

VOL I

ISSN 2594-1054

# SYMPOSIUM FOR APPLIED COMPUTER SCIENCE

Misantla Veracruz, México





SYMPOSIUM FOR APPLIED  
**COMPUTER SCIENCE**  
( S A C S )

### Información Legal

**SYMPOSIUM FOR APPLIED COMPUTER SCIENCE (SACS)**, Año 1, Vol 1, noviembre 2016 - noviembre 2017, es una publicación anual editada por el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz, México, C.P. 93821, teléfono 01 (235) 323 15 45, msc.itsm.edu.mx. Editor responsable Dr. Eddy Sánchez de la Cruz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-102716083000-203, ISSN 2594-1054, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Última actualización 25 de noviembre de 2017. Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz, México, C.P. 93821.

Se autoriza cualquier reproducción parcial de los contenidos o imágenes de la publicación siempre y cuando sea sin fines de lucro o para usos estrictamente académicos, citando invariablemente la fuente sin alteración del contenido y dando los créditos a los autores del artículo.

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad de los autores y no representa el punto de vista del editor del SYMPOSIUM FOR APPLIED COMPUTER SCIENCE (SACS).

## **DIRECTORIO**

**Dr. José Alberto Gaytán García**

Director General, ITSM, Veracruz, México

**M.S.I. Ana Lilia Sosa y Durán**

Subdirectora Académica, ITSM, Veracruz, México

**M.A. José Edgar Soto Meneses**

Director de Planeación y Vinculación, ITSM, Veracruz, México

**M.C. Reyes Pérez y Cano**

Director de Servicios Administrativos, ITSM, Veracruz, México

**Lic. Lidia Herrera Domínguez**

Subdirectora de Vinculación, ITSM, Veracruz, México

**Ing. Carlos Yossio Nakase Rodríguez**

Subdirector del Sistema Abierto, ITSM, Veracruz, México

## **CUERPO EDITORIAL**

M.S. C. José Antonio Hiram Vázquez López, ITSM

M.I.A. Roberto Ángel Melendez Armenta, ITSM

Dr. Jorge Mario Figueroa García, ITSM

Dr. Saúl Reyes Barajas, ITSM

Dr. Simón Pedro Arguijo Hernández, ITSM

Dr. Alejandro del Rey Torres Rodriguez, ITSM

Dr. Joel Maurilio Morales García, ITSM

M.S.C Eduardo Gutiérrez Almaraz, ITSM

Dr. Iván Vladimir Meza Ruiz, UNAM

Dr. Suresh Gadi, UAdeC

## **Diseño Editorial**

Fernández Rodríguez Lus Noel

Vázquez Aquino Mariá Areli

## **Distribución**

Publicación electrónica disponible en:

<http://msc.itsm.edu.mx/sacs/index.php>

Correo electrónico:

[sacs@itsm.edu.mx](mailto:sacs@itsm.edu.mx)



## INDEX

<b>Herramientas para la creación de un sistema Multi-agente para encontrar la ruta óptima</b>	<b>1</b>
Alexis Jonathan Hernández Martínez	
<b>Análisis de las técnicas de aprendizaje automático para la clasificación de cáncer de piel</b>	<b>6</b>
Duanny Hernández-Barbadillo and Rajesh Roshan-Biswal	
<b>Modelo de red bayesiano para el desarrollo de la comprensión de lectura en niños de educación básica.</b>	<b>12</b>
Ernesto Ulises Rodríguez Barrios	
<b>Diseño, implementación e i plantacion del sistema de seguridad para el control de acceso y tranferencia de datos de SITM</b>	<b>18</b>
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Praesent nec erat lorem.	
<b>Reconstrucción Tridimensional de Objetos</b>	<b>24</b>
Ignacio Martínez Rojas	
<b>Diseño de un modelo capaz de ajustar el confort térmico de los estudiantes.</b>	<b>35</b>
Ivan Juarez García	
<b>Introducción a técnicas de aprendizaje automático para la predicción de terremotos</b>	<b>36</b>
José Antonio García-Pérez	
<b>Un estudio comparativo de las técnicas de aprendizaje automático para la predicción de enfermedades del corazón.</b>	<b>41</b>
Marcela Lara Cruz	
<b>Categorization of carcinogenic abnormalities in mammography digital images using deep learning</b>	<b>50</b>
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Praesent nec erat lorem.	

# Herramientas para la creación de un sistema Multi-agente para encontrar la ruta óptima.

Alexis Jonathan Hernández Martínez <sup>a</sup>;

<sup>a</sup> Technological Institute of Misantla, Veracruz, Mexico

## Resumen

Los medios de transporte que existen en la actualidad (transporte público, automóvil propio, motocicletas) ha sido crucial para la vida del ser humano. La crisis de tráfico es un problema que a menudo ocurre debido a la gran cantidad de automóviles que existen en las calles. Ocasionalmente que las personas que quieren llegar a su destino se ven afectadas por la pérdida de tiempo que ocasiona un tráfico vial, para poder dar solución al problema se pretende utilizar una de las ramas de la inteligencia artificial que son los agentes inteligentes. Los cuales ayudarán a simular un escenario real del tráfico vial en donde los agentes podrán encontrar una ruta más óptima al destino de llegada, disminuyendo así el tiempo de llegada del usuario.

Keywords: Multi-agentes, Congestionamiento, Tráfico vehicular

## 1. Introduction

En los últimos años el aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial han traído como consecuencia, particularmente en las ciudades grandes, incrementos en la congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales, bastante mayores que los considerados aceptables por los ciudadanos. Ese aumento explosivo surge de un mayor acceso al automóvil. Esto se debe a la facilidad de poder obtener un medio de transporte ya sea un automóvil, motocicleta, motoneta, etc, fruto del aumento del poder adquisitivo de las clases socioeconómicas de medianos ingresos, el mayor acceso al crédito, la reducción relativa de los precios de venta, una mayor oferta por recirculación de autos usados y el crecimiento de la población.

Un agente inteligente es un sistema computacional capaz de actuar y percibir de manera autónoma, que habita en un entorno dinámico y complejo, cumpliendo un conjunto de objetivos para el que fue diseñado. Ser autónomo en un agente significa que son independientes y que pueden decidir qué acciones (objetivos) desempeñar [5]. Los agentes tienen sus propios objeti-

vos y trabajan de manera independientes, comúnmente pueden lograr sus objetivos más rápido al interactuar con otros agentes.

La utilización o aplicación de agentes inteligentes ha ido aumentando, gracias a las diferentes simulaciones virtuales que se pueden efectuar, que ayudan a las organizaciones o empresas a simular diferentes escenarios como, por ejemplo: cual va a hacer el impacto que tendrá al lanzarse un producto nuevo a la sociedad. Los agentes inteligentes tienen una gran influencia en diversos sectores de la sociedad como la industria, educación, medicina, comercio, entretenimiento, entrenamiento militar, control de tráfico, etc [4].

