**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



APLICACIONES DE IA EN LOS SMART FACTORIES. REVISIÓN SISTEMÁTICA

Curso: Cadena de suministros

Docente: GONZALEZ VASQUEZ JOE ALEXIS

Integrantes de Grupo:

Ayala Mendoza Gerald Eduardo

Espinoza Sánchez José Alejandro

2022

**RESUMEN**

En la presente revisión se hará una recopilación de información en el cual el centro de todo es la inteligencia artificial sobre la aplicación de esta en un entorno de Smart factories, con el fin de encontrar cuáles son sus tendencias de desarrollo en esta parte de la industria 4.0, debemos tener en cuenta la gran “aplicatibilidad” que tiene esta tecnología, es un herramienta muy potente para analizar datos o poder tratar casos que puedan verse percibidos al momento del funcionamiento de alguna Smart factories.

**ABSTRACT:**

In this review, a compilation of information will be made in which the center of everything is artificial intelligence on its application in an environment of Smart factories, in order to find what its development trends are in this part of the industry. 4.0, we must take into account the great "applicability" that this technology has, it is a very powerful tool to analyze data or be able to deal with cases that may be perceived at the time of operation of some Smart factories.

**PALABRAS CLAVE:**

Inteligencia artificial, Smart factories, industria 4.0, aplicación.

**INTRODUCCIÓN**

Tomando en cuenta el gran desarrollo que se ha tenido en las múltiples revoluciones industriales ha permitido que el hombre automatice mucho de los procesos de producción en una empresa, las herramientas que han remplazado en gran medida el rol del hombre en las plantas de producción son las grandes maquinarias, capaces de hacer una producción mucho mayor de la que podría hacer muchos hombres incluso. Pero a lo largos de los últimos años, con los grandes avances en lo que son las ciencias de la computación, robótica y los sistemas, han dado una “nueva revolución” industrial y una de las tecnologías que se usa es la Inteligencia artificial, y ese el tema de esta revisión, saber en qué se aplica la inteligencia artificial dentro de una Smart factorie.

**METODOLOGÍA**

**Tipo de estudio:**

Se llevó a cabo una revisión sistemática teniendo como base la adaptación de la metodología PRISMA [Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses] (Urrútia & Bonfill, 2010). La pregunta de la investigación establecida para conducir el proceso metodológico fue la siguiente: ¿Cuáles son las aplicaciones de la inteligencia artificial en las Smart factories?

**Fundamentación de la metodología:**

Las revisiones sistemáticas son resúmenes claros y estructurados de la información disponible orientada a responder una pregunta específica (Julio Villanueva, 2018). Tomando en cuenta esta definición, se puede observar la importancia de desarrollar el estudio siguiendo un método repetible, claro y que considere la evaluación del riesgo de sesgos.

En la actualidad, tomar conocimiento para cualquier disciplina es complicado por la cantidad inmensa de información que existe, además que no toda esta información proviene de una fuente confiable; es por ello que un investigador debe recurrir a “una estrategia de recopilación de información” que vuelva asequible el tedioso proceso de literatura científica.

**Proceso de recolección de información**

Para el proceso de búsqueda se usaron como palabras clave los siguientes términos: “Artificial intelligence”, “Smart factories”. Se diseñó el siguiente protocolo con la combinación de los términos establecidos: [ (“artificial” AND “intelligence”) AND (“smart” AND “factories”)]. Como base de datos se utilizó SCOPUS.

La consulta de búsqueda se describe a continuación:

( TITLE-ABS-KEY ( artificial AND intelligence ) AND TITLE-ABS-KEY ( smart AND factories ) ) AND PUBYEAR > 2016 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Artificial Intelligence" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Industry 4.0" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Smart Factory" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Manufacture" ) ) AND ( LIMIT-TO ( OA , "all" ) )

**Criterios de inclusión y de exclusión**

En el presente estudio, se tomaron en cuenta artículos publicados en bases de datos científicas donde se consideraron aquellos que presentaban el idioma inglés y español, además que fueron publicados entre los años 2017 y 2022.

