES) when the production system is based on the Automation Pyramid, and the services offered from these environments, comparing them to the reference ones. This paper also proposes a practical implementation of a DT in a MES equipped assembly laboratory line of the School of Management of the Politecnico di Milano. The application has been created to pose the basis to overcome the

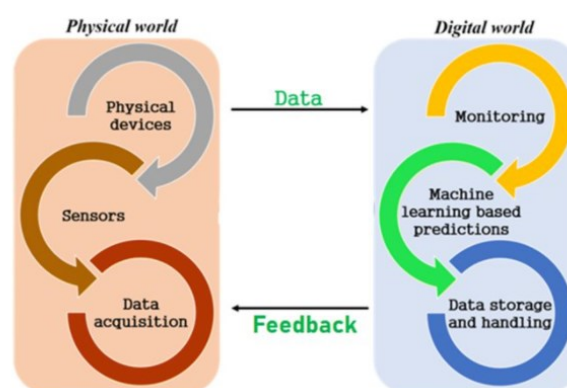
missing implementation aspects found in literature. In such a way, the developed DT paves the way for future research to close the loop between the MES and the DT taking into consideration the number of services that a DT could offer in a single environment.

Digital twin: current scenario and a case study on a manufacturing process

Autor: Rohan Basu Roy, Debasish Mishra, Surjya K. Pal, Tapas Chakravarty, Satanik Panda, M. Girish Chandra⁴, Arpan Pal, Prateep Misra⁴, Debashish Chakravarty, Sudip Misra⁶

Publicado en: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. doi:10.1007/s00170-020-05306-w

Abstract: In the current scenario, industries need to have continuous improvement in their manufacturing processes. Digital twin (DT), a virtual representation of a physical entity, serves this purpose. It aims to bridge the prevailing gap between the design and manufacturing stages of a product by effective flow of information. This article aims to create a state-of-the-art review on various DTs with their application areas. The article also includes schematic representations of some of the DTs proposed in various fields. The concept is also represented by a case study based on a DT model developed for an advanced manufacturing process named friction stir welding. Towards the end, a

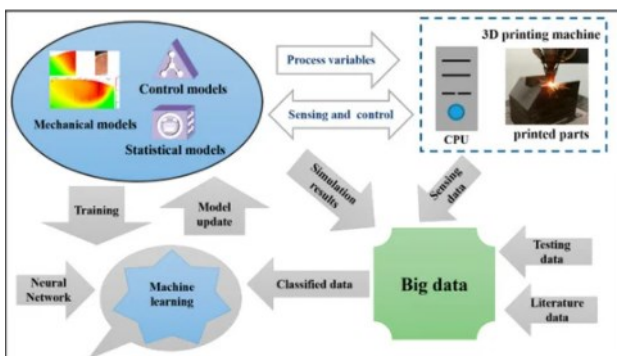


model for implementing DT in a factory has been proposed.

Digital Twins for Additive Manufacturing: A State-of-the-Art Review

Autor: Li Zhang, Xiaoqi Chen, Wei Zhou, Taobo Cheng, Lijia Chen, Zhen Guo, Bing Han and Longxing Lu.

Publicado en: Appl. Sci. 2020, 10(23), 8350; <https://doi.org/10.3390/app10238350>



Abstract: With the development of Industry 4.0, additive manufacturing will be widely used to produce customized components. However, it is rather time-consuming and expensive to produce components with sound structure and good mechanical properties using additive manufacturing by a trial-and-error approach. To obtain optimal process conditions, numerous experiments are needed to optimize the process variables within given machines and processes. Digital twins (DT) are defined as a digital representation of a production system or service or just an active unique product characterized by certain properties or conditions. They are the potential solution to assist in overcoming many issues in additive manufacturing, in order to improve part quality and shorten the time to qualify products. The DT system could be very helpful to understand, analyse and improve the product, service system or production.

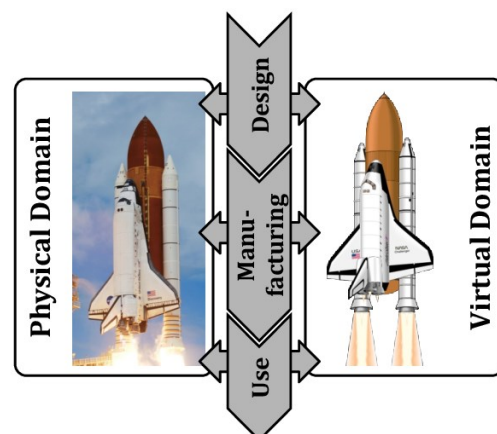
However, the development of genuine DT is still impeded due to lots of factors, such as the lack of a thorough understanding of the DT concept, framework, and development methods. Moreover, the linkage between existing brownfield systems and their data are under development. This paper aims to summarize the current status and issues in DT for additive manufacturing, in order to provide more references for subsequent research on DT systems.

Shaping the digital twin for design and production engineering

Autor: Benjamin Schleicha, Nabil Answer, Luc Mathieu, Sandro Wartzacka

Publicado en: CIRP Annals, 66(1) 141,144 (2017). doi: [10.1016/j.cirp.2017.04.040](https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.040)

Abstract: The digitalization of manufacturing fuels the application of sophisticated virtual product models, which are referred to as digital twins, throughout all stages of product realization. Particularly, more realistic virtual models of manufactured products are essential to bridge the gap between design and manufacturing and to mirror the real and virtual worlds. In this paper, we propose a comprehensive reference model based on the concept of Skin Model Shapes, which serves as a digital twin of the physical product in design and manufacturing. In this regard, model conceptualization, representation, and implementation as well as applications along the product

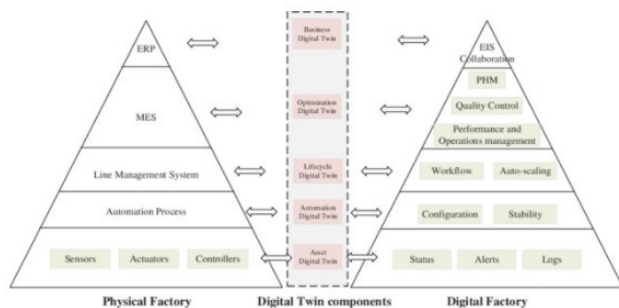


life-cycle are addressed.

The modelling and operations for the digital twin in the context of manufacturing

Autor: Bao, Jinsong; Guo, Dongsheng; Li, Jie; Zhang, Jie

Publicado en: Enterprise Information Systems, (), 1–23. doi:10.1080/17517575.2018.



Abstract: The lack of effective methods to develop the product, process and operation models based on virtual and physical convergence leads to the poor performance on intelligence, real-time capability and predictability in production management. This paper proposes an approach of modelling and operations for the digital twin in the context of manufacturing. Firstly, the concept and extension of the digital twin in the manufacturing context are elaborated to provide the implementation methods of virtual-physical convergence and information integration for a factory. Secondly, the modelling approaches of product digital twins, process digital twins and operation digital twins are presented, then the interoperation mode between these digital twins are explained. Thirdly, to elaborate how to execute operations between product, process and resource, Automation Markup Language (AutomationML) is used for modelling a structural parts machining cell. Finally, the performance evaluation is provided to demonstrate the improvement

of production efficiency by using the proposed approach.

The impact of industry 4.0 on the competitiveness of SMES

Autor: DI Bojan Jovanovski, MSc1; Denitsa Seykova2; Admira Boshnyaku2; DI Clemens Fischer.

Publicado en: INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "INDUSTRY 4.0" YEAR IV, ISSUE 5, P.P. 250-255 (2019) ISSN 2534-997X

Abstract: The small and medium sized enterprises (SMEs) are the foundation of the growth of most European economies. Although increasing of their competitiveness is high on the agendas of the policy makers, the business support organisations, and the entrepreneurs and managers themselves, there is still lack of relevant discussion regarding the SMEs' development through implementation of Industry 4.0 principles. The conducted analysis has also noted a difference in the relevant literature for the definition of the I4.0 and its scope. Based on this we find it necessary to propose definition which clearly explains the objectives of I4.0 and defines its scope. Furthermore, this paper presents potential opportunities for and implemented impact of I4.0 on SMEs with insight in the developments in Bulgaria. The analysis presents the benefits from and the obstacles for implementation of Industry 4.0. Such transformation raises critical discussion for the influence over the workers' education and skills, and the product lifecycles. This paper also examines the role of the governments as enabler of SMEs in the implementation process.

International Business in the Information and Digital Age

Autor: van Tulder, Rob; Verbeke, Alain; Piscitello, Lucia

Publicado en: Progress in International Business Research] Volume 13 || Chapter 2 International Production and the Digital Economy. 10.1108/S1745-88622018130, 39–64. doi:10.1108/S1745-886220180000013003.

Abstract: Digitalisation has become a central theme in the current economic and policy debate. Large digital and tech multinational enterprises (MNEs) are gaining an outsized role in the global economy. Also, the adoption of advanced digital technologies across all industries is fundamentally changing production processes. Both these (interrelated) phenomena have profound implications for economic structures, employment, inequality and development and industrialisation opportunities. This chapter analyses the international production and investment (i.e., foreign direct investment [FDI]) implications of the digital economy. First, it empirically documents significant differences in internationalisation patterns between the largest digital MNEs and traditional MNEs; particularly, the tendency of digital MNEs to exhibit an asset-light international footprint. Second, it argues that the powerful transformational forces related to digital adoption and the new industrial revolution have the potential to change international production more broadly, favouring a shift towards internationalisation models characterised by decentralised production, accelerated servicification and extended disintermediation. The chapter concludes with investment policy implications and a number of questions for future research.

6th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS) - Adoption of Agile Software Methodology Among the SMEs Developing an IOT Applications

Autor: Jusoh, Yusmadi Yah; Abdullah, Salfarina; Ali, Ismail Mohamed; Noh, Mohamad Hazim Mat; Mazlan, Muhammad Hanif; Bouh, Cheikh Sad; Sheng, Tan Zhong.

Publicado en: 6th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS) 2019. , (), 1–6. doi:10.1109/ICRIIS48246.2019.9073678.

Abstract: Agile software methodology framework has been used frequently in the software development industry especially among the small medium (SME) companies. In this paper, we conducted a case study among the four selected SME companies that have been developing the Internet of Things application (IoT) as their business core. The results found that all the companies under study are using extreme programming (XP), Dynamic System Development Methodology (DSDM), Feature Driven Development (FDD) and Lean as chosen development methodology. However, the most used agile methodology framework is the Scrum techniques. The study shows that companies applied Agile SDM. This is because, the Agile SDM help the software developer teams to organize their task efficiently, and able to make frequent delivery to their stakeholders and users.