En este artículo de investigación proponemos con la utilización de agentes inteligentes en encontrar la mejor ruta vial para optimizar el tiempo de espera de los automóviles que circulan en la ciudad de Misantla Veracruz, la ruta que se pretende optimizar es del centro de la ciudad al Instituto Tecnológico Superior de Misantla Veracruz.

---

<sup>\*</sup> Corresponding author. E-mail: esanchezd@itsm.edu.mx

## 2. Related work

El autor Liu et al., en los últimos años se han propuesto muchas soluciones y algoritmos para el control de semáforo con el fin de mejorar la congestión del tráfico, la mayoría de estos algoritmos se centran en el tráfico motorizado (vehículos), dejando a un lado el tráfico no motorizado (peatones y ciclistas), en la mayoría de los casos los usuarios no motorizados tienen que activar manualmente el sistema de tiempo presionando un botón, lo que puede afectar la eficiencia general de todo el sistema de control del semáforo. Para solucionar el problema el autor utiliza agentes con la técnica de Q-learning de aprendizaje por refuerzo el cual ayuda a tomar una serie de acciones óptimas para el medio ambiente, y luego obtiene una recompensa instantánea para maximizar el beneficio acumulado a lo largo del tiempo. El conocimiento del agente se refuerza durante el proceso de aprendizaje. El resultado obtenido es que funciona tanto para tráfico motorizado y no motorizado ya que funciona con un sistema multi-agentes con Q learning [10].

Kristensen and Johnson., en su trabajo se muestra un Simulation of Intelligent Traffic Control for Autonomous Vehicles el cual su objetivo principal es reducir el tiempo de espera de los vehículos de emergencia en los puntos de intersección de carreteras mediante la simulación de un control de tráfico inteligente para vehículos autónomos. El resultado final muestra que el simulador de control de tráfico inteligente reduce hasta un 96% el tiempo de espera de los vehículos de emergencia y otros vehículos normales [8].

LAMOUIK et al., el problema de su investigación son las intersecciones que no son solo una escena de accidentes automovilísticos diarios, sino también una gran causa de enojo y frustración para muchos conductores, lo que hace que la tarea de conducir sea difícil y peligrosa. Para dar solución al problema desarrollaron un Smart multi-agent traffic coordinator for autonomous vehicles at intersections, los autores utilizaron multi-agentes en una deep neural network y Deep reinforcement learning, el cual se encarga de coordinar el tráfico de vehículos autónomos en las intersecciones [9].

Vidhate y Kulkarni., de acuerdo con su investigación que realizaron los autores es que la crisis de tráfico a menudo ocurre debido a la carga de tráfico por la gran cantidad de automóviles en el camino, aumentando el

tiempo de espera de los automóviles. Para resolver el problema diseñaron un Cooperative Multi-agent Reinforcement Learning Models (CMRLM) for Intelligent Traffic Control, El estudio aprende un controlador con una tasa de aprendizaje = 0.5, tasa de descuento = 0.9 y  $\gamma = 0.6$  [13].

Ibrahim y Gasm., su investigación nos indica que el tiempo de inactividad en el tráfico afecta la productividad, las transacciones comerciales, el desarrollo de servicios y el nivel de vida, ya que el 'tiempo' es la verdadera capital en la actualidad. Además, el tráfico inactivo en las intersecciones quema una gran cantidad de combustibles fósiles, amenazando el medio ambiente en general y la salud de los transeúntes. De acuerdo con su investigación se concluyó la necesidad de realizar semáforos inteligentes que puedan resolver el problema anteriormente planteado, esto es con la ayuda de los agentes inteligentes. Los resultados de la simulación muestran que el uso de sistemas de multi-agentes es muy adecuado para lograr los objetivos establecidos, ya que reduce el tiempo de espera de cada automóvil [1].

Araghi, et al., los autores describen que la creciente cantidad de tráfico en las ciudades tiene un efecto significativo sobre la congestión del tráfico y, por lo tanto, el tiempo que lleva alcanzar cierto destino, la cantidad de contaminación del aire y las enfermedades relacionadas, para solucionar dicho problema desarrollaron un Optimal Design of Traffic Signal Controller Using Neural Networks and Fuzzy Logic Systems, que se encarga de ajustar de manera óptima un conjunto de tiempos verdes para los semáforos en una sola intersección con el fin de minimizar el tiempo de demora de viaje y la congestión del tráfico. Los resultados muestran que la red neuronal con un sistema de lógica difusa reduce la cantidad de tiempo de retardo en la intersección durante el período de simulación [2].

Sun et al., los autores proponen un modelo de flujo de tráfico basado en la cadena de Markov para los vehículos que circulan por las intersecciones señalizadas, mejorar las fórmulas y optimizar el resultado para obtener el rendimiento óptimo de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los resultados obtenidos en su proyecto es que las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos se pueden reducir en un 31,68% según el modelo de control de flujo de tráfico basado en la cadena de Markov [12].

Huang et al., la investigación de los autores se centra en pronosticar el flujo de tráfico a corto plazo mediante el modelo gray Verhulst combinado con las cadenas de Markov. El problema se presenta en el tráfico, los autores indican que es un sistema complejo no lineal y variable en el tiempo con el cuerpo humano involucrado. Se ha presentado el flujo de tráfico a corto plazo altamente incierto y no lineal debido a los factores complicados como la construcción de carreteras, accidentes de tráfico, clima complejo y distribución de viajes. Los resultados experimentales muestran que el modelo de pronóstico combinado propuesto en este documento puede hacer una mejor predicción del flujo de tráfico a corto plazo [6].

Withanawasam y Karunananda indican que la congestión del tráfico rodado es un problema socioeconómico crítico ya que causa un alto consumo de combustible, pérdida de tiempo, mayor contaminación ambiental, frustración y problemas de seguridad. La razón principal del aumento de la congestión del tráfico es el uso subóptimo de los recursos disponibles, como el tiempo y el espacio vial, debido al plan de señal de tráfico estático. Para solucionar el problema los investigadores utilizan los algoritmos genéticos que son introducidos para optimizar el flujo de tráfico, también proponen enfoques basados en lógica difusa para optimizar el tiempo promedio de espera para una intersección dada, el aprendizaje de refuerzo se aplica para salvaguardar la fluidez del flujo de tráfico entre múltiples intersecciones, la tecnología de sistemas multi-agente también se usa en enfoques previos para resolver problemas de control de tráfico para intersecciones múltiples. El método propuesto reduce la pérdida de tiempo en un 34% en comparación con el método de control de tráfico estático [14].

Huang et al., los investigadores nos indican que la manera de trasladarse de un lugar a otro es mediante un medio de transporte público, carro propio o incluso en bicicletas, ocasionando grandes cantidades de carros en las intersecciones provocando un grave embotellamiento vehicular, para solucionar el problema proponen un sistema de control de señales de tráfico multi-agente basado en la red ad hoc vehicular (VANET), cada agente de intersección consta de tres módulos: un módulo de comunicación, un módulo de control y un módulo de almacenamiento. Los resultados muestran que el método de control propuesto tiene diferentes grados de mejora en los índices de evaluación de la demora promedio del vehículo, la longitud promedio

de cola de cada fase y la capacidad de tráfico [7].