Los artículos seleccionados son aplicables en entornos actuales de la industria 4.0.

Como criterio de exclusión, no se consideraron aquellas publicaciones que desarrollen temas de la inteligencia artificial relacionada con otros temas o que solo contengan extractos de noticias.

**RESULTADOS**

La búsqueda de artículos en las bases de datos y motores de búsqueda nos produjo un total de 56 artículos originales en los periodos de tiempo de 2018 a 2022, de los cuales se seleccionaron de la siguiente manera para la investigación: SCOPUS, 54 artículos. Con este número total de 54 artículos para la presentación final, se procedió a identificar cuales son los uses más comunes de la inteligencia artificial dentro de las Smart Factories.

Primero se procedió a identificar el país de desarrollo de cada artículo para identificar evidenciar el desenvolvimiento global de este tema como se muestran las publicaciones en las revistas internacionales presentados en la Tabla 1.

La ubicación geográfica de los países a los que pertenecen los estudios desarrollados evidencia que el tema de ciberseguridad y seguridad de la información es de interés global y se actualiza cada año para enfrentar las nuevas problemáticas que surgen día a día.

**Tabla 1**

**Relación de universidades o instrucciones que referencian las aplicaciones de la inteligencia artificial en Smart Factory en los diferentes artículos publicados por año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Universidad o Institución** | **Revista de publicación del artículo** | **País** | **Año** |
| Universidad de Luxenburgo | [Sensors](https://www.scopus.com/sourceid/130124?origin=resultslist) | Luxemburgo | 2022 |
| Universidad de Zilina | Applied Sciences | Eslovaquia | 2022 |
| Universidad Politécnica de Marche | Information | Italia | 2022 |
| Universidad Sungkyunkwan | Applied Sciences | Corea del Sur | 2022 |
| Universidad Eskisehir Osmangazi | Sensors | Turquía | 2022 |
| Universidad Tecnológica de Rzeszów | Sensors | Polonia | 2022 |
| Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia | [Sustainability](https://www.scopus.com/sourceid/21100240100?origin=resultslist) | Finlandia | 2022 |
| Universidad de Medicina, Farmacia, Ciencia y Tecnología George Emil Palade de Targu Mures | Sensors | Rumania | 2022 |
| Universidad de Swansea | [Journal of Intelligent Manufacturing](https://www.scopus.com/sourceid/24363?origin=resultslist) | Reino Unido | 2022 |
| Qatar University | Hindawi | Catar | 2022 |
| Federal University of Amazonas,Hard Sciences and Technology Institute | International Journal of Production Management and Engineering | Brazil | 2021 |
| Universidad Lucian Blaga de Sibiu, Universidad de Southampton | MDPI | Rumania | 2022 |
| Universidad del Sur de Florida,Universidad de Fuzhou | Journal of ICT standardization | EE. UU | 2021 |
| University West, Suecia | MDPI | Suecia | 2021 |
| Korea Polytechnic University | MDPI | Corea del sur | 2021 |
| Universidad Nacional Normal de Taiwán | MDPI | Taiwan | 2021 |