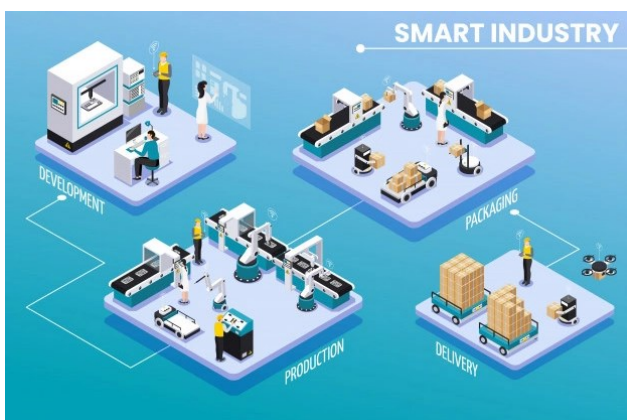
Adoption of Digital Technologies of Smart Manufacturing in SMEs

Autor: Ghobakhloo, Morteza; Ching, Ng Tan

Publicado en: Journal of Industrial Information Integration, (), 100107. doi:10.1016/j.jii.2019.100107

Abstract: The Fourth Industrial Revolution- commonly referred to as Industry 4.0-with

smart manufacturing currently on its forefront has arrived. The manufacturing industry is evolving and manufacturers of all sizes, worldwide, need to evolve too. In order not to be left behind from early adopters, Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) integrate modern Smart Manufacturing-related Information and Digital Technologies (SMIDT) such as artificial intelligence with their business operations to enable smart manufacturing. The present study is concerned with identifying the determinants of SMIDT adoption within manufacturing SMEs. The study benefits from a cross-sectional survey to capture the opinions of Malaysian and Iranian participating SMEs. Results indicate that a collection of technological, organizational, and environmental factors determine SMEs decision for SMIDT adoption. The study further explores how various combinations of identified determinants have influenced the implementation of 13 individual SMIDT among SMEs. Theoretical contribution and managerial implications of this research are discussed which are believed to offer valuable insights to academicians, executives, and policymakers.



The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0

Autor: Moeuf, Alexandre; Pellerin, Robert; Lamouri, Samir; Tamayo-Giraldo, Simon; Barbaray, Rodolphe

Publicado en: International Journal of Production Research, (), 1–19.
doi:10.1080/00207543.2017.1372647

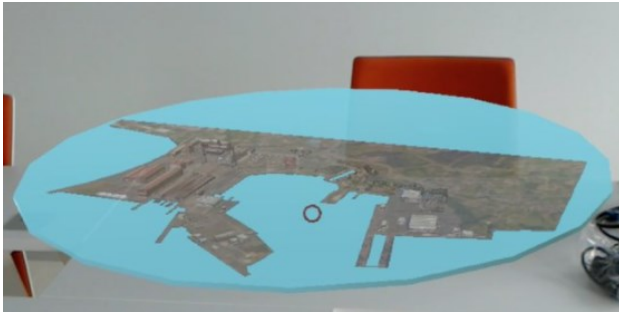


Abstract: Industry 4.0 provides new paradigms for the industrial management of SMEs. Supported by a growing number of new technologies, this concept appears more flexible and less expensive than traditional enterprise information systems such as ERP and MES. However, SMEs find themselves ill-equipped to face these new possibilities regarding their production planning and control functions. This paper presents a literature review of existing applied research covering different Industry 4.0 issues with regard to SMEs. Papers are classified according to a new framework which allows identification of the targeted performance objectives, the required managerial capacities and the selected group of technologies for each selected case. Our results show that SMEs do not exploit all the resources for implementing Industry 4.0 and often limit themselves to the adoption of Cloud Computing and the Internet of Things. Likewise, SMEs seem to have adopted Industry 4.0 concepts only for monitoring industrial processes and there is still absence of real applications in the field of production planning. Finally, our literature review shows that reported Industry 4.0 projects in SMEs remained cost-driven initiatives and there is still no evidence of real business model transformation at this time.

A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard

Autor: Óscar Blanco-Novó, Tiago M. Fernández-Caramés, Paula Fraga-Lamas and Miguel A. Vilar-montesinos

Publicado en: IEEE Access. Doi: 10.1109/ACCESS.2018.2802699



Abstract: The principles of the Industry 4.0 are guiding manufacturing companies toward more automated and computerized factories. Such principles are also applied in shipbuilding, which usually involves numerous complex processes whose automation will improve its efficiency and performance. Navantia, a company that has been building ships for 300 years, is modernizing its shipyards according to the Industry 4.0 principles with the help of the latest technologies. Augmented reality (AR), which when utilized in an industrial environment is called industrial AR (IAR), is one of such technologies, since it can be applied in numerous situations in order to provide useful and attractive interfaces that allow shipyard operators to obtain information on their tasks and to interact with certain elements that surround them. This article first reviews the state of the art on IAR applications for shipbuilding and smart manufacturing. Then, the most relevant IAR hardware and software tools are detailed, as well as the main use cases for the application of IAR in a shipyard. Next, it is described Navantia's IAR system, which is

based on a fog-computing architecture. Such a system is evaluated when making the use of three IAR devices (a smartphone, a tablet, and a pair of smart glasses), two AR software development kits (ARToolKit and Vuforia) and multiple IAR markers, with the objective of determining their performance in a shipyard workshop and inside a ship under construction. The results obtained show a remarkable performance differences among the different IAR tools and the impact of factors like lighting, pointing out the best combinations of markers, and hardware and software to be used depending on the characteristics of the shipyard scenario.

The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0

Autor: Moeuf, Alexandre; Pellerin, Robert; Lamouri, Samir; Tamayo-Giraldo, Simon; Barbaray, Rodolphe

Publicado en: International Journal of Production Research, (), 1–19. doi:10.1080/00207543.2017.1372647

Abstract: Industry 4.0 provides new paradigms for the industrial management of SMEs. Supported by a growing number of new technologies, this concept appears more flexible and less expensive than traditional enterprise information systems such as ERP and MES. However, SMEs find themselves ill-equipped to face these new possibilities regarding their production planning and control functions. This paper presents a literature review of existing applied research covering different Industry 4.0 issues with regard to SMEs. Papers are classified according to a new framework which allows identification of the targeted performance objectives, the required managerial capacities and the selected group of technologies for each selected case. Our results show that SMEs do not exploit all the re-

sources for implementing Industry 4.0 and often limit themselves to the adoption of Cloud Computing and the Internet of Things. Likewise, SMEs seem to have adopted Industry 4.0 concepts only for monitoring industrial processes and there is still absence of real applications in the field of production planning. Finally, our literature review shows that reported Industry 4.0 projects in SMEs remained cost-driven initiatives and there is still no evidence of real business model transformation at this time.

Smart Pipe System for a Shipyard 4.0

Autor: Paula Fraga-Lamas, Diego Noceda-Davila, Tiago M. Fernández-Caramés, Manuel A. Díaz-Bouza and Miguel Vilar-Montesinos

Publicado en: Sensors 2016, 16(12), 2186; <https://doi.org/10.3390/s16122186>

Abstract: As a result of the progressive implantation of the Industry 4.0 paradigm, many industries are experimenting a revolution that shipyards cannot ignore. Therefore, the application of the principles of Industry 4.0 to shipyards are leading to the creation of Shipyards 4.0. Due to this, Navantia, one of the 10 largest shipbuilders in the world, is updating its whole inner workings to keep up with the near-future challenges that a Shipyard 4.0 will have to face. Such challenges can be divided into three groups: the vertical integration of production systems, the horizontal integration of a new generation of value creation networks, and the re-engineering of the entire production chain, making changes that affect the entire life cycle of each piece of a ship. Pipes, which exist in a huge number and varied typology on a ship, are one of the key pieces, and its monitoring constitutes a prospective cyber-physical system. Their improved identification, traceability, and indoor location, from production and

through their life, can enhance shipyard productivity and safety. In order to perform such tasks, this article first conducts a thorough analysis of the shipyard environment. From this analysis, the essential hardware and software technical requirements are determined. Next, the concept of smart pipe is presented and defined as an object able to transmit signals periodically that allows for providing enhanced services in a shipyard. In order to build a smart pipe system, different technologies are selected and evaluated, concluding that passive and active RFID (Radio Frequency Identification) are currently the most appropriate technologies to create it. Furthermore, some promising indoor positioning results obtained in a pipe workshop are presented, showing that multi-antenna algorithms and Kalman filtering can help to stabilize Received Signal Strength (RSS) and improve the overall accuracy of the system.

Digital twins for the maritime sector

Autor: Mikael Lind, Hanane Becha, Richard T. Watson, Norbert Kouwenhoven, Phanthan Zuesongdham and Ulrich Baldauf

Publicado en: Smart Maritime Network. doi: [10.13140/RG.2.2.27690.24006](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27690.24006)