Xuan et al., los investigadores indican que para controlar o reducir el riesgo de transporte acuático, es necesario estudiar la tendencia de evolución del riesgo de tráfico marítimo. Con el rápido desarrollo de la industria del transporte de agua, el número de buques está creciendo explosivamente, debido a los cambios climáticos e hidrológicos en tiempo real, los factores de influencia de los accidentes de tráfico marítimo han ido evolucionando. Para ello proponen desarrollar un nuevo modelo de simulación de riesgos basado en el algoritmo de Markov Chain-Monte Carlo (MCMC) para el análisis del riesgo de tráfico marítimo cerca de tierra. Durante la simulación del modelo, se puede cambiar una variable a la vez, pero la variable de observación permanece constante. Por lo tanto, cuando se simplifican los procedimientos de muestreo aleatorio, se mejora la eficiencia de la simulación [15].

Dai et al., el problema de su investigación es que el sistema de tráfico varía en el tiempo y es complicado, por lo que los métodos tradicionales de control de señal no pueden satisfacer la demanda de la gestión moderna del tráfico. Para solucionar el problema sugieren desarrollar un nuevo modelo de control con arquitectura multi-agente para mejorar la eficiencia del control de la señal de tráfico y aliviar la congestión del tráfico. Los resultados muestran que el modelo de coordenadas multi-agente y el mecanismo de control de señal correspondiente son factibles y efectivos para las redes de tráfico [3].

### 3. Material and methods

Para mejorar el flujo de tráfico vehicular de Misantla Veracruz, se diseñará una arquitectura en un sistema multi-agente, el cual se encargará de simular el tráfico vehicular y dará soluciones para poder optimizar el tráfico en dicha ciudad. Este documento se centra en encontrar la ruta más corta del centro de la ciudad al tecnológico Superior de Misantla.

Los sistemas multi-agentes se han utilizado de manera eficaz para simular problemas complejos que ocurren en el mundo real, al realizar y analizar los resultados obtenidos de la simulación se comparan con el mundo real, de esta manera ayudan a encontrar solu-

ciones a problemas que son difíciles de solucionar.

Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medio ambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores. La arquitectura principal de un agente inteligente (Figure 1) es que tiene ciertas partes que le permiten realizar acciones. Un agente puede recibir entradas en cualquier instante [11].

El objetivo de la simulación es crear una imitación de un escenario de tráfico real que pueda dar soluciones de encontrar la ruta más óptima al Instituto Tecnológico Superior de Misantla. Los resultados que se van a obtener son de gran ayuda debido a que tienen un bajo costo y menos arriesgados. Se pretende utilizar la tecnología de multi-agentes desarrollados en JADE, este framework se utilizará para estimular la cooperación de los agentes inteligentes.

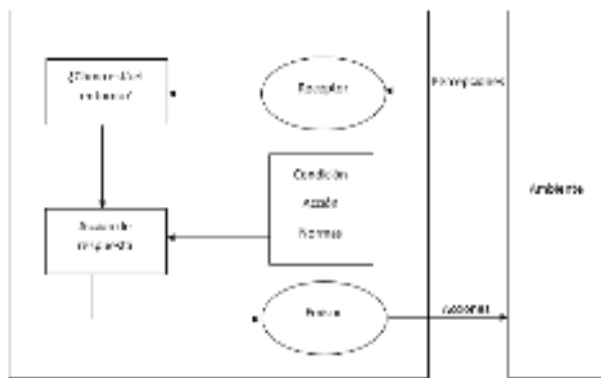


Figura 1. Arquitectura de un agente inteligente

#### 4. Resultados esperado

Los resultados esperados en esta investigación es que mediante la utilización de los sistemas multi-agentes e implementados en un simulador del mundo real den soluciones para encontrar la ruta mas óptima de ciertos puntos de la ciudad de Misantla Veracruz al ITSM.

#### 5. Conclusions

En este documento se presentan diversos trabajos que están relacionados con el tema de agentes inteli-

gentes, los cual servirán de apoyo para poder llevar a cabo el proyecto de investigación de crear una arquitectura para el desarrollo de agentes inteligentes que se pueda adaptar a la ciudad de Misantla Veracruz. También se muestra una arquitectura básica de como esta conformado un agente inteligente, que ayuda a comprender mejor como es que reacciona un agente en un ambiente de constantes cambios.

#### Referencias

- [1] Arwa Ibrahim Ahmed and Ashraf Gasm El.seed. Intelligent Traffic Light Based on Multi-agent System. In 2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies, pages 89–92. IEEE, dec 2013.
- [2] Sahar Araghi, Abbas Khosravi, and Doug Creighton. Optimal design of traffic signal controller using neural networks and fuzzy logic systems. In 2014 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), pages 42–47. IEEE, jul 2014.
- [3] Yuanhui Dai Yuanhui Dai, Houli Duan Houli Duan, Zhiheng Li Zhiheng Li, and Zuo Zhang Zuo Zhang. A multi-agent coordinate model for urban traffic signal control. Control and Automation (ICCA), 2010 8th IEEE International Conference on, pages 1882–1887, jun 2010.
- [4] Claudia Rosado Guzm. ENSEÑANZA DE FÍSICA EN EL TEMA : CONVERSIÓN DE UNIDADES FÍSICAS. (694).
- [5] Pedro Hípola and Benjamín Vargas-Quesada. Agentes inteligentes: definición y tipología. los agentes de información. 1999.
- [6] Darong Huang, Zhenping Deng, Ling Zhao, and Bo Mi. A short-Term traffic flow forecasting method based on Markov chain and grey Verhulst model. In Proceedings of 2017 IEEE 6th Data Driven Control and Learning Systems Conference, DDCLS2017, pages 606–610. IEEE, may 2017.
- [7] Xiao Huang, Qi Zhang, and Yu Wang. Research on multi-agent traffic signal control system based on vanet information. In Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2017 IEEE 20th International Conference on, pages 1–6. IEEE, 2017.
- [8] Terje Kristensen and Nnamdi Johnson Ezeora. Simulation of intelligent traffic control for autonomous vehicles. In 2017 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA), pages 459–465. IEEE, jul 2017.
- [9] Imad Lamouik, Ali Yahyaouy, and My Abdelouahed Sabri. Smart multi-agent traffic coordinator for autonomous vehicles at intersections. In 2017 International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP), pages 1–6. IEEE, may 2017.
- [10] Ying Liu, Lei Liu, and Wei-Peng Chen. Intelligent traffic light control using distributed multi-agent Q learning. In 2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pages 1–8. IEEE, oct 2017.
- [11] Stuart J Russell and Peter Norvig. Inteligencia Artificial: un enfoque moderno. Number 04; Q335, R8y 2004. 2004.
- [12] Jun Sun, Chunxiao Li, Jie Ding, Jing Yang, and Zhi Liu. A markov chain based traffic flow control model for reducing vehicles’ CO2 emissions. In 2015 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES), pages 250–255. IEEE, nov 2015.