| Mondragon Unibertsitatea | MDPI | España | 2021 |
| Sungkyunkwan University | MDPI | Corea del sur | 2021 |
| Eskisehir Osmangazi University | Sensors | Turquía | 2022 |
| Al-Madina Higher Institute for Engineering and Technology | IEEE Access | Egipto | 2021 |
| National University of Ireland Galway | Applied Sciences (Switzerland) | Irlanda | 2022 |
| Sungkyunkwan University | Electronics (Switzerland) | Corea del Sur | 2022 |
| Shanghai University | Journal of Physics: Conference Series | China | 2021 |
| University of Zagreb | Applied Sciences (Switzerland) | Croacia | 2021 |
| University of Auckland | Journal of Physics: Conference Series | Nueva Zelanda | 2020 |
| Northeastern University | IFAC-PapersOnLine | China | 2020 |
| National Chiao Tung University | Sensors (Switzerland) | Taiwan | 2019 |
| Kumoh National Institute of Technology | IET Science, Measurement and Technology | Corea del Sur | 2022 |
| The Cyber-Physical Production Networks Research Unit at AAER, Wellington | ISPRS International Journal of Geo-Information | Nueva Zelanda | 2021 |
| Anhui Science and Technology University | Security and Communication Networks | China | 2021 |
| Taylor’s University | PeerJ Computer Science | Malaysia | 2021 |
| University of Bradford | Neural Computing and Applications | Reino Unido | 2021 |
| Nanjing University of Aeronautics and Astronautics | IEEE Access | China | 2021 |
| University of Limerick | Applied Sciences (Switzerland) | Irlanda | 2020 |
| LMU Munich | International Journal on Software Tools for Technology Transfer | Alemania | 2020 |
| TeCIP Institute ICT-COISP Center | Applied Sciences (Switzerland) | Italia | 2020 |
| University of Zilina | Addleton Academic Publishers | Irlanda | 2020 |
| KIIT University | International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering | India | 2019 |
| Deemed University | International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering | India | 2019 |
| Amity University | International Journal of Recent Technology and Engineering | India | 2019 |
| Vienna University of Technology | International Journal of Computer Integrated Manufacturing | Austria | 2019 |
| South China University of Technology | IEEE Access | China | 2020 |
| University of Portsmouth, Lund University | Information Systems Frontiers | Reino Unido | 2020 |
| Perfect Production GmbH | Fabriksoftware | Alemania | 2020 |
| Universidad Politécnica de Madrid | Sensors | España | 2020 |
| Bayesian AI Laboratory | IEEE Access | EE. UU | 2020 |
| South China University of Technology | IEEE Access | China | 2018 |
| Tianjin Polytechnic University | IEEE Access | China | 2019 |
| Karlsruhe Institute of Technology | ScienceDirect | Alemania | 2020 |
| University of Trier | ScienceDirect | Alemania | 2021 |
| Hohai University | ScienceDirect | China | 2022 |
| South China University of Technology | IEEE Access | China | 2020 |
| Chiang Mai University | IEEE Access | Tailandia | 2022 |
| University of South Florida | IEEE Access | EE. UU | 2020 |