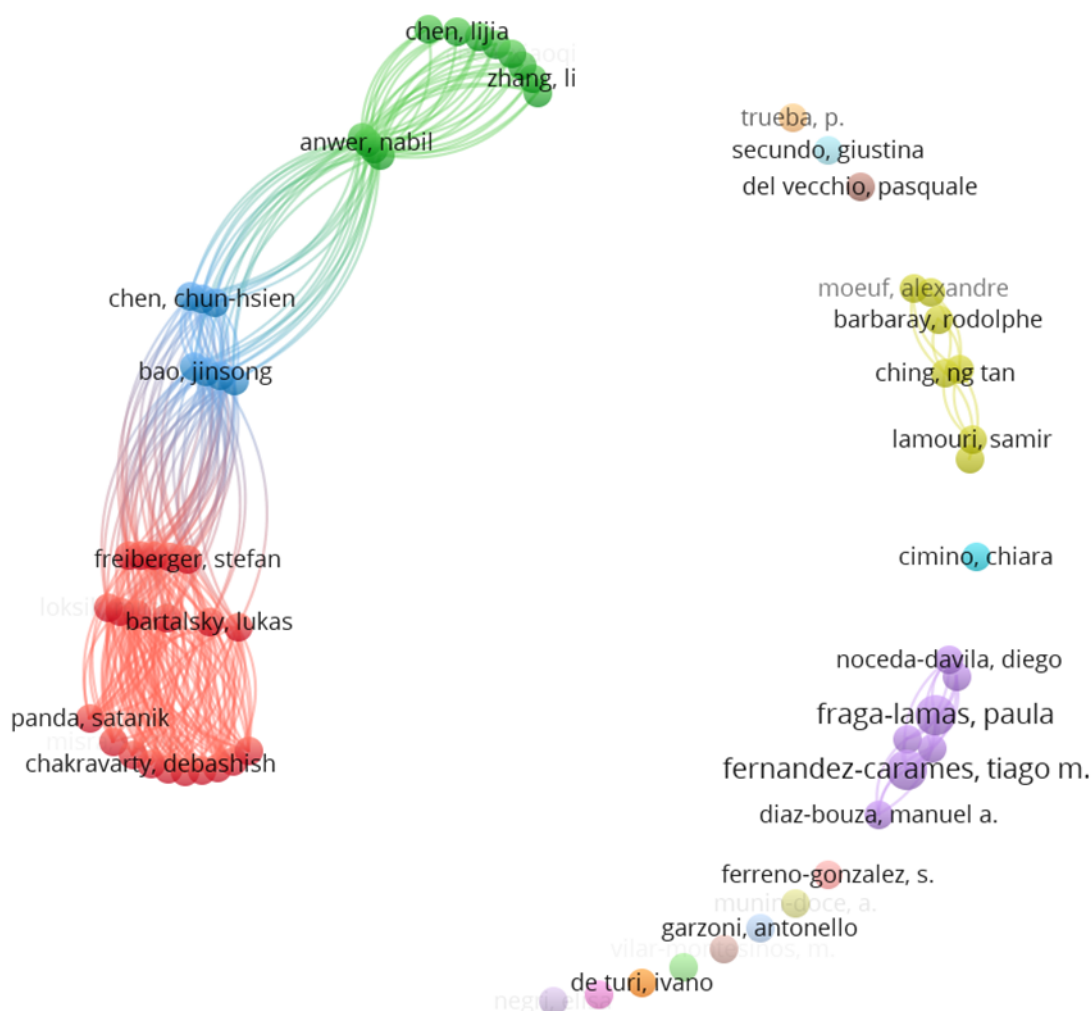
Abstract: A digital twin is a dynamic digital representation of an object or a system. It uniquely describes in a binary format a person, product, or environment's key characteristics and properties and can be rendered in one or more physical or digital spaces. In this article, we elaborate on the key fundamentals of digital twinning followed by how it may improve the decision making of shipping companies, port operators and others in the transport and shipping ecosystem, as well as in developing standards, that support both the integration of transport supply chain operations and the development of digital twins for operational enhancement and strategic planning.

5.1.1. Análisis de tendencias en la literatura

Para el análisis de tendencias en la literatura relacionada con las tecnologías 4.0, se han analizado 14 de los 19 artículos propuestos en el apartado anterior para conocer las relaciones entre ellos según sus autores, el país o la entidad a la que pertenecen.

En el siguiente mapa, cada nodo representa a un **autor** y los **enlaces** indican las relacio-

nes entre unos y otros. El color de cada uno de los autores determina el **clúster** al que pertenece. Por otro lado, la distancia entre dos autores marca su relación en función de las citas. En general, cuanto más cerca están, mayor es su relación. A continuación, haremos un análisis de los cuatro principales clústeres.

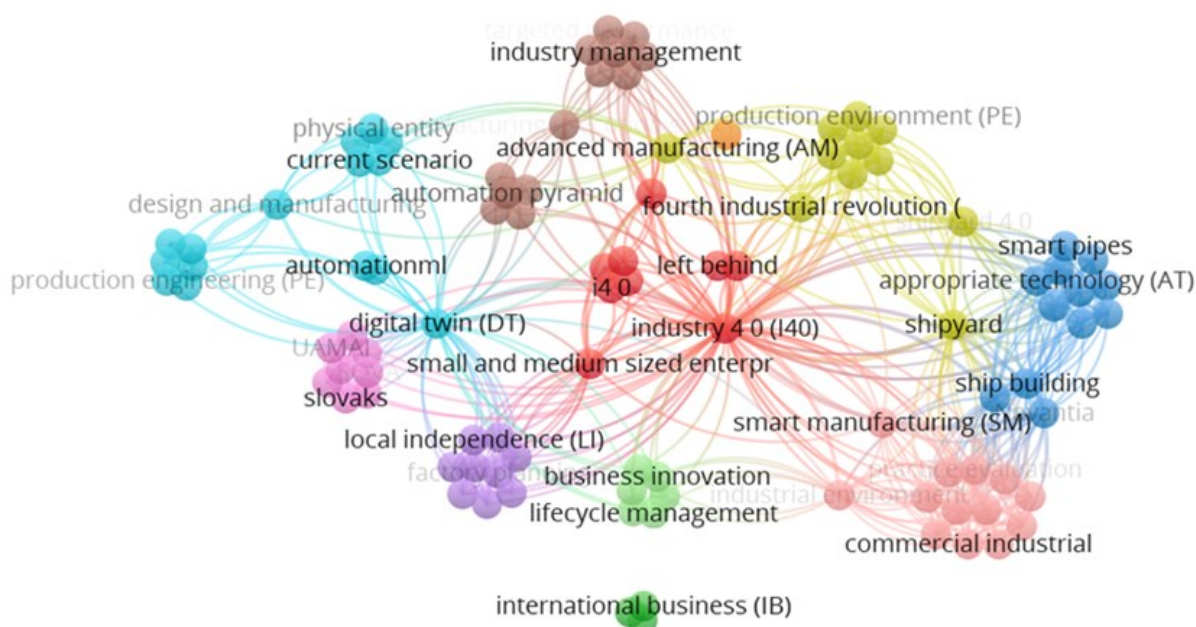


Mapa de citas por autores

El **primer clúster (color rojo)** está formado por los autores (ordenados por el número de citas): Freiburger Stefan, Lehmann Christian, Schock, Christoph, Steinhilper Rolf, Uhlemann Thomas H. -J., Bartalsky Lukas, Loksik Milan, Morhac Martin, Rovny Oliver, Sismisova Dana, Vachalek Jan, Chen Chun-Hsien, Chakravarty Debashish, Chakravarty Tapas, Chandra M., Girish,

Mishra Debasish, Misra Prateep, Misra Sudip, Pal Arpan, Pal Surjya K., Panda Sata-nik y Roy Rohan Basu.

Basándonos en el **análisis de palabras clave** que han sido extraídas de manera automática por un software, los autores de este clúster trabajan principalmente sobre “Industria 4.0”.

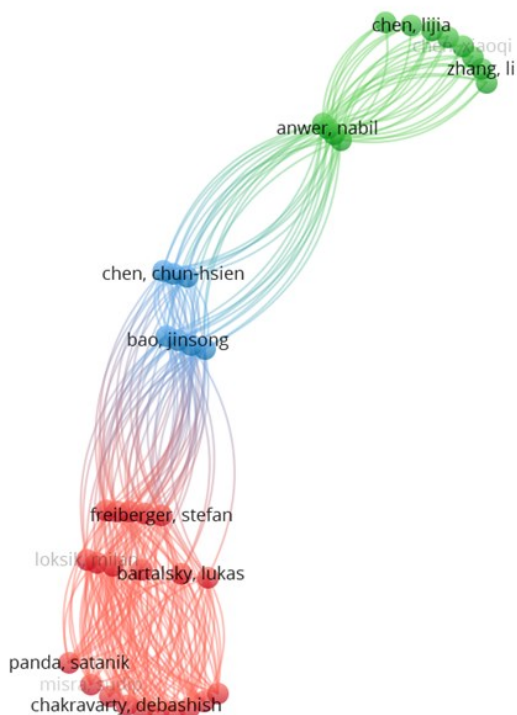


Palabras claves más frecuentes

El **segundo clúster (color verde)** está formado por los autores (ordenador por el número de citas): Anwer Nabil, Mathieu Luc, Schleich Benjamin, Wartzack Sandro, Chen Lijia, Chen Xiaoqi, Cheng Taobo, Guo Zhen,

Han Bing, Lu Longxing, Zhang Li y Zhou Wei.

La palabra clave más utilizada en los autores de este clúster es “International Business (IB)”.



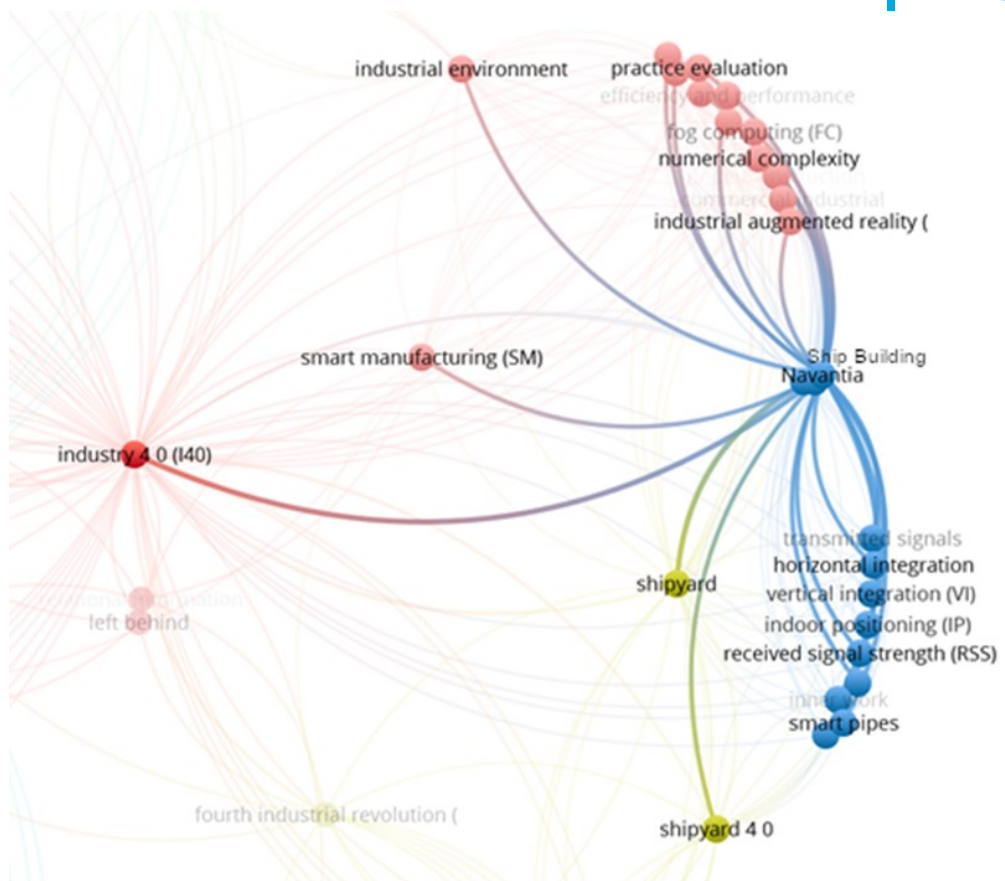
Relaciones entre los autores más citados del clúster 2



Palabras clave más utilizadas en el clúster 2

El **tercer clúster (color azul)** está formado por los autores (ordenador por el número de citas): Lim Kendrik Yan Hong, Zheng Pai, Bao Jinsong, Guo Dongsheng, Li Jie y Zhang Jie.