- [13] Deepak A. Vidhate and Parag Kulkarni. Cooperative multi-agent reinforcement learning models (CMRLM) for intelligent traffic control. In 2017 1st International Conference on Intelligent Systems and Information Management (ICISIM), pages 325–331. IEEE, oct 2017.
- [14] Jayani Withanawasam and Asoka Karunananda. Multi-agent based road traffic control optimization. 2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pages 977–981, oct 2017.
- [15] S. Xuan, Y. Xi, C. Huang, S. Hu, and L. Zhang. Spatial Markov Chain simulation model of accident risk for marine traffic. In 2017 4th International Conference on Transportation Information and Safety, ICTIS 2017 - Proceedings, pages 664–669. IEEE, aug 2017.

# Análisis de las técnicas de aprendizaje automático para la clasificación de cáncer de piel

Duanny Hernández-Barbadillo and Rajesh Roshan-Biswal

Posgrado en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, C.P. 93821, Veracruz, México

**Resumen**-Los sistemas de diagnóstico asistido por computadora basados en imágenes dermatoscópicas tienen un potencial significativo para la detección temprana de cáncer de piel. El desarrollo de tecnologías en las áreas de procesamiento de imágenes y Machine Learning nos ha permitido diferenciar el melanoma maligno de los benignos que no requieren biopsia. Estas tecnologías permiten no solo la detección temprana del melanoma, sino también la reducción de la gran cantidad de procedimientos de biopsia innecesarios y costosos. En este artículo se revisó el estado del arte y se examinaron proyectos actuales, problemas y clasificación de imágenes dermatoscópicas, preprocesamiento, segmentación, extracción y selección de características. Este artículo informa los materiales y los resultados de las implementaciones que se han obtenido en los diferentes artículos descritos.

**Keywords:** Machine learning, clasificación, Lesión cutánea, métodos de aprendizaje automático,

## 1. Introduction

Una de las enfermedades con mayor afectación en la población de todo el mundo es el cáncer. Este padecimiento se da a raíz del crecimiento descontrolado de las células, lo que genera el desarrollo de tumores o masas anormales, las cuales se pueden presentar en cualquier parte del organismo. La piel es el órgano más grande presente en el cuerpo humano. El cáncer de piel es una enfermedad que puede atacar a cualquier edad, no solo afecta la piel, sino que puede tener un gran impacto en la vida de una persona, ya que puede aplastar la confianza en sí mismo, restringir su movimiento, y llevar incluso a la depresión. En México, el Registro Histopatológico de Neoplasias Malignas reportó que el 14.6% de las neoplasias malignas a nivel nacional corresponden a cáncer de piel [1]. El diagnóstico temprano del melanoma es crucial y podría conducir a un tratamiento exitoso. En la vida real, ir a consulta con un dermatólogo implica un coste elevado en la mayo-

ría de los casos. Se han creado diferentes desarrollos para hacer la detección temprana y automática del melanoma sea una posibilidad real. La llegada de la dermatoscopia ha permitido un aumento en la capacidad de diagnóstico clínico hasta el punto de que el melanoma puede detectarse en las etapas más tempranas. Esta tecnología ha permitido grandes colecciones de imágenes de melanomas y lesiones benignas. El desarrollo de tecnologías en las áreas de procesamiento de imágenes y Machine Learning permiten no solo la detección temprana del melanoma, sino también la reducción de la gran cantidad de procedimientos de biopsia innecesarios y costosos.

## 2. Trabajos previos

Bajaj et al. Proponen un sistema automático de diagnóstico de enfermedades de la piel, toma imágenes de una enfermedad de la piel como un aporte del usuario y predice el tipo de enfermedad de la piel. El sistema utiliza un enfoque de dos etapas para el proceso

\* Corresponding author. E-mail: rroshanb@itsm.edu.mx .edu.mx

de detección y predicción que amalgama ef cazmente el procesamiento de imágenes y el aprendizaje automático. En la primera etapa, la imagen de la condición de la piel está sujeta a numerosos tipos de técnicas de pre-procesamiento, seguido de la extracción de características. Las características extraídas para cada imagen se convierten en un vector de características. En la segunda etapa, los vectores de característica se alimentan a un algoritmo de aprendizaje automático (redes neuronales artificiales) para identificar la enfermedad y predecir. En la formación y las pruebas para 5 enfermedades (eczema, psoriasis, impétigo, melanoma, y esclerodermia).[2].

Ansari y Sarode. Proponen un sistema de detección de cáncer de piel utilizando SVM para la detección de la enfermedad de cáncer de piel. La metodología de diagnóstico utiliza métodos de procesamiento de imágenes y Apoyo Vector Machine (SVM). La imagen dermoscopia de cáncer de piel se toma y se pasa por debajo de varias técnicas de pre-procesamiento para la eliminación de ruido y mejora de la imagen. La imagen es sometida a la segmentación utilizando el método de umbrales. Algunas de las características de la imagen son extraídas utilizando la metodología GLCM.[3].



Figura 1. Diagrama de bloque del sistema propuesto.

Li y Shen. Proponen dos métodos de aprendizaje profundo para abordar tres tareas principales que surgen en el área del procesamiento de imágenes de lesiones cutáneas, es decir, segmentación de lesiones (tarea 1), extracción de características dermoscópicas de las lesiones (tarea 2) y clasificación de lesiones (tarea 3). Proponen un marco de aprendizaje profundo que consiste en dos redes residuales totalmente convolucionales (FCRN) para producir simultáneamente el resultado de la segmentación y el resultado de la clasificación aproximada. Se desarrolla una unidad de cálculo del índice de lesiones (LICU) para refinar los resultados de clasificación gruesa calculando el mapa de calor de distancia. Y una CNN directa para la tarea de extrac-

ción de características dermoscópicas. Los marcos de aprendizaje profundo propuestos se evaluaron en el conjunto de datos ISIC 2017[4].

Los estudiantes, M.Tech. (IT), AIM y ACT, Universidad Banasthali, Rajasthan, India proponen un sistema de diagnóstico de enfermedades de la piel que permite al usuario identificar las enfermedades de la piel para proporcionar tratamientos médicos en un período de tiempo muy corto. Para detectar enfermedades de la piel y ofrecer un tratamiento. IT utiliza tecnologías tales como el procesamiento de imágenes y la minería de datos para el diagnóstico de la enfermedad de la piel. Se utilizan cinco diferentes algoritmos de clasificación de minería de datos (AdaBoost, BayesNet, J48, MLP y NaiveBayes) para predecir y diagnosticar la enfermedad de la piel. Esto sólo funciona para tres enfermedades de la piel (eccema, impétigo y melanoma). Los investigadores presenta un clasificador basado en reglas difusas para discriminar un melanoma. Un sistema adaptativo Neuro Fuzzy inferencia (ANFIS) se aplica con el fin de descubrir las reglas difusas que conducen a la clasificación correcta. El método utilizado en este documento se llama ABCD. Se requiere el cálculo de 4 factores: Asymmetry (A), Frontera (B), Color (C) y diversidad (D). Este marco ha sido probado en una base de datos dermoscópico de 320 imágenes[5].