**Gráfico 1**

**Relación de países a las que pertenecen las instituciones que hacen referencia a aplicaciones de la inteligencia artificial en Smart Factory**

**Tabla 2**

**Áreas de aplicación y metodologías para el desarrollo de inteligencia artificial en Smart factory**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área** | **Metodología** | **Autor** |
| Prediction for Manufacturing Factors in a Steel Plate Rolling Smart Factory | Machine Learning | C. Y. Park, J. W. Kim, B. Kim and J. Lee |
| Cloud-Assisted Smart Factory | Machine Learning | J. Wan, J. Yang, Z. Wang and Q. Hua |
| Modeling and Simulation of Robot Inverse Dynamics for Smart Cities and Factories | LSTM-Based Deep Learning Algorithm | [N. Liu](https://ieeexplore.ieee.org/author/37086958930), [L. Li](https://ieeexplore.ieee.org/author/37077804600); [B. Hao](https://ieeexplore.ieee.org/author/37087121064), [L. Yang](https://ieeexplore.ieee.org/author/37087120707), [T. Hu](https://ieeexplore.ieee.org/author/37087119627), [T. Xue](https://ieeexplore.ieee.org/author/37086959822), [S. Wang](https://ieeexplore.ieee.org/author/38066995400) |
| AMTC Learning Factory | 5G and AI Technology Application | W. Zhanga, W. Caia, J. Mina, J. Fleischerb, C. Ehrmanna, C. Prinzc, D. Kreimeier |
| Object Detection for Smart Factory Processes | Machine Learning | [L. Malburg, M. Rieder, R. Seiger, P. Klein, R. Bergmann](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921007821#!) |
| real-time manufacturing data to schedule a smart factory | Reinforcement learning | W. Gu, Y. Li, D. Tang, X. Wang, M. Yuan |
| Artificial-Intelligence-Driven CustomizedManufacturing Factory | Artificial-Intelligence | [J. Wan](https://ieeexplore.ieee.org/author/37392096200), [X. Li](https://ieeexplore.ieee.org/author/37086341050), [H. Dai](https://ieeexplore.ieee.org/author/37291911200), [A. Kusiak](https://ieeexplore.ieee.org/author/37298822400), [M. Martínez](https://ieeexplore.ieee.org/author/37086123230), [D. Li](https://ieeexplore.ieee.org/author/37402911300) |
| Review on Artificial Intelligence Applications in Manufacturing Industrial Supply Chain | Artificial Intelligence Applications | [S. Teerasoponpong](https://ieeexplore.ieee.org/author/37089321805), [P. Sugunnasil](https://ieeexplore.ieee.org/author/37973119400) |
| Wireless Networked Multirobot Systems in Smart Factories | Multirobot systems | C. Kwang-Cheng, L. Shih-Chun, H. Jen-Hao, L. Chun-Hung, F. Andreas, G Fettweis |
| SCADA Network Traffic | Decision Tree Algorithm | Ahakonye, Love Allen Chijiokea;Nwakanma, Cosmas Ifeanyi;Lee, Jae-Minb;Kim, Dong-Seong |
| Smart networked factories | Real-time process monitoring | Brown, MatthewSend mail to Brown M. |
| Cloud 5G and Cloud 6G | Data Security Storage | Wang, Huige;Chang, Xing;Chen, Kefei |
| Botnet attacks in IoT smart factory | Honeypot combined with machine learning | Lee, Seungjin;Abdullah, Azween;Jhanjhi, Nz;Kok, Sh |
| Industry 4.0 for food manufacturing | Machine learning | Konur, Savas;Lan, Yanga;Thakker, Dhavalkumar;Morkyani, Geev;Polovina, Nereida;Sharp, James |
| Smart Factory | Reinforcement Learning with Composite Rewards | Zhou, Tong;Tang, Dunbing;Zhu, Haihua;Wang, Liping |
| Industry 4.0 | Autonomous Intelligent Vehicles | Rao, Muzaffar;Lynch, Liam;Coady, James;Toal, Daniel;Newe, Thomas |
| Adaptive systems | Coevolution paradigm | Gabor, Thomasa;Sedlmeier, Andreas;Phan, Thomy;Ritz, Fabiana;Kiermeier, Marie;Belzner, Lenza;Kempter, Bernhard;Klein, Cornel;Sauer, Horst;Schmid, Reiner;Wieghardt, Jan;Zeller, Marc |
| Multi-agent systems | Simulation model | Iannino, Vincenzo.;Mocci, Claudioa;Vannocci, Marcoa;Colla, Valentina.;Caputo, Andrea;Ferraris, Francesco |
| Wireless Communications and Mobile Computing | Red Neuronal Artificial | Mohammed Mudassir, Devrim Unal, Mohammad Hammoudeh,  and Farag Azzedin |
| Manufacturing environments | Cyber-Physical Production – CPS | Moisés Andrade Coelho, Franciel Andrade de Oliveira, Lindara Hage Dessimoni & Nicole Sales Libório |
| Interacción humano-computadora | Árbol Informado | Arpad Gellert, Radu Sorostinean y Bogdan-Constantin Pirvu |
| Wireless Communications and Mobile Computing | Reinforcement Learning | Zhenyi Chen, Chen Dong y  Zixiang Nie |
| Detección de imágenes | Aprendizaje supervisado | Mikael ericsson, Dahniel Johansson y David stjern |
| Big data, IOT | Red neuronal artificial | Kwang Jin Kwak y Parque Jeong-Min |
| Detección de imágenes | Redes neuronales convolucionales | Cheng-Wei Lei, Li Zhang, Tsung-Ming Tai , Chen-Chieh Tsai , Wen-Jyi Hwang  y Yun-Jie Jhang |
| Análisis de big data | Aprendizaje supervisado | Oscar Serradilla, Ekhi Zugasti, Julián Ramírez, Jon rodríguez y Urko Zurutuza |
| Detección de errores | Redes neuronales convolucionales | Hyeonjong Ha y Jongpil Jeong |