Los autores de este clúster tienden a trabajar sobre “Ship Building” y “Navantia”.

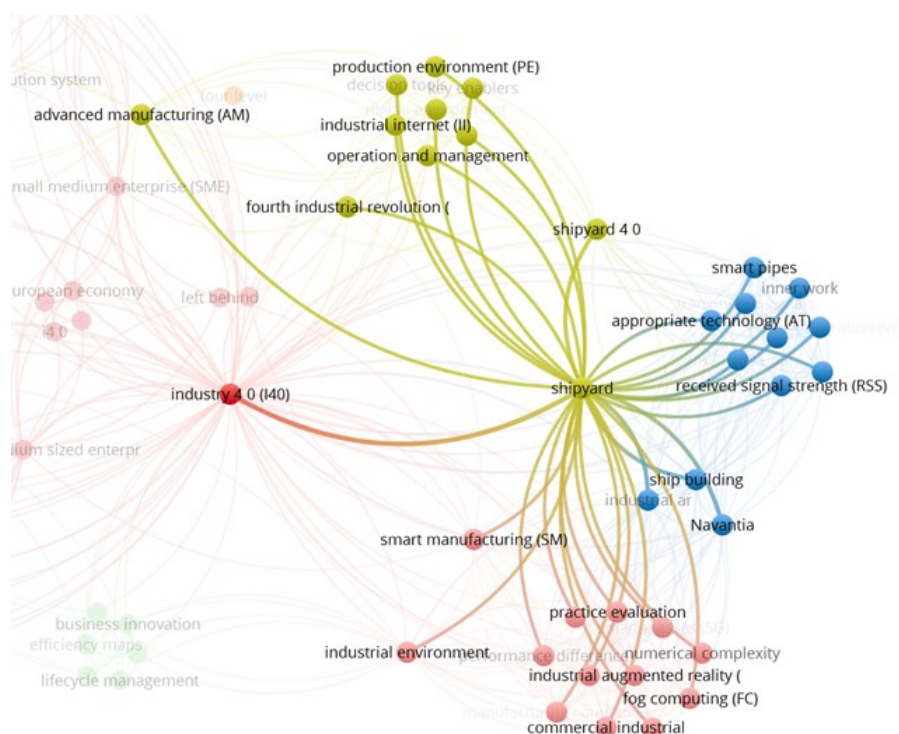


Detalle de las palabras clave y sus relaciones del clúster 3

El cuarto clúster (color amarillo) está formado por los autores: Barbaray Rodolphe, Lamouri Samir, Moeuf Alexandre, Pellerin Robert, Tamayo-Giraldo Simon, Ching Ng

Tan, Ghobakhloo Morteza.

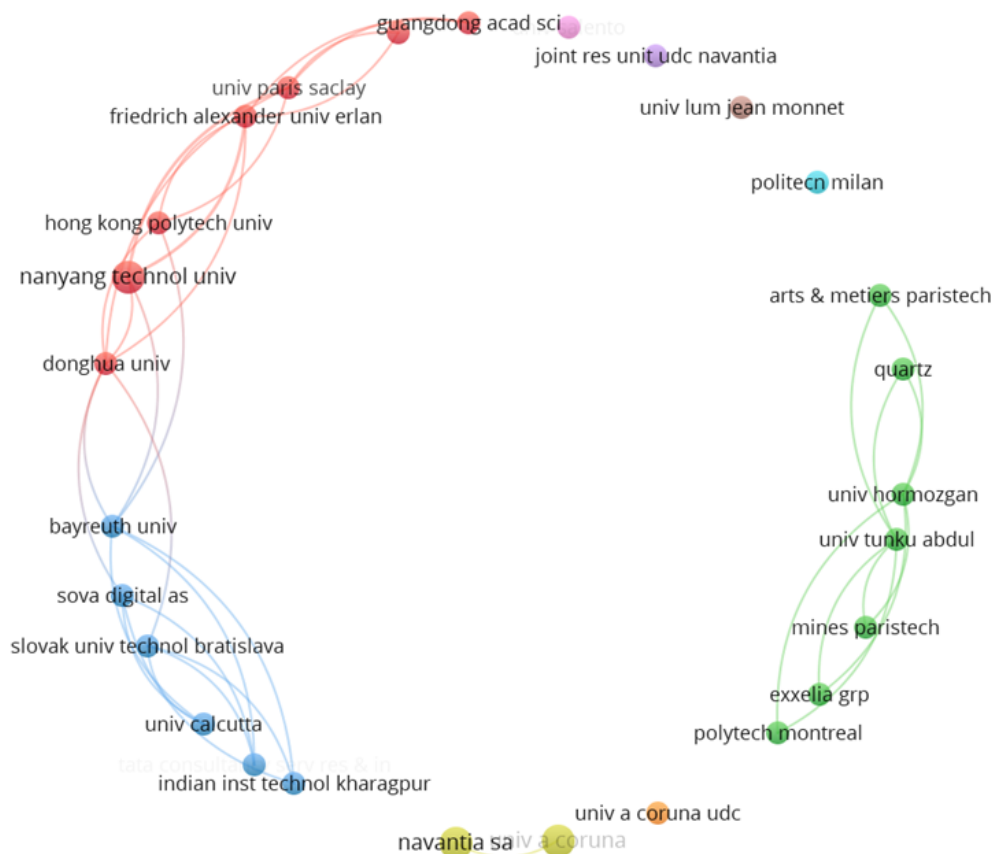
La palabra clave más recurrida entre los autores de este clúster es “Shipyard”.



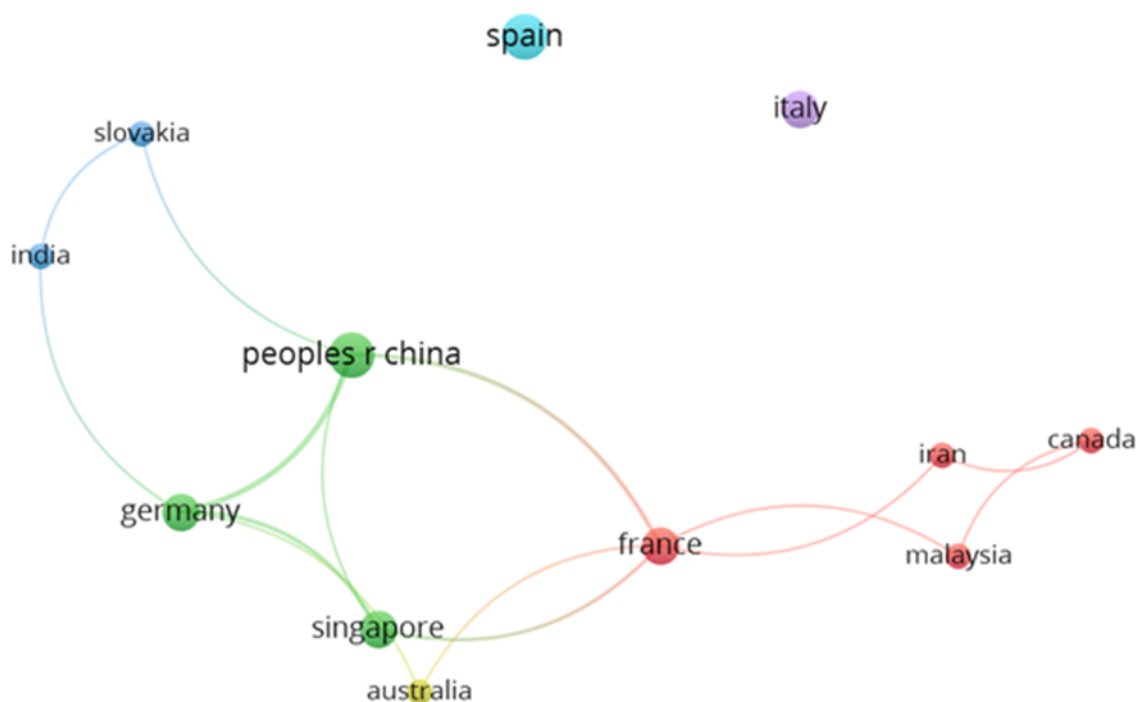
Palabras clave y sus relaciones, del clúster 4

En estos gráficos se muestra la **relación por entidades y países** de los documentos anali-

zados en el [apartado 5.1 Literatura científica](#).



