

# REVISIÓN DE LAS APLICACIONES DE APRENDIZAJE DE MÁQUINAS SUPERVISADAS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

Herrera, Gerardo.  
Castillo, Yemala.

08 de Marzo de 2021

## Resumen

### 1. Resumen

El aprendizaje automático se centra en desarrollar y aprender herramientas informáticas que utilizan experiencias pasadas para tomar decisiones futuras, así como en la creación de programas que puedan aprender de los datos. El propósito de este artículo es revisar sistemáticamente el estado actual de los algoritmos de aprendizaje automático supervisado más importantes utilizados en la industria manufacturera. La evaluación muestra que ningún algoritmo supera a todos los escenarios, ya que cada algoritmo tiene su propia área de aplicación específica. Se utilizó el método de estudio de mapeo sistemático (SMS) y se seleccionaron 30 documentos luego de aplicar criterios de inclusión y exclusión.

Palabras clave: Machine learning, aprendizaje automático supervisado, SMS, revisión bibliográfica, industria manufacturera.

### 2. Abstract

Machine Learning is the design and study of computer tools that use past experiences to make future decisions; It is also the study of programs that can learn from data. The main objective was to carry out a documentary review of the state of the art of the most relevant supervised machine learning algorithms, applied in the manufacturing industry, in a systematic way. The article shows that each algorithm differs in application area and no algorithm is more powerful than another in different scenarios. The methodology used was a systematic SMS mapping study. Thirty articles were selected after applying the defined

inclusion and exclusion criteria. The review indicated that the most commonly used algorithms are RF, SVM, and neural networks, and they are mainly used for fault detection, process control, and quality control in the manufacturing industry.

Key words: Machine learning, supervised ML, SMS, literature review, manufacturing industry

### 3. Introducción

El aprendizaje automático es importante en la fabricación moderna, ya que ayuda a optimizar los procesos y predecir posibles errores. Es el arte de diseñar sistemas informáticos que aprendan de datos pasados para tomar decisiones futuras. Esto implica discriminación estadística, donde las máquinas hacen el difícil trabajo de extraer información de datos complejos. El objetivo principal del aprendizaje automático es generar reglas desconocidas a partir de ejemplos, como el filtrado de spam en el correo electrónico. En la fabricación, el aprendizaje automático supervisado se utiliza ampliamente para mejorar las ganancias y prevenir problemas. El propósito de este estudio es revisar las aplicaciones de los algoritmos de aprendizaje automático en la industria manufacturera, con especial énfasis en las aplicaciones más comunes.

### 4. Métodos

Esta investigación es de naturaleza documental e incluye artículos publicados sobre aplicaciones, diseños y algoritmos de aprendizaje automático supervisados implementados en la industria manufacturera. Se realizaron búsquedas en diversas bases de datos científicas, entre ellas: Scopus, WoS, Embase, IEEE Xplore, PlosOne, Medline, ScienceDirect, Scielo, Redalyc y Google Scholar.

La selección de la literatura se realizó mediante el método de mapeo de sistemas (SMS) propuesto por Peterson et al., en 2008. Este método consta de cinco etapas, las cuales se describen y presentan gráficamente en el estudio.

1. Definir preguntas de investigación.
2. Realizar la búsqueda literaria.
3. Seleccionar estudios.
4. Clasificar artículos.
5. Extraer y realizar la agregación de datos.

Todos los pasos anteriores se realizan para identificar los documentos más adecuados para el tema de investigación, asegurando que satisfagan las necesidades del sujeto de investigación y logren los objetivos establecidos.

### 5. Resultados y Discución

La pregunta general fué :” ¿Cuáles son las aplicaciones y algoritmos de aprendizaje automático supervisados en la industria fabricante?”Se realizaron dos



Figura 1: Pasos del mapeo sistemático SMS. Fuente: Peterson y otros (2008).

búsquedas, primero una exploratoria y luego una definitiva utilizando criterios específicos para seleccionar los documentos adecuados.

Luego de recuperados los documentos, se utilizaron las siguientes preguntas:

1. ¿Está la publicación enfocada en aplicaciones de aprendizaje automático supervisado?
2. ¿Describe la publicación los proyectos de investigación o implementación realizados en un país latinoamericano?
3. ¿Se publicó el documento entre enero de 2014 y mayo de 2020?
4. ¿Es la publicación para tesis de magister o PhD?
5. ¿La publicación recuperada está escrita en inglés o español?

Si la respuesta fue “Sí”, a todas las preguntas sobre el artículo seleccionado el documento se incluyó en una revisión de elegibilidad. Por otro lado, se definieron criterios de exclusión, permitiendo eliminar artículos con absoluta certeza. Las preguntas de exclusión fueron:

1. ¿Se centra la publicación en el desarrollo aplicaciones de aprendizaje automático de Deep learning o semi-supervisado?
2. ¿La publicación describe proyectos de investigación o implementación que se desarrollaron fuera de los países latinoamericanos?
3. ¿Es la publicación una revisión, un proyecto de grado o un libro de texto?
4. Más de 5 años
5. No es pertinente.
6. Es un capítulo de Libro

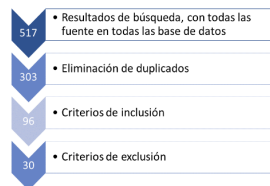
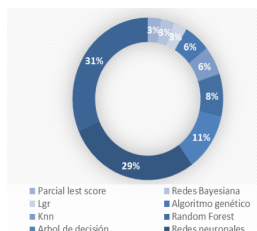


Figura 2: Número de documentos seleccionados por algunos pasos del mapeo sistemático

La imagen muestra la cantidad de documentos seleccionados por algunos de los pasos del mapeo sistemático, de los 517 documentos iniciales, solo luego del filtrado quedan 30 documentos.