RS Gound et al. Proponen un sistema de diagnóstico basado en las técnicas de procesamiento de imágenes y la minería de datos. El sistema propuesto captura la imagen a través de la cámara de los teléfonos inteligentes y a cada imagen se le realiza el preprocesamiento y la segmentación. Luego, la extracción de características. Las características primitivas de la imagen pueden ser características generales, como la extracción de color, textura y forma o las características específicas del Dominio.El sistema comparará la imagen capturada con el conjunto de datos de entrenamiento utilizando técnicas de procesamiento de imágenes y decidirá si una piel sufre enfermedades o si no utiliza el árbol de decisiones. Si hay una enfermedad, el sistema dará un consejo médico a través de la aplicación de Android[6].

Lau y Al-Jumaily. Proponen un sistema de clasificación automático de cáncer de piel y se estudia la relación de la imagen de cáncer de piel en diferentes tipos de red neuronal con diferentes tipos de preprocesamiento. Las imágenes recopiladas se introducen en el sistema y en diferentes procedimientos de procesa-

miento de imágenes para mejorar las propiedades de la imagen. Luego, se elimina la piel normal del área afectada de la piel y se deja la célula cancerosa en la imagen. Se puede extraer información útil de estas imágenes y pasarla al sistema de clasificación para entrenamiento y pruebas [7].

GoDorj et al. Proponen un sistema de clasificación inteligente y rápido de cáncer de piel utilizando una red neuronal convolucional profunda de alta eficiencia. En este documento, se centran principalmente en la tarea de clasificar el cáncer de piel utilizando ECOC SVM y una red neuronal convolucional profunda. Las imágenes RGB de los cánceres de piel se obtienen de Internet. Algunas imágenes recopiladas tienen ruidos como otros órganos y herramientas. Estas imágenes se recortan para reducir el ruido y obtener mejores resultados. En este artículo, se usa un modelo de red neuronal convolucional existente y preentrenado de AlexNet para extraer características. Un clasificador ECOC SVM se utiliza en la clasificación del cáncer de piel. [8].

Singhal y Tiwari. Proponen un sistema de clasificación de cáncer de piel y se estudia la relación de la imagen de cáncer de piel a través de la red neuronal con diferentes tipos de preprocesamiento. La imagen recopilada se introduce en el sistema y el preprocesamiento de imágenes se utiliza para eliminar el ruido, las imágenes son segmentadas. Hay ciertas características únicas en la región del cáncer de piel que se extraen mediante la técnica Mtillevel 2-D. Estas características se dan a los nodos de entrada de la red neuronal. La red neuronal de propagación hacia atrás y la red neuronal básica radial se utilizan para fines de clasificación, que clasifica las imágenes dadas en cancerosas o no cancerosas [9].

Mhaske y Phalke. Proponen un sistema para la detección y clasificación de cáncer de piel basada en aprendizaje supervisado y no supervisado, se realiza utilizando clasificadores basados en el aprendizaje supervisado como Neural Network, Support Vector Machine y la clasificación basada en el aprendizaje no supervisado como K-means clustering algoritmos. La precisión resultante se compara con estos diferentes clasificadores. La mayor precisión se obtiene con Support Vector Machine. La precisión recibida por el algoritmo de agrupamiento K-means es menor que la de Neural Network and Support Vector Machine [10].

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Materiales

- **MATLAB:** Combina un entorno de escritorio perfeccionado para el análisis iterativo y los procesos de diseño con un lenguaje de programación que expresa las matemáticas de matrices y arrays directamente [11].
- **Weka:** Es una colección de algoritmos de aprendizaje automático para tareas de minería de datos. Contiene herramientas para la preparación de datos, clasificación, regresión, clustering, minería de reglas de asociación y visualización. Encontrado solo en las islas de Nueva Zelanda, el Weka es un ave no voladora con una naturaleza inquisitiva. El nombre se pronuncia como este, y suena el pájaro como este. Weka es un software de código abierto emitido bajo la Licencia Pública General de GNU [12].

#### 3.2. Métodos

- **Machine learning o aprendizaje automático:** El aprendizaje automático es la ciencia (y el arte) de la programación de computadoras para que puedan aprender de los datos. Consiste en desarrollar procesos que permitan a las máquinas aprender por sí solas a partir de un conjunto de datos que un instructor va introduciendo. El aprendizaje automático utiliza dos tipos de técnicas:

**Aprendizaje supervisado:** En el aprendizaje supervisado, los datos de entrenamiento que alimenta al algoritmo incluyen las soluciones deseadas, llamadas etiquetas. Una típica tarea de aprendizaje supervisado es la clasificación. El filtro de spam es un buen ejemplo de esto: está entrenado con muchos correos electrónicos de ejemplo junto con su clase (spam o ham), y debe aprender a clasificar los nuevos correos electrónicos.

**Aprendizaje no supervisado:** En el aprendizaje no supervisado, como puede adivinar, los datos de entrenamiento no están etiquetados (el sistema intenta aprender sin un maestro [13]).

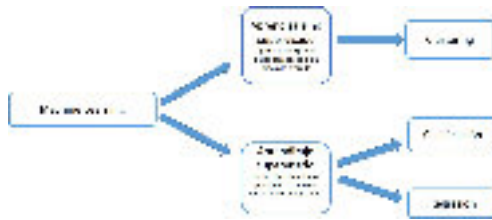


Figura 2. Técnicas de aprendizaje automático incluyen tanto el aprendizaje supervisado como el no supervisado.

- Máquinas soporte vectorial (SVM): Las máquinas soporte vectorial (SVM) son un conjunto de métodos relacionados para el aprendizaje supervisado, aplicables a problemas de clasificación y regresión. Desde la introducción del clasificador SVM hace una década, SVM ganó popularidad debido a su sólida base teórica. El desarrollo de implementaciones eficientes condujo a numerosas aplicaciones. La máquina de aprendizaje Support Vector fue desarrollada por Vapnik et al para implementar constructivamente los principios de la teoría del aprendizaje estadístico. En el marco de aprendizaje estadístico, aprender significa estimar una función a partir de un conjunto de ejemplos (los conjuntos de entrenamiento). Para hacer esto, una máquina de aprendizaje debe elegir una función de un conjunto dado de funciones, lo que minimiza un cierto riesgo (el riesgo empírico) de que la función estimada sea diferente de la función real (aún desconocida). El riesgo depende de la complejidad del conjunto de funciones elegidas, así como del conjunto de entrenamiento. Por lo tanto, una máquina de aprendizaje debe encontrar el mejor conjunto de funciones, según lo determinado por su complejidad, y la mejor función en ese conjunto. Desafortunadamente, en la práctica, un límite en el riesgo no es fácilmente computable ni muy útil para analizar la calidad de la solución[14].
- Minería de datos: Es la extracción de información implícita, desconocida o previamente ignorada, que puede ser potencialmente útil, de un conjunto de datos. Se puede considerar a la minería de datos como una colección de diferentes técnicas que sirven para inducir el conocimiento e información de una manera estructurada de un gran conjunto de datos. A la minería de datos se le conoce en inglés como Data Mining y también se le relaciona con el descubrimiento del conocimiento en bases de datos conocido como Know-

ledge Data Discovery(KDD)[15].