Mapa de citas por entidades

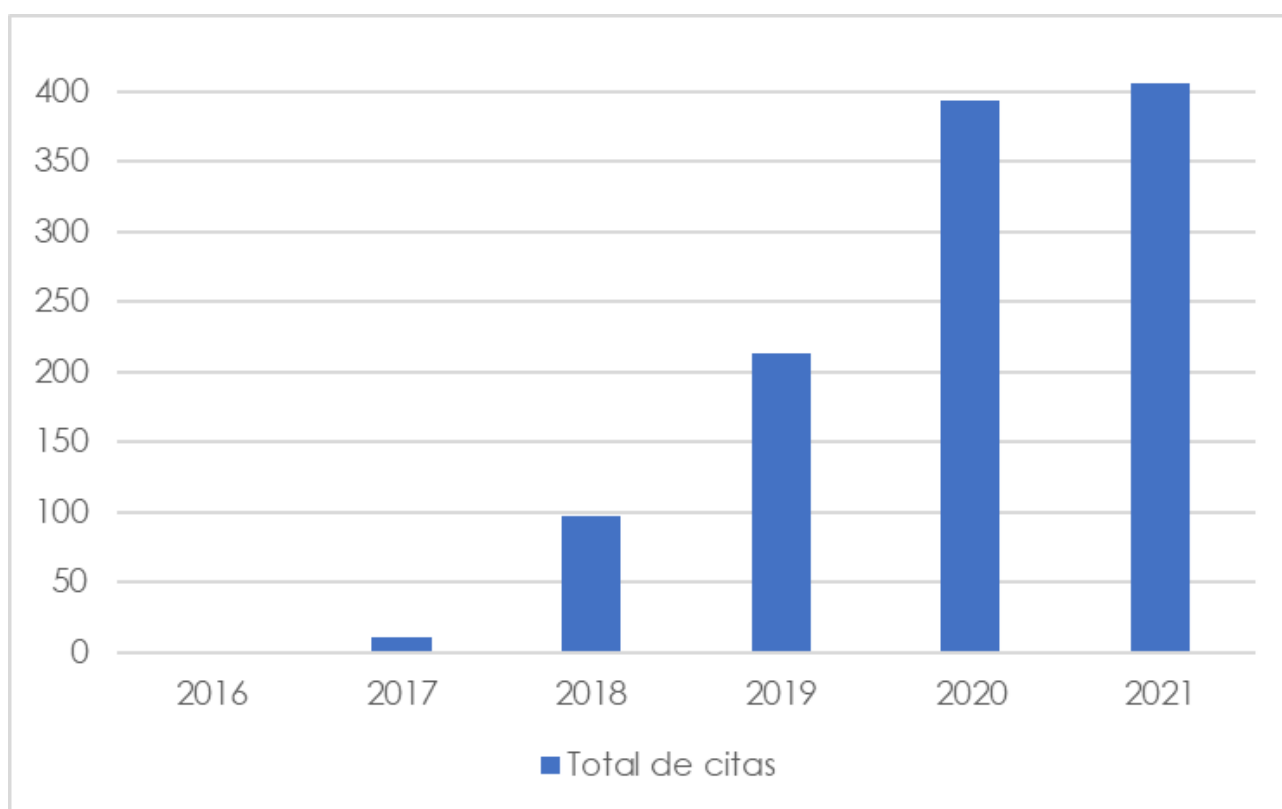


Mapa de citas por países

Según el **número de citas** de cada publicación, en la siguiente tabla y gráfico, podemos observar que, aunque el número de publicaciones en un año no supere cinco, sí aumenta considerablemente el número de citas desde el año 2017 (11) hasta casi alcanzar el centenar en 2018 (97). La evolución ha seguido creciendo el resto de los años hasta llegar a sobrepasar las 400 citas en 2021.

El número de citas nos permite conocer que aproximadamente el 50% de los papers analizados han sido citados al menos más de cinco veces. Casi un 20% de ellos han sido citados en más de veinticinco ocasiones y sólo el 6% supera las cincuenta citas.

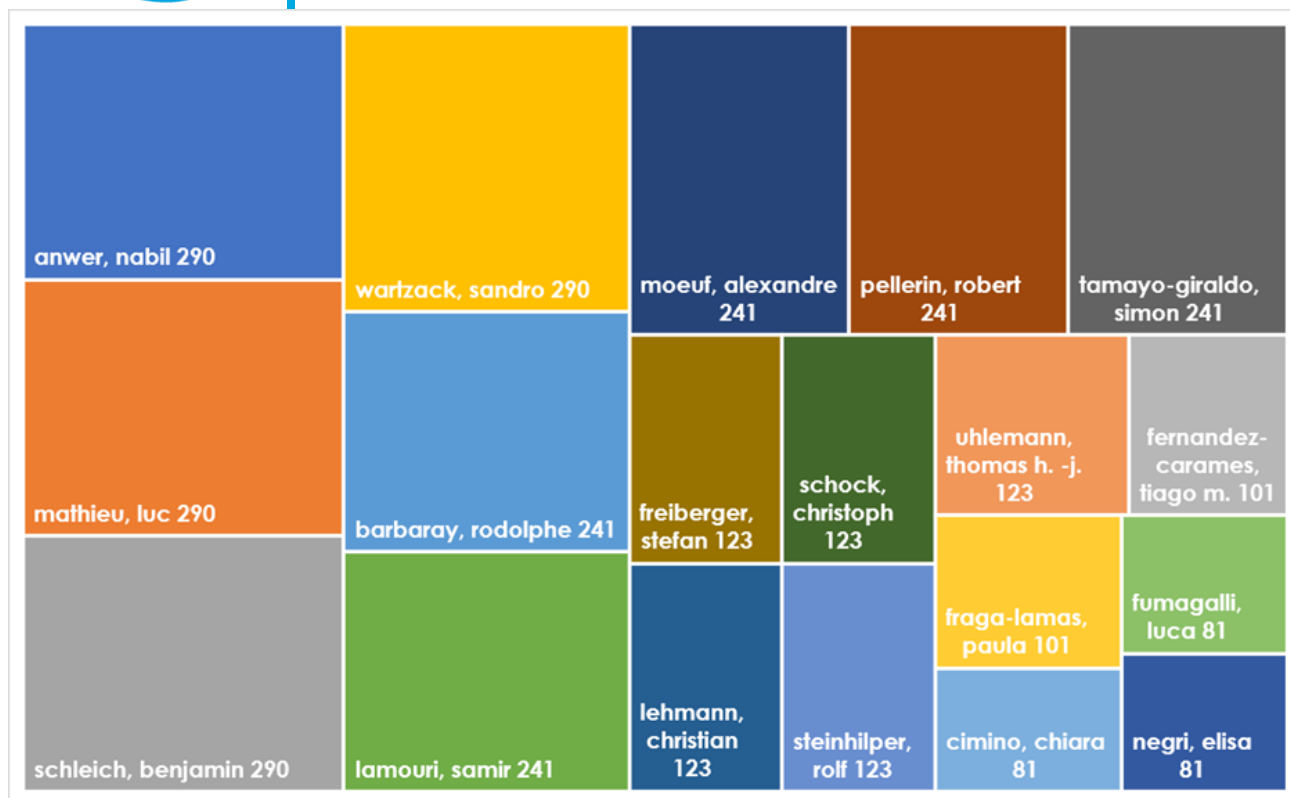
Año	Total de citas
2016	0
2017	11
2018	97
2019	213
2020	393
2021	406



Evolución del número de citas

En el siguiente mapa se muestra cuáles de los 66 autores de las 14 publicaciones analizadas son los más influyentes.

Los autores más citados (290 citas) pertenecen al Clúster 2: Anwer Nabil, Mathieu Luc, Schleich Benjamin y Wartzack Sandro.



Autores más citados

Autores con h-index, citas y publicaciones

Autores	Afiliación	H-I	CT	PT
Lehmann, Christian W.	Max Planck Society - Chem Crystallog & Elecron Microscopy Ctr - MULHEIM, GERMANY	57	11.606	295
Guo, Dong-Sheng	Nankai University -Dept Chem - TIANJIN, PEOPLES R CHINA	46	7.973	307
Zhou, Wei	Nanyang Technological University	34	4.965	225
Chen, Chun-Hsien	Nanyang Technological University Sch Mech & Aerosp Engn - SINGAPORE, SINGAPORE	29	2.493	176
Chen, XiaoQ	Swinburne University of Technology- Fac Sci Engn & Technol -HAWTHORN, VIC, AUSTRALIA	28	3.938	246
Carames, Tiago M. Fernandez	Universidade da Coruña	23	1.595	65
Fraga-Lamas, Paula	Universidade da Coruña	22	1.456	48
Mathieu, Luc	University of Sherbrooke - Fac Med - SHERBROOKE, PQ, CANADA	22	1.723	69
Secundo, Giustina	Lum Jean Monnet University - Dept Management Finance & Technol - CASAMASSIMA, ITALY	19	1.249	105

Pellerin, Robert	Polytechnique Montreal – IVADO - MONTREAL, PQ, CANADA	19	1.484	93
Wartzack, Sandro	University of Erlangen Nuremberg - Engn Design	19	1.460	186
Zheng, Pai	Hong Kong Polytechnic University	18	1.148	71
Anwer, Nabil	Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay	17	1.339	79
Fumagalli, Luca	University of Lausanne - Dept Ecol & Evolut - LAUSANNE, SWITZERLAND	17	1.067	53
Schleich, Benjamin	University of Erlangen Nuremberg - Engn Design	16	887	56
Ghobakhloo, Morteza	Kaunas University of Technology	14	1.150	42
Del Vecchio, Pasquale	University of Salento - Dept Innovat Engn - LECCE, ITALY	13	670	57
Misra, Sudip	Indian Institute of Technology (IIT) – Kharagpur - Dept Comp Sci & Engn - KHARAGPUR, W BENGAL, INDIA	12	443	127
Zhang, Jie	Donghua University - Shanghai Engn Res Ctr Ind Big Data & Intelligent - SHANGHAI, PEOPLES R CHINA	12	414	59
Lamouri, S.	Conservatoire National Arts & Metiers (CNAM) - Arts & Metiers ParisTech - PARIS, FRANCE	11	760	33
Negri, Elisa	-	11	603	15
Steinhilper, R.	Fraunhofer IPA - Project Grp Sustainable Mfg - BAYREUTH, GERMANY	10	646	60
Ng, Tan Ching	University of Tunku Abdul Rahman - Lee Kong Chian Fac Engn & Sci - KAJANG, SELANGOR, MALAYSIA	10	324	33
Han, Bing	Beijing Jiaotong University - Sch Civil Engn - BEIJING, PEOPLES R CHINA	9	308	77
Bao, Jinsong	Donghua University - Coll Mech Engn - SHANGHAI, PEOPLES R CHINA	8	356	39
Blanco-Novoa, O	Universidade da Coruña	7	353	12
Vilar-Montesinos, Miguel	Navantia SA - ASTILLERO DE FERROL, FERROL, SPAIN	7	309	9
Garzoni, Antonello	Lum Jean Monnet University - Dept Management Finance & Technol - CASAMASSIMA, ITALY	7	161	12
Chakravarty, Debasish	Indian Institute of Technology (IIT) – Kharagpur - Adv Technol Dev Ctr - KHARAGPUR, W BENGAL, INDIA	7	268	71