[illegible]

Luego, se realizó un análisis tabular de los documentos encontrados, considerando cuatro categorías: tipo de algoritmos, importancia (número de citas), aplicación en la industria manufacturera y base de datos consultada.



referidos al algoritmo redes neuronales tiene el 32 por ciento, el SVM posee el 29 por ciento de los casos y el tercer lugar lo ocupan el random forest y el parcial lest score ambos con el 12 por ciento, esto se puede evidenciar en la imagen que se muestra. En la categoría aplicación del algoritmo en la industria manufacturera se encuentra que las aplicaciones utilizadas con frecuencias son diagnóstico de fallas, Monitoreo de procesos/maquinas/herramientas/impresión y Predicción/ control de calidad, cada una representando el 13 por ciento. De la misma manera, se analizó la categoría denominada, base de datos consultada, en este caso se encontraron mayores documentos para analizar según el tema buscado en ACM (48 por ciento), en el segundo lugar en la que se pueden encontrar artículos utilizando las palabras clave mencionadas es el Ieeexplore, con 36 por ciento.

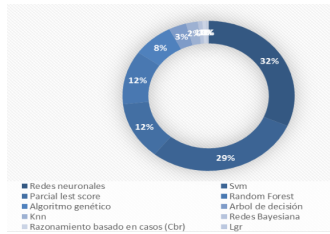


Figura 5: Resultados del mapeo sistemático por importancia o citas

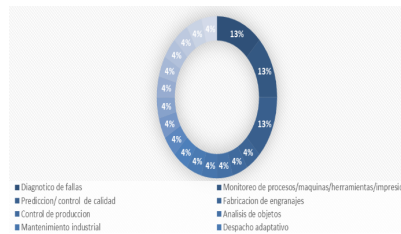


Figura 6: Resultados del mapeo sistemático por aplicación

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

En la revisión documental, se encontró que el algoritmo más utilizado fue SVM (31 por ciento), seguido de cerca por Redes Neuronales (32 por ciento). Los algoritmos menos comunes incluyeron Regresión Logística, Redes Bayesianas y Parcial Lest Score. Los usos principales en la industria manufacturera fueron el diagnóstico de fallas, el monitoreo de procesos y la predicción/control de calidad. Se recomienda el uso de Bosques Aleatorios, SVM y Redes Neuronales debido a su versatilidad y eficacia en estas aplicaciones. La mayoría de los documentos se encontraron en la base de datos ACM.

## 7. Referencias y Bibliografías

- Agnieszka, O., Druzdz, M., y Wasyluk, H. (2011). Aprendiendo los parámetros de la red bayesiana a partir de pequeños conjuntos de datos: aplicación de puertas o ruidos. *International Journal of Approximate Reasoning* 27, 2. Pag. 165-182.
- Alsina, E. F., Chica, M., Trawin'ski, K., y Regattieri, A. (2018). Sobre el uso de métodos de aprendizaje de máquinas para predecir la fiabilidad de los componentes a partir de estudios de casos industriales basados en datos. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 94, 5-8 2419-2433.
- Delli, U. y Chang, S. (2018). Monitoreo automatizado de procesos en impresión 3D usando aprendizaje automático supervisado. En *Procedia Manufacturing*. vol. 26, Elsevier B.V., pp. 865-870.

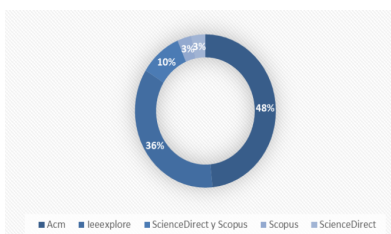


Figura 7: Resultados del mapeo sistemático por base datos consultada

Ge, Z., Song, Z., Ding, S. X., y Huang, B. (2017). Minería de datos y análisis en la industria de procesos: El papel del aprendizaje automático. *IEEE Access* 5, 20590-20616.

Liu, R., Meng, G., Yang, B., Sun, C., Y Chen, X. (2017). Arquitectura neuronal convolutiva de series temporales dislocadas: Un enfoque de diagnóstico inteligente de fallas para una máquina eléctrica. *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 13, 3, 1310-1320.

Lokrantz, A., Gustavsson, E., Y Jirstrand, M. (2018). Análisis de causa raíz de fallas y desviaciones de calidad en la fabricación usando el aprendizaje de la máquina. *Procedimiento CIRP* 72, 1057-1062.

Madureira, A., Santos, J. M., Gomes, S., Cunha, B., Pereira, J. P., y Pereira, I. (2014). Reprogramación de pedidos urgentes de fabricación: Un programa de aprendizaje supervisado. En *2014 6º Congreso Mundial sobre Naturaleza y Computación Inspirada Biológicamente, NaBIC 2014*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., pp. 299-304.

Mao, Q., Ma, H., Zhang, X., y Zhang, G. (2018). Un algoritmo mejorado del Árbol de Decisión de Asimetría SVM para la clasificación de los defectos de las cintas transportadoras de cable de acero. *Ciencias Aplicadas (Suiza)* 8, 12.

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S. y Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 17 (1), 68-77.

Madureira, A., Santos, J. M., Gomes, S., Cunha, B., Pereira, J. P., y Pereira, I. (2014). Reprogramación de pedidos urgentes de fabricación: Un programa de aprendizaje supervisado. En *2014 6º Congreso Mundial sobre Naturaleza y Computación Inspirada Biológicamente, NaBIC 2014*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., pp. 299-304.