Figura 3. Proceso de la minería de datos.

- AdaBoost: El algoritmo Adaboost o Boosting adaptativo introducido es un meta-algoritmo (un procedimiento que usa otro procedimiento como subrutina) que toma un conjunto de muestras etiquetadas  $S$ , una distribución discreta  $D$  y un aprendiz débil  $Weak$  para retornar un clasificador combinado en  $T$  iteraciones. En cada iteración  $t$  Adaboost ejecuta  $Weak$  sobre el conjunto  $S$  con la distribución  $D_t$  para obtener la hipótesis  $h_t$ . De acuerdo al desempeño de  $h_t$  sobre el conjunto  $S$  se obtiene un coeficiente  $\alpha_t$ , que indica el peso de esa hipótesis dentro del clasificador combinado  $H$ . Así mismo el algoritmo modifica  $D_{t+1}$  para la siguiente iteración de acuerdo a

$$D_{t+1}(i) = \frac{D_t(i) \exp(-\alpha_t y_i h_t(x_i))}{Z_t} \quad (3.1)$$

Donde  $Z_t$  es un factor de normalización para que  $D_{t+1}$  sea una distribución. De un análisis de 6 se destaca que  $y_i h_t(x_i)$  es positivo si el dato  $x_i$  está bien clasificado de acuerdo a  $h_t$  y negativo en caso contrario, de esta forma se le da menor peso a las muestras bien clasificadas y mayor peso a las muestras mal clasificadas con el objetivo que el siguiente clasificador se concentre en estas últimas, maximizando la cantidad de información que obtendrá en la siguiente ronda[16].

- J48: Este algoritmo construye un árbol a partir de datos. Se construye iterativamente al ir agregando nodos o ramas que minimicen la diferencia entre los datos. Este algoritmo es un descendiente del ID3 y se extiende en el sentido de su capacidad de utilizar atributos numéricos y vacíos para generar reglas del árbol. Con el propósito de clasificación de una nueva instancia, J48 prueba cada uno de los valores del atributo de acuerdo con su estruc-

tura hasta que encuentra una hoja, la cual contiene los valores de la clase para cada instancia [17].

- Naive Bayes: Uno de los métodos supervisados que estiman probabilidades a posteriori es el algoritmo naive Bayes. Este clasificador asume, para una muestra  $x$ , que sus atributos  $x_1; x_2; \dots; x_n$  presentan una independencia condicional dado el valor de la clase, por lo que la probabilidad condicional puede expresarse como el producto de funciones de probabilidad condicional de cada atributo por separado.

$$p(x|w_i) = \prod_{j=1}^n p(x_j|w_i) \quad (3.2)$$

Usando el teorema de Bayes, la probabilidad a posteriori se escribe como

$$p(w_i|x) = p(w_i) \prod_{j=1}^n p(x_j|w_i) \quad (3.3)$$

Finalmente, el algoritmo naive Bayes asigna una muestra  $x$  a una de las  $L$  clases existentes utilizando la función [18]:

$$w = \operatorname{argmax}(w_j) p(w_j) \prod_{j=1}^n p(x_j|w_i) \quad (3.4)$$

- K-means: El algoritmo K-means, creado por MacQueen en 1967 es el algoritmo de clustering más conocido y utilizado ya que es de muy simple aplicación y eficaz. Sigue un procedimiento simple de clasificación de un conjunto de objetos en un determinado número  $K$  de clusters,  $K$  determinado a priori.

El nombre de K-means viene porque representa cada uno de los clusters por la media (o media ponderada) de sus puntos, es decir, por su centroide. La representación mediante centroides tiene la ventaja de que tiene un significado gráfico y estadístico inmediato. Cada cluster por tanto es caracterizado por su centro o centroide que se encuentran el centro o el medio de los elementos que componen el cluster. Kmeans es traducido como K-medias.

On un conjunto de objetos  $D_n = (x_1; x_2; \dots; x_n)$ , para todo el  $i; x_i$  reales y  $k; 1$ , los centros de los  $K$  cluster. El algoritmo del K-means se realiza en 4 etapas:

Etapa 1: Elegir aleatoriamente  $K$  objetos que forman así los  $K$  clusters iniciales. Para cada cluster  $k$ , el valor inicial del centro es  $= x_i$ , con los  $x_i$  únicos objetos de  $D_n$  pertenecientes al cluster.

$$s = \operatorname{argmin}_j \sum_k \|x_j - s_k\|^2 \quad (3.5)$$

Etapa 2: Reasigna los objetos del cluster. Para cada objeto  $x$ , el prototipo que se le asigna es el que es más próximo al objeto, según una medida de distancia, (habitualmente la medida euclidiana).

Etapa 3: Una vez que todos los objetos son colocados, recalcular los centros de  $K$  cluster. (los baricentros).

Etapa 4: Repetir las etapas 2 y 3 hasta que no se hagan más reasignaciones. Aunque el algoritmo termina siempre, no se garantiza el obtener la solución óptima. En efecto, el algoritmo es muy sensible a la elección aleatoria de los  $K$  centros iniciales. Esta es la razón por la que, se utiliza el algoritmo del K-means numerosas veces sobre un mismo conjunto de datos para intentar minimizar este efecto, sabiendo que a centros iniciales lo más espaciados posibles dan mejores resultados [19].

#### 4. Resultados

Con base en lo reportado en el Estado del Arte, los resultados fueron los siguientes.

Bajaj et al. Su enfoque de haber utilizado un proceso de 2 etapas para la predicción de enfermedades de la piel, donde la región de la enfermedad se convierte en un vector de características y luego se utiliza para el entrenamiento de redes, es novedoso según su conocimiento con una precisión global del 90%. Correlación de su trabajo con trabajos relacionados en esta área han descubierto claros contrastes en la ejecución y el rendimiento. Ninguna de las soluciones actuales para la detección y predicción de enfermedades de la piel trata de las cinco enfermedades de la piel que han propuesto en el enfoque. De las 5 enfermedades de la piel que utilizaron, la tasa de detección de Eczema y Psoriasis fue del 92.5% y 91.6% respectivamente. Aunque la tasa de detección de esclerodermia no estuvo a la altura de sus expectativas, sin embargo, según su conocimiento,

hasta el momento no se ha propuesto ningún sistema para detectar con éxito la esclerodermia[2].

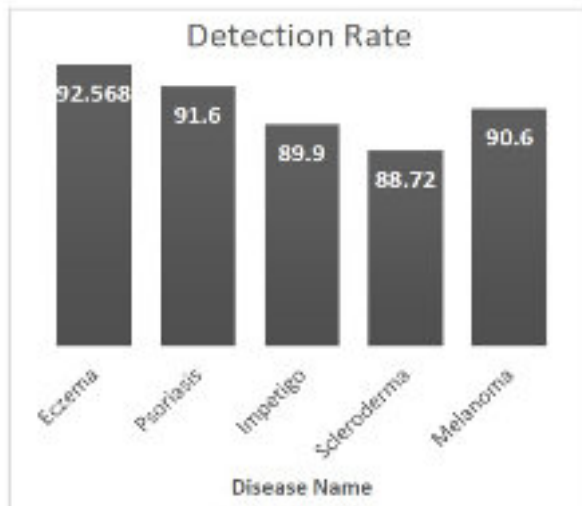


Figura 4. Tasa de detección de cada enfermedad.