Uhlemann, Thomas	Ruhr University Bochum - Phys Chem 2-	6	426	11
Diaz Casas, Vicente	Universidade da Coruña	6	199	35
Chandra, M. Girish	Tata Consultancy Services Limited (TCS) - TCS Res & Innovat - BENGALURU, INDIA	6	130	70
Pal, Arpan	Tata Consultancy Services Limited (TCS) - KOLKATA, W BENGAL, INDIA	6	117	50
Misra, Prateep	Tata Consultancy Services Limited (TCS) - KOLKATA, INDIA	6	106	13
Chen, Lijia	Shenyang University of Technology - Sch Mat Sci & Engn - SHENYANG, PEOPLES R CHINA	6	192	25
Mishra, Debasish	Indian Institute of Technology, Kharagpur	5	96	9
Cheng, Tao	Lanzhou University - State Key Lab Appl Organ Chem - LANZHOU, PEOPLES R CHINA	5	468	28
Tamayo-Giraldo, Simon	MINES ParisTech – CAOR - PARIS, FRANCE	5	365	8
Li, Jie	Donghua University - Coll Mech Engn - SHANGHAI, PEOPLES R CHINA	5	104	10
Trueba, P.	Joint Res Unit UDC Navantia - FERROL, SPAIN	4	40	10
Roy, Rohan Basu	Indian Institute of Technology (IIT) – Kharagpur - Adv Technol Dev Ctr - KHARAGPUR,	4	73	17
Moeuf, Alexandre	Exxelia SAS- PARIS, FRANCE	4	335	5
Cimino, Chiara	Polytechnic University of Milan – DEIB -	4	351	16
Lim, Kendrik Yan Hong	Nanyang Technological University Sch Mech & Aerosp Engn - SINGAPORE, SINGAPORE	3	85	7
Vachalek, Jan	-	3	81	15
Bartalsky, L.	Slovak University of Technology Bratislava - Mech Engn Fac - BRATISLAVA, SLOVAKIA	3	96	8
Rovny, Oliver	Slovak University of Technology Bratislava - Inst Automat Measurement & Appl Informat	3	73	3
Schock, Christoph	University of Bayreuth - Fraunhofer Project Grp Proc Innovat - BAYREUTH, GERMANY	3	186	4
Diaz-Bouza, Manuel A.	Navantia SA - Taxonera S-N - FERROL, SPAIN	3	84	3
Morhac, Martin	SOVA Digital As - Bojnicka 3 - BRATISLAVA, SLOVAKIA	2	83	2

Loksik, Milan	SOVA Digital As - Bojnicka 3 -BRATISLAVA, SLOVAKIA	2	69	2
Freiberger, Stefan	University of Bayreuth - Fraunhofer Project Grp Proc Innovat - BAYREUTH, GERMANY	2	125	3
Munin Doce, Alicia	Universidade da Coruna – Escola Politecn Super - FERROL, SPAIN	2	21	7
De Turi, Ivano	Lum Jean Monnet University - Dept Management Finance & Technol - CASAMASSIMA, ITALY	2	15	2
Pal, Surjya K.	Indian Institute of Technology (IIT) – Kharagpur - Dept Mech Engn - KHARAGPUR, W BENGAL, INDIA	2	60	3
Chakravarty, Tapas	Tata Consultancy Services Limited (TCS) - TCS Res & Innovat - BENGALURU, INDIA	2	20	17
Panda, Satanik	Tata Consultancy Services Limited (TCS)- KOLKATA, INDIA	2	17	2
Lu, Longxing	Guangdong Acad Sci - Inst Intelligent Mfg - GUANGZHOU, PEOPLES R CHINA	2	7	3
Noceda-Davila, Diego	Universidade da Coruna - Unidad Mixta Invest Navantia UDC - FERROL, SPAIN	2	46	3
Sismisova, Dana	Slovak University of Technology Bratislava - Fac Mech Engn - BRATISLAVA, SLOVAKIA	1	69	8
Ferreno-Gonzalez, S.	Joint Res Unit UDC Navantia - FERROL, SPAIN	1	8	2
Zhang, Li	Guangdong Acad Sci - Inst Intelligent Mfg - GUANGZHOU, PEOPLES R CHINA	1	5	2
Barbaray, Rodolphe	Exxelie Grp PARIS, FRANCE	1	241	1

5.2. Proyectos

Bringing Digital Twins to the Edge for mass Industry 4.0 applications



Acrónimo: Edge Twins HPC

Financiado por: H2020-EU.1.2. H2020-EU.1.2.1.

Periodo de financiación: 1 de junio de 2020 hasta el 30 de noviembre de 2021.

Resumen:

Digital replicas of physical devices – the

technology behind this has expanded the realm of manufacturing. The better the digital twin can duplicate the physical object, the more accurate it will be in predicting the performance or failure of the physical device. Digital twin technologies will play an important role in Industry 4.0. The EU-funded Edge Twins HPC project will develop an open-source software tool to produce digital twins that are installed on the physical asset they represent and operate in very constrained compute environments. The aim will be to facilitate a new breed of novel real-time applications – from autonomous vehicles to small devices.

Create and Harvest Offerings to support Manufacturing SMEs to become Digital Twin Champions

Acrónimo: Change2Twin

[+ INFO](#)

CHANGE2TWIN

Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 1 de junio de 2020 – 31 de mayo de 2024.

Resumen:

The EU-funded Change2Twin project (part of I4MS) helps manufacturing SMEs in their digitalisation efforts to deploy digital twins. The concept of digital twins is one of the big game-changers in manufacturing and allows companies to significantly increase their global competitiveness. A digital twin is a digital replica of an artefact, process or service that is so accurate that it can be used as a basis for taking decisions. The digital replica is often connected with the physical world by streams of data. Change2Twin offers manufacturing SMEs a tailor-made solution including the analysis of their potential, an individual mentoring plan, and a ready-to-use recipe for digital twin deployment. Digital Innovation Hubs are important partners in this process and will facilitate the uptake of the latest digital twin technologies across the European Union.

Cloudification of Production Engineering for Predictive Digital Manufacturing

Acrónimo: CloudiFacturing

[+ INFO](#)

CloudiFacturing

Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 17 de octubre de

2017 hasta el 30 de septiembre de 202

Resumen:

Information and Communication Technology (ICT) is essential for the digitalization of the manufacturing sector; notwithstanding, less than 25% of the manufacturing companies in Europe profit from ICT-enabled solutions. In order to democratically boost the competitiveness of the European manufacturers (especially Small and Medium-sized Enterprises - SMEs), innovative solutions need to consider technological and commercial scalability from the beginning. From this perspective, the cloudification of services has become the ideal enabler in the manufacturing digitalization. Successful European initiatives such as CloudFlow, cloudSME or Fortissimo have demonstrated the benefits of cloudification for engineering services, by means of combining HPC resources, computational tools, and cloud computing platforms. Manufacturing SMEs are empowered to compute and solve problems that cannot be tackled without cloud and HPC technology, making them more competitive by reducing development times for innovative product with better performance. The results of these initiatives are fostering the engineering and to some extent the prototyping processes within the manufacturing workflow; however, monitoring and optimizing production processes have not yet greatly benefited from an integrated information workflow and simulation loop based on on-line factory data. The core partners of CloudFlow (eu-cloudflow.eu) and cloudSME (cloudsme.eu) are joining forces to leverage factory data with cloud-based engineering tools: a) paving the way toward manufacturing analytics, b) enriching the manufacturing engineering process with on-line data, and c) simulating and optimizing the production process with the vision to support it in real-time.

The consolidated platform between CloudFlow and cloudSME with extended capabilities to process factory data is going to be accessed through a central interface, enabling the stakeholders to interact, and collaborate.

Digital twins bringing agility and innovation to manufacturing SMEs, by empowering a network of DIHs with an integrated digital platform that enables Manufacturing as a Service (MaaS)

[+ INFO](#)



DIGITBRAIN

Acrónimo: DIGITBrain

Financiado por: H2020-EU.1.2.1.

Periodo de financiación: 1 de julio de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2021.

Resumen:

The CloudiFacturing innovative solution integrates software and hardware platforms to assist manufacturing SMEs and their demand for advanced cloud- or HPC-based ICT solutions. The EU-funded DIGIT-brain project will extend CloudiFacturing with an augmented digital-twin concept called digital product brain (DPB) and a smart business model called manufacturing as a service (MaaS). The DPB will allow the customisation and adaptation of on-demand data, models, algorithms and resources for industrial products according to individual conditions. MaaS will permit manufacturing SMEs to reach advanced manufacturing facilities within their territories and beyond. The project aims to support the development of advanced digital and manufacturing technologies through more than 20 highly innovative cross-border experiments, in addition to training and assisting digital innovation hubs in the implementation of the Maas model, contributing to their long-term sustainability.

tributing to their long-term sustainability.

Safe human-robot interaction in logistic applications for highly flexible warehouses

[+ INFO](#)



Acrónimo: SafeLog

Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 1 de enero de 2016 hasta el 31 de diciembre de 20

Resumen:

The European market for e-commerce is growing rapidly, with more than 16% just in the year 2014. With the internationalization of distribution chains, the key for success lies within efficient logistics. In such facilities, goods for the end-user or products in the B2B sector are stored, commissioned and shipped. To manage the supply chains, many new warehouses have been erected and more will follow. With the growing markets, the need for larger warehouses and their automation increases. To advance the position of the European trade sector, technical restrictions on the size of warehouses should be avoided and new automation paradigm should be implemented to ensure their efficient operation. Therefore the European robotic and automation companies should be able to provide appropriate solutions, making scalable systems and scalable software mandatory. Current automation solutions based on strict separation of humans and robots cannot provide such efficient operation of large warehouses. SafeLog aims to overcome this issue by enabling much more efficient warehouse concepts joining human

and robot workforce. Given that, the overall objective of SafeLog is the conception and implementation of a large-scale flexible warehouse system which enables safe and efficient collaboration of humans and robots in the same area and at the same time.

On the way to reach this objective SafeLog will develop, integrate and test: (1) a holistic and certifiable safety concept based on the safety vest, which allows the collaboration of robots and humans in a flexible warehouse system, (2) planning and scheduling algorithms for a heterogeneous fleet manager, which allow the adhoc reactive planning and scheduling for human and robot workforce in a flexible warehouse system, and (3) augmented reality based interaction strategies to support workers in a robotized warehouse system with information about their current task and environment.

An AR cloud and digital twins solution for industry and construction 4.0

Acrónimo: ARTwin



Financiado por: H2020-EU.1.2.1.