**Concepto de Inteligencia Artificial**

Lasse Rouhiainen (2018) menciona que la inteligencia artificial es una habilidad que se le otorga a los ordenadores por medio de algoritmos y aprendizaje de datos para hacer actividades que requieren del uso de la inteligencia humana, con la diferencia que estos mismos no necesitan un descanso y son capaces de realizar análisis masivos de información de una forma mas rápida y eficiente. También destaca que el índice de errores en las tareas se ve significadamente reducidos al ser ejecutados por una máquina.

**Concepto de Machine Learning**

El Machine Learning es una ciencia de la Inteligencia Artificial que busca el aprendizaje por parte de los ordenadores a partir de datos o casos. En la programación convencional, se busca desarrollar una solución específica para cada uno de los requisitos planteados, por otro lado, en el área del Machine Learning, se desarrollan algoritmos que puedan generar patrones a partir de datos extraídos, de esta manera generando una solución partiendo desde dicho algoritmo.

**Concepto de Smart Factory**

El término Smart Factory está asociado a la incorporación de tecnologías a los procesos productivos de una industria, resultando una producción automatizada, eficiente y reduciendo los costos de mano de obra. Así mismo, es un concepto que surgió en base a la Industria 4.0 como su máxima expresión y desarrollo, buscando que las fábricas sean capaces de adaptarse a distintas tareas, cambiar los procesos de producción, fabricar diferentes productos y adaptarlos a las necesidades de los clientes.

**Concepto de Redes Neuronales**

Son definidas como un conjunto de técnicas de procesamiento de la información que simulan la forma de procesar información del sistema nervioso biológico, tratando de emular el funcionamiento del cerebro, de otra forma, redes entrenadas a través de entradas y salidas que se multiplican por pesos al azar que permiten adecuarse a cada escenario interno o externo al sistema.

**CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN**

**Discusión**

La revisión de la literatura científica realizada nos ubica en un contexto de diversidad de aplicaciones de la inteligencia artificial las cuales están en el ámbito de Smart Factory. En cuanto a los enfoques, buscan adaptar a las empresas a iniciar en su proceso de cambio a la Industria 4.0, demostrando las ventajas de los usos de la inteligencia artificial en las Smart Factories, demostrando su eficiencia, seguridad y flexibilidad.

Las tendencias que se evidencian, son principalmente las que se desarrollan haciendo uso de machine learning. Los potenciales y desafíos en la aplicación de inteligencia artificial y machine learning en su implementación en Smart Factory han sido examinados minuciosamente y las preocupaciones y direcciones a futuro han sido identificados.

Considerando lo abstraído en esta investigación, las aplicaciones de inteligencia artificial con relación a las Smart Factories a partir de la revisión de Publicaciones académicas en la base de Datos SCOPUS de los últimos cinco años, en donde se observa que a lo largo de esos años se han ido desarrollando nuevas técnicas y sectores o áreas donde se están aplicando, demostrando lo importante que se ha vuelto este tema (ver tabla 2) además de ser un tema desarrollado a nivel mundial como se puede evidenciar en la tabla 1.

**Conclusiones**

**REFERENCIAS**