Ansari y Sarode. El sistema propuesto de detección de cáncer de piel se implemento utilizando niveles grises de co- matriz de ocurrencia y máquina de vectores de soporte para clasif car si las diferentes imagenes son cancerosas o no cancerosas. La exactitud del sistema propuesto fue del 95 % [3].

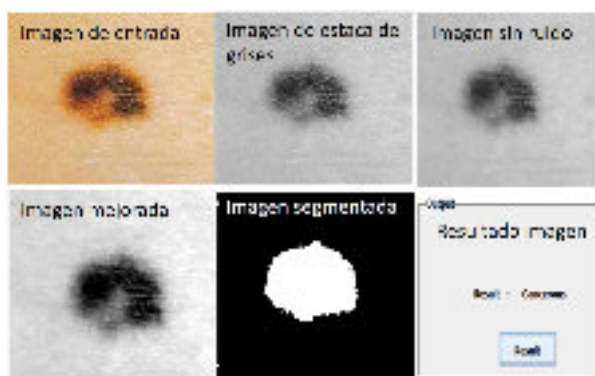


Figura 5. Resultado de una imagen aplicando el sistema.

Lau y Al-Jumaily. Presentó un estudio los cuales tuvieron bajos resultados de clasif cación. El resultado mostro claramente que el grupo A tiene un resultado

relativamente bajo en la clasif cación al grupo B, C y D. Reconocimiento exactitud de la 3- capas de retro propagación clasif cador de red neuronal es 89,9% y la red neural auto-asociativa es 80,8% en la base de datos de imagen que incluye foto demoscopia y fotos digital[7].

GoDorj et al. El resultado de su aplicación mostro que los valores máximos de la media exactitud, sensibilidad y especificidad son 95,1 (carcinoma de células escamosas), 98,9 (queratosis actínica), 94,17 (carcinoma de células escamosas), respectivamente. Los valores mínimos de la media de estas medidas son 91,8 (carcinoma de células basales), 96,9 (carcinoma de células escamosas), y 90,74 (melanoma), respectivamente[8].

Singhal y Tiwari. Los resultados, de la técnica propuesta detecto con éxito el cáncer de piel a partir de imágenes. EL método propuesto brindo un 92% de precisión con BPNN y un 88% precisión con RBFNN usando una wavelet de haar. Si se detecta correctamente en etapas tempranas, entonces aumenta la clave de la supervivencia[9].

### 5. Conclusión

Sin duda alguna la inteligencia artificial representa una revolución tecnológica en la actualidad y siendo Machine learning una de las vertientes de esta se puede decir que esta a la vanguardia. Ya que aplicando machine learning y sus distintos algoritmos de predicción se puede ayudar al mejoramiento de la calidad de vida que existe hasta estos momentos. Con esto se puede predecir con mayor anticipación y con un grado de exactitud confiable el cáncer de piel. y así se puede atender de forma inmediata y aplicar el tratamiento más indicado.

### Referencias

- [1] SINAIS/SINAVE/DGE/SALUD/Perfil epidemiológico de los tumores malignos en México. México: 2011; 45.
- [2] Lakshay, Bajaj, Himanshu, Kumar y Yasha, Hasija. (2018). Automated System for Prediction of Skin Disease using Image Processing and Machine Learning. International Journal of Computer Applications, (180 – No.19), 9-12.
- [3] Uzma, Bano, Ansari, y Tanuja Sarode. (2017). Skin Cancer Detection Using Image Processing. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), (04-No.04), 2875-2881.

- [4] Li, Y., and Shen, L. Skin lesion analysis towards melanoma detection using deep learning network. *Sensors* 18, 2 (2018), 556.
- [5] Garg, C., y Bhadauria, M. (2015). An Analysis of Skin Cancer Detection Using Imagery Techniques (2010-2015). *International Journal*, 5(10).
- [6] R., S., Gound, Priyanka, S., Gadre, Jyoti, B., Gaikwad, y Priyanka K. Wagh. (2018). Skin Disease Diagnosis System using Image Processing and Data Mining. *International Journal of Computer Applications*, (179 – No.16), 38-40.
- [7] Lau, H. T., y Al-Jumaily, A. (2009, December). Automatically early detection of skin cancer: Study based on neural network classification. In *Soft Computing and Pattern Recognition, 2009. SOCPAR'09. International Conference of* (pp. 375-380). IEEE.
- [8] GoDorj, U. O., Lee, K. K., Choi, J. Y., y Lee, M. (2018). The skin cancer classification using deep convolutional neural network. *Multimedia Tools and Applications*, 1-16.
- [9] Singhal, E., y Tiwari, S. (2015). Skin Cancer Detection using Artificial Neural Network. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 6(1).
- [10] Mhaske, H. R., y Phalke, D. A. (2013, December). Melanoma skin cancer detection and classification based on supervised and unsupervised learning. In *Circuits, Controls and Communications (CCUBE), 2013 International conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- [11] .(1994-2018). MATLAB. The MathWorks, Inc. Recuperado de <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>
- [12] Eibe Frank, Mark A. Hall, and Ian H. Witten (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition, 2016.
- [13] Aurélien Géron. (March 2017). The Fundamentals of Machine Learning. En *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*(1-718). Printed in the United States of America.: O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472..
- [14] Shmilovici, A. (2009). Support vector machines. In *Data mining and knowledge discovery handbook* (pp. 231-247). Springer, Boston, MA.
- [15] González, E. V., y Broitman, I. A. E. (2012). Minería de datos. Consultada en internet el día, 25.
- [16] Díaz, E. E. G. Adaboost aplicado a clasificación de fonemas.
- [17] Martínez, R. E. B., Ramírez, N. C., Mesa, H. G. A., Suárez, I. R., Trejo, M. D. C. G., León, P. P., y Morales, S. L. B. (2009). Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. *Revista médica de la Universidad Veracruzana*, 9(2), 19-24.
- [18] González-Meneses, Y. N., Pedroza-Méndez, B. E., López-Briones, F., Pérez-Corona, C., y Ramírez-Cruz, J. F. (2011). Implementación del clasificador Naive Bayes para la Acentuación Automática de Palabras Ambiguas del Español.
- [19] Cambronero, C. G., y Moreno, I. G. (2006). Algoritmos de aprendizaje: knn y kmeans. *Inteligencia en Redes de Comunicación*, Universidad Carlos III de Madrid.

# Modelo de red bayesiano para el desarrollo de la comprensión de lectura en niños de educación básica

Ernesto Ulises Rodríguez Barrios

Instituto Tecnológico Superior de Misantla  
Misantla, Veracruz  
172t.0803@t-sm.edu.mx

**Resumen.** La comunidad educativa ha encontrado en las TICs una herramienta muy útil para asistir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre sus principales tareas se encuentran la monitorización y el diagnóstico del nivel de conocimiento que poseen los alumnos. Sin embargo, estas tareas requieren el diseño de sistemas informáticos donde deben aplicarse principios y técnicas de la Inteligencia Artificial. En tal sentido, las Redes

Bayesianas son un tipo de Sistema Inteligente que permite generar un modelo probabilístico a partir de la combinación de información histórica disponible y la experiencia de los docentes. De esta manera, es posible identi

car el estilo de aprendizaje, el cual representa la forma en que los estudiantes adquieren y entienden los temas dictados. En este contexto, el presente trabajo se propone analizar los resultados de aplicar dicha tecnología en una asignatura de grado y así asistir a los docentes a comprender mejor el comportamiento de sus alumnos.

**Keywords:** Educación y Tecnología. Estilos de Aprendizaje. Redes Bayesianas.

## 1. Introducción

En el modelo educativo en México existen 4 niveles esenciales como lo son: preescolar, primaria, secundaria, bachillerato. Pero es en la educación primaria donde se comienzan a desarrollar las habilidades de lectura y escrita (lo que es frecuente ser llamada como alfabetización) y comienza a tener una mayor interacción con el mundo, sobre todo a la hora de la literatura. La comprensión lectora, que es básicamente la evaluación de que se ha interpretado o entendido de una narración en particular, extrayendo lo que es denomina-

do como ideas principales que marcan justamente la esencia de lo que se ha leído, además de dar lugar a los conceptos principales que se vuelcan en el contenido de la narración o el texto que se ha analizado. La comprensión lectora es entonces la base de la interpretación de un texto, sin importar su extensión, aplicada no solo a la hora de la lectura, sino también cuando se necesita estudiar e incorporar nuevos conocimientos, siendo un ejercicio que se realiza de forma constante, cuando se lee algo y se transmite hacia otra persona, difun-

diendose el mensaje y el contenido del mismo.

Un estudio llamado "medición independiente de aprendizaje (MIA)", demostro que estudiantes tienen una comprensión de lectura muy deficiente, por ejemplo niños que cursan el quinto grado de primaria tienen serios problemas para comprender un texto simple, además de otros problemas de rezago educativo. Del mismo modo, se evidencia el desconocimiento de estrategias y técnicas de comprensión lectora, falta de instrumentos que sirvan para medir la capacidad de comprender un texto por parte del docente. Por otro lado la comunidad educativa ha encontrado en las TICs son herramientas muy útiles para asistir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre sus principales tareas se encuentran la monitorización y el diagnóstico del nivel de conocimiento que poseen los alumnos.

Sin embargo, estas tareas requieren del diseño de sistemas informáticos donde deben aplicarse principios y técnicas de la Inteligencia Artificial. En tal sentido, las Redes Bayesianas son un tipo de Sistema Inteligente que permite generar un modelo probabilístico a partir de la combinación de información histórica disponible y la experiencia de los docentes. De esta manera, es posible identificar el estilo de aprendizaje, el cual representa la forma en que los estudiantes adquieren y entienden los temas dictados. En este contexto, la presente investigación se propone aplicar dicha tecnología y así elaborar un modelo adecuado para desarrollar la comprensión de lectura en los estudiantes de quinto y sexto de primaria.

## 2. Trabajos previos

Colace et al, mencionan que el entretenimiento educativo real en el mercado o en la literatura todavía no es capaz de aprovechar al máximo las posibilidades de las tecnologías modernas. En particular, parecen ser demasiado estático, repetitivo y predecible: esto hace aburrido utilizarlo. También se observó que el aspecto educativo para algunos de ellos es solo la explicación del juego, y no su interactividad, por lo que, como consecuencia de que parecen ser similares a muchos otros juegos virtuales. Se observó, de hecho, que la educación tiene que desarrollarse en un contexto dinámico para excitar la imaginación y la intuición del jugador, por lo que empujarlo hacia un aprendizaje cambiante cada vez que juega. Es posible mejorar la calidad de la experiencia educativa mediante el uso de nuevas técnicas de inteligencia artificial, que hacen que la interacción con el propio juego sea más dinámica. En este trabajo, se propone investigar el potencial del enfoque bayesiano en el campo de entretenimiento educativo. Se obtuvo un juego que permite a los estudiantes de primer año de la Facultad de Medicina diagnosticar algunas enfermedades a partir de la anamnesis del paciente. El software permite al estudiante verificar las actuaciones de los diferentes parámetros de interés de acuerdo con el gasto de tiempo y de las decisiones tomadas por el estudiante [2].

Liu y Wang, proponen que los sistemas tradicionales de tutoría de red inteligentes pueden lograr la enseñanza personalizada en el nivel cognitivo en el entorno web, pero no puede manejar la información emocional del alumno, no puede alcanzar el asesoramiento

miento personalizado que basa en la interactiva entre la emoción y la cognición. Se desarrollo un sistema dentro del Visual Studio 2005 plataforma .NET; ya que el sistema utiliza el modo B / S, se uso la tecnología ASP.NET 2.0 para desarrollar aplicaciones del servidor. El sistema ha elegido SQL Server 2000 como una base de datos. El sistema no solo tiene el nivel cognitivo del alumno sobre los puntos de conocimiento en consideración, sino que también se combina con factores psicológicos del alumno, esta re-

aja la interacción entre la emoción y la cognición, y esto es una investigación muy benéfica de como lograr la tutoría personalizada real, que varía de persona a persona [3].

Yang et al, enfatizan que en la educación a distancia basada en la Web se convierte en una nueva tendencia de la educación con el rápido desarrollo de computadoras y tecnología de red. Educación a distancia es educación verdaderamente abierta porque es libre de la limitación del espacio y el tiempo. Cada persona puede educarse en cualquier momento y desde cualquier lugar. La educación a distancia se basa en la web. Tiene dos tipos: educación a distancia estática y educación a distancia adaptativa. La educación a distancia estática no puede llevar a cabo el proceso educativo personalizado. Por otra parte, un sistema adaptativo de educación a distancia puede emular proceso de educación de manera inteligente; adoptando diferentes posturas al acercarse y ofrecer diferentes contenidos de enseñanza para diferentes estudiantes según la situación individual. De esta manera, el sistema adaptativo de educación a distancia puede ayudar los estudiantes aprenden mejor

que el estático. Se desarrollo un sistema de enseñanza adaptable que mejora el aprendizaje ecientemente según las características del estudiante. Sin embargo, es complejo describir el efecto de la causa relación de los elementos de conocimiento en el curso correctamente, y mientras tanto ha dirigido la influencia en la construcción de la Red Bayesiana [4].

Ramirez et al, promueven que en la adquisición de conocimientos por parte del alumno es la tarea principal de un Sistema Tutor Inteligente (ITS). Es necesaria una evaluación de adaptar los materiales de aprendizaje y actividades a las capacidades de los estudiantes. En este trabajo, se presenta una propuesta para inferir el nivel de conocimiento que posee el estudiante. Se muestra una estructura general de un ITS, se propone un módulo de evaluación