Periodo de financiación: 1 de octubre de 2019 hasta el 30 de septiembre de 2022.

Resumen:

EU-funded ARTwin aims at developing an Augmented Reality (AR) cloud platform for improving productivity and product quality of the European industry and construction 4.0. Based on 5G connectivity, the AR cloud

platform will enable collaborative AR experiences adapted to factory and construction site environments. AR experience will operate on a large scale by using 3D mapping and vision-based localisation services. A remote rendering service will enable the display of complex 3D content on low-resources AR devices. Finally, dedicated tools will allow for service deployment and orchestration on any cloud infrastructure. Three pilot use cases will be used for validation, while contribution to standardisation will aim at fostering the emergence of a sustainable and sovereign AR ecosystem in Europe.

Innovative modelling approaches for predicting Socio-environmental evolution in highly anthropized coastal LAGOONS

Acrónimo: SMARTLAGOON



Financiado por:

H2020-EU.1.2. H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2024.

Resumen:

Las lagunas representan el 5 % de la superficie del litoral de Europa. Las lagunas costeras están separadas del océano por una barrera y son masas de agua someras conectadas al océano, al menos de forma intermitente, por una o más ensenadas restringidas. Son muy vulnerables a las presiones climáticas y antropogénicas, como la agricultura intensiva y la urbanización extensiva, principalmente debido a la proliferación del turismo. El equipo del proyecto SMARTLAGOON, financiado con fondos europeos, desarrollará una herramienta que

favorecerá la vigilancia en tiempo real, el análisis y la gestión eficaz de estas zonas vulnerables. El proyecto se centrará en la laguna costera de agua salobre más grande de Europa: el mar Menor. Esta laguna costera ubicada en la península Ibérica, concretamente en el sureste de la Comunidad Autónoma de Murcia (España) y cerca de Cartagena, ha sufrido degradación medioambiental por motivos socioambientales.

ENABLING MARITIME DIGITALIZATION BY EXTREME-SCALE ANALYTICS, AI AND DIGITAL TWINS

[+ INFO](#)



Acrónimo: VesselAI

Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2023.

Resumen:

The digital twin concept – a virtual representation of a physical asset that can be used as a model for various purposes – is making waves in a range of industries. The shipping sector is no exception. The EU-funded VesselAI project plans to develop a framework that facilitates the modelling and prediction of ships' behaviour. Using digital twin technology, the framework will efficiently fuse and assimilate huge amounts of data, enabling highly accurate modelling as well as design and operation optimisation of ships and fleets under various dynamic conditions. VesselAI will also tap into the potential of artificial intelligence, cloud computing and high-performance computing, encouraging deeper digitalisation in the shipping industry.

Symbiotic Human-Robot Collaborative As-

sembly: Technologies, Innovations and Competitiveness

Acrónimo: SYMBIO-TIC

[+ INFO](#)



Financiado por: H2020-EU.2.1.1.5.1

Periodo de financiación: 1 de abril de 2015 hasta el 31 de marzo de 2019.

Resumen:

The European robotics industry is moving towards a new generation of robots, based on safety in the workplace and the ability to work alongside humans. This new generation is paramount to making the factories of the future more cost-effective and restoring the competitiveness of the European manufacturing industry. However, the European manufacturing industry is facing the following challenges: (1) lack of adaptability, (2) lack of flexibility, and (3) lack of vertical integration.

The proposed SYMBIO-TIC project addresses these important issues towards a safe, dynamic, intuitive and cost-effective working environment where immersive and symbiotic collaboration between human workers and robots can take place and bring significant benefits to robot-reluctant industries (where current tasks and processes are thought too complex to be automated). The benefits that the project can bring about include lower costs, increased safety, better working conditions and higher profitability through improved adaptability, flexibility, performance and seamless integration.

Towards smarter means of production in European manufacturing SMEs through the use of the Internet of Things technologies

Acrónimo: SYMBIO-TIC

Acrónimo: IoT4Industry

Financiado por: H2020-EU.2.3.2.2. H2020-EU.2.3.2.3.

Periodo de financiación: 1 de abril de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2020.

Resumen:

The proportion of the manufacturing industry is currently decreasing in developed European countries' GDP. Industry 4.0 - also called smart manufacturing, digital industry or industry of the future - provides several technological responses to the challenging competitive market. Indeed, the integration of the Internet of Things and related components - Cyber-Physical Systems (CPS), Digital Security, Cloud Computing and Big Data - in manufacturing SMEs will improve efficiency and flexibility in production and consumption. However, it requires a more integrated and cooperative approach due to the high interdisciplinarity which has been introduced. Above all, not all manufacturing companies, and in particular SMEs, have access to smarter means of production, due to costs and efforts in the integration and implementation, possible aversion or readiness to ICT technologies, and other obstacles related to cyber and physical security. The IoT4Industry project connects 3 Information and Communication Technologies (ICT) clusters having strong competences in IoT with 4 Advanced Manufacturing clusters having access to tool manufacturers and manufacturing SMEs in order to encourage cross-border and cross-sectorial collaboration between SMEs from these two sectors. Starting from the analysis of needs in manufacturing SMEs from diverse sectors in Europe (aerospace, automotive, medicine, ...) on the one hand, and the IoT technology offer on the other hand, the project will put in place favourable framework conditions to enable matchmaking and encourage the creation of smarter manufacturing tools and their integration in manufacturing SMEs. A hun-

dred of support cases involving SMEs corresponding to different development stages (feasibility, prototyping, demonstration) will be selected through a call for proposals to receive funding and support, in view of further developing this new industrial value chain in European SMEs and improve their competitiveness on the global stage.

[+ INFO](#)



The Digital Marketplace to empower SMEs for the digital transformation

Acrónimo: UDIGITAL

Financiado por: H2020-EU.3. H2020-EU.2.3. H2020-EU.2.1.

Periodo de financiación: 1 de mayo de 2019 hasta el 31 de agosto de 2019.

[+ INFO](#)



Resumen:

The digital era is here, and it is transforming the society we live in. Most companies understand the urgency of digital adoption, but for many, the process is challenging due to associated costs, the time it involves, its complexity and the need of highly specialised people to be successful. UGROUND has created a high-productivity platform that allows companies to digitalise operations and business processes end-to-end, across the company. This model-driven platform provides tools for fast transient operations to process-oriented design, high performance, scalability and low cost. Via this platform, the EU-funded UDIGITAL project aims to lead and support the digitalisation of European SMEs and create a new digital paradigm that highlights the value of digital transformation.

Digital transformation journey for SMEs

Acrónimo: DigiJourney



Financiado por: H2020-EU.2.3.2.2

Periodo de financiación: 1 de octubre de 2019 hasta el 20 de junio de 2020.

Resumen:

New digital technologies – from artificial intelligence to the Internet of Things and Big Data analytics – are forever changing business dynamics. For Europe's small and medium sized enterprises (SMEs), the opportunities are vast and there is enormous growth potential. SMEs lack the know-how and hands-on solutions required to take full advantage of advanced technologies. The EU-funded DigiJourney project will reverse this trend. Its aim is to assist innovation agencies exchange knowledge, know-how and good practices through Twinning+ initiatives. The project will map a digitalisation journey tailored to meet the specific needs of SMEs according to their national and regional contexts.

A Pan-European Network of Robotics DIHs for Agile Production

Acrónimo: DIH²



Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

Periodo de financiación: 1 de enero de 2019

hasta el 20 de junio de 2023.

Resumen:

DIH² is a network of 26 DIHs, with a target to reach over 170 DIHs. The sole aim of the network is to spark incremental (cut 50% cost of advance robotics solutions, double the growth of robotics market) and disruptive (maximum productivity & optimum agility) innovations in over 300,000 Manufacturing SMEs and Mid-Caps. It will support SMEs in their Agile Production challenge (50% increase in productivity) and unleash their digitalization potential by enabling robot solutions that are more cost effective at lower lot sizes.

DIH² relies on:

- A Common Open Platform Reference Architecture for Agile Production (COPRA-AP) -based on Industrial Data Space Reference Architecture Model and FIWARE technologies- to serve the needs of SMEs by means of a continuously growing set of Robotic-based Open Standard Enablers (ROSE-AP).
- A marketplace as one-stop-shop for SMEs to access essential services for digital transformation including business modelling, technical support, access to skills and finance.
- 2 competitive Open Calls to launch an ambitious Technology Transfer Program with 260 Agility Audits, 26 cross-border Technology Transfer Experiments and 26 ROSE-AP, leveraging over 26M€ of public & private funding in advance robotics solutions for Agile Production.
- Members deeply rooted in their regional Smart Specialization Strategy (bringing €5M additional funding on top of EU funds), ensuring 'working distance' services for every SME in Europe - whichever the sector, wherever the location, whatever the size.
- A Corporate Sponsorship Program from equipment and automation suppliers committed with the network to get access to

wider market and latest research in robotics.

Distributed Digital Twins for industrial SMEs: a big-data platform

Acrónimo: IoTwins



Financiado por: H2020-EU.2.1.1.

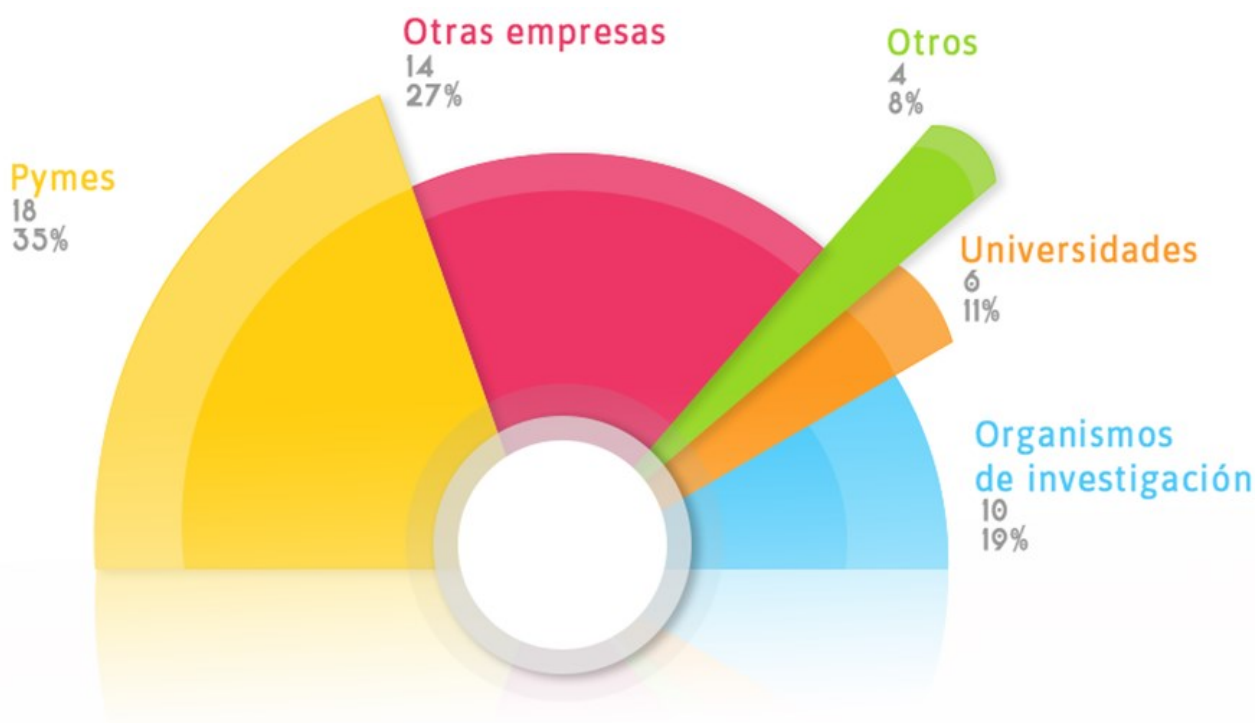
Periodo de financiación: 1 de septiembre de 2019 – 31 de agosto de 2022.

Resumen:

The concept of digital twins has been around but the Internet of Things has enabled its cost-effective implementation. Digital twins refer to a virtual representation of a physical product or process. The EU-funded IoTwins project plans to build testbeds for digital twins in the manufacturing and facility management sectors. The digital models will integrate data from various sources such as data APIs, historical data, embedded sensors and open data. This will give manufacturers an unprecedented view into how their products are performing. In facility management, the technology will be instrumental in improving the way buildings and their systems operate and in preventing prospective problems.



Nube de temas de los proyectos



Participación por tipo de entidades

5.3. Noticias

Gemelos digitales: investigadores españoles han logrado crear uno capaz de aprender y corregirse a sí mismo

Publicado en: 20 minutos

Fecha: 21/10/2020

[Ver noticia](#)

En España, [el grupo de](#)



[investigación en Mecánica Aplicada y Bioingeniería del I3A](#) -el Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón perteneciente a la Universidad de Zaragoza- ha conseguido desarrollar una tecnología que añade al gemelo digital inteligencia artificial, dando como resultado “un gemelo híbrido”.

La UE selecciona un proyecto de gemelo digital de Seinsa y LIS Data Solutions

Publicado en: AutoRevista

[Ver noticia](#)

Fecha: 21/09/2021

La Unión Europea ha seleccionado un experimento desarrollado por LIS Data Solutions y el grupo español Seinsa Corporation, fabricante de productos de sistemas de

freno, transmisión, dirección y suspensión, en el marco del programa de innovación DIGITbrain, orientado a facilitar el acceso de las pymes europeas a los beneficios de la Inteligencia Artificial y, más concretamente, de los gemelos digitales. Seinsa ha colaborado este proyecto con LIS Data Solutions.



Inteligencia artificial, videojuegos o esports: el Polo de Contenidos Digitales pisa el acelerador

Publicado en: Diario Sur

[Ver noticia](#)

Fecha: 18/09/2021

El Polo Nacional de Contenidos Digitales del Ayuntamiento de Málaga acoge en el último trimestre de este año una quincena de eventos especializados en el sector multimedia, tecnológico y de entretenimiento, con el objetivo de impulsar el emprendimiento, la formación, el talento y la em-

pleabilidad. Todos ellos están dirigidos tanto al público general como a creativos digitales, emprendedores, trabajadores de pymes y jóvenes desempleados de larga dura-



ción.

Gemelo digital, la nueva ventaja competitiva en la industria

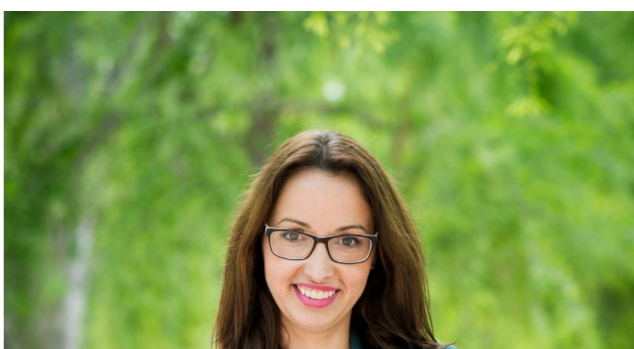
Publicado en: El Economista

Fecha: 28/06/2021

[Ver noticia](#)

Un gemelo digital es una réplica digital exacta de un proceso, producto o sistema físico. Se trata de una representación exacta (en el mundo digital) de lo que está pasando en el ciclo de vida nuestro sistema físico y, por tanto, permite simular variaciones en parámetros de entrada, errores de funcionamiento, etc. Es decir, permite simular el comportamiento frente a cambios

o fallos, que en el "mundo real" sería muy costoso o difícil de simular. Esta es una de las mayores ventajas, entre otras, como disponer de datos sobre el rendimiento en tiempo real o prevenir situaciones de riesgo gracias a los modelos predictivos.



6. Bibliografía

[1] AENOR. (2011). Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. UNE 166000 EX, UNE 166001 EX, UNE 166002 EX. Madrid: AENOR.

[2] Degoul, P. (1992). Le pouvoir de l'information avancée face au règne de la complexité. Annales de Mines.

[3] Escorsa, P. R. (2001). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva. Pearson Educación.ed

[4] Escorsa, Pere, Pilar Lázaro Martínez, Círculo de Innovación en Biotecnología. (2007). Intec: la inteligencia competitiva, factor clave para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones. Colección mi+d. Fundación Madri+d para el Conocimiento.

[5] F. Palop, J. V. (Febrero de 1995). Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Estudios Cotec, nº 15. Cotec.

[6] CETISME, P. (2003). Inteligencia Económica y Tecnológica. Guía para principiantes y profesionales. Comunidades Europeas.

Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Irving, G., Isard, M. & others (2016). TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning.. OSDI (p./pp. 265--283).

Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Cambridge, UK: Springer.

Comparing ML as a Service (MLaaS): Amazon AWS, IBM Watson, MS Azure | AltexSoft. (n.d.). Retrieved May 11, 2021, from <https://www.altexsoft.com/blog/datascience/comparing-machine-learning-as-a-service-amazon-microsoft-azure-google-cloud-ai-ibm-watson/>

Dai, J., Li, Y., He, K., & Sun, J. (2016). R-FCN: Object detection via region-based fully convolutional networks. Advances in Neural Information Processing Systems, 379–387. <https://github.com/daijifeng001/r-fcn>

Duda, R., Hart, P., & Stork, D. (2001). Pattern Classification. Wiley (Second Edition).

Elyan, E., Garcia, C. M., & Jayne, C. (2018). Symbols Classification in Engineering Drawings. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 2018-July. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2018.8489087>

Es Soufi, W., Yahia, E., & Roucoules, L. (2016). On the use of Process Mining and Machine Learning to support decision making in systems design. 13th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management (PLM). Columbia, United States

Gessert, F., Wingerath, W., & Ritter, N. (2020). Latency in Cloud-Based Applications. In Fast and Scalable Cloud Data Management (pp. 13–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43506-6_2

Haykin, S. (2009). Neural Networks and Learning Machines (3rd Edition ed.). Ontario, Canada: Prentice Hall. Pearson.

Kim, D., Kang, P., Cho, S., Lee, H. J., & Doh, S. (2012). Machine learning-based novelty detection for faulty wafer detection in semiconductor manufacturing. Expert Systems with Applications, 39(4), 4075-4083.

Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. IFAC-PapersOnLine, 51(11), 1016–1022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474>

Lee, I., & Shin, Y. J. (2020). Machine learning for enterprises: Applications, algorithm selection, and challenges. Business Horizons, 63(2), 157-170.

lyan, E., & Gaber, M. M. (2017). A genetic algorithm approach to optimising random forests applied to class engineered data. Information Sciences, 384, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.08.007>

Mayr, A., Weigelt, M., Köhl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. Procedia CIRP, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>

Mayr, A., Weigelt, M., Köhl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. Procedia CIRP, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>

Moreno-García, C. F., Elyan, E., & Jayne, C. (2019). New trends on digitisation of complex engineering drawings. *Neural Computing and Applications*, 31(6), 1695–1712. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3583-1>

Okawa, M., Saito, T., Sawada, N., & Nishizaki, H. (2019). Audio classification of bit-representation waveform. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH*, 2019-Septe, 2553–2557. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2019-1855>

Rica, E., Moreno-García, C. F., Álvarez, S., & Serratosa, F. (2020). Reducing human effort in engineering drawing validation. *Computers in Industry*, 117, 103198. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103198>

Saravanan, M., & Rama Sree, R. (2011). Application of Mining Algorithms using ProM and Weka tools. *International Journal of Computer Science and Technology*, 2(3).

Schmitt, J., Bönig, J., Borggräfe, T., Beiting, G., & Deuse, J. (2020). Predictive model-based quality inspection using Machine Learning and Edge Cloud Computing. *Advanced Engineering Informatics*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101101>

Schubert, E., Zimek, A., & Kriegel, H. (2014). Local outlier detection reconsidered: a generalized view on locality with applications to spatial, video and network outlier detection. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 28(1), 190-237.

Shi, X., Schillings, P., & Boyd, D. (2004). Applying artificial neural networks and virtual experimental design to quality improvement of two industrial processes. *International Journal of Production Research*, 42(1), 101-118.

Tsipoulanidis, A. (2017). With Lean Thinking and Industry 4.0 to Operational Excellence. *Supply Chain Management*, III, 13–21. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78651583395&partnerID=tZOtx3y1>

Ugochi Dike, H., Zhou, Y., Kumar Deveerasetty, K., & Wu, Q. (2018). Unsupervised learning based on artificial neural network: a review. *Proceedings of the 2018th IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems*. Shenzhen, China.

Vuttipittayamongkol, P., & Elyan, E. (2020). Neighbourhood-based undersampling approach for handling imbalanced and overlapped data. *Information Sciences*, 509, 47–70. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.08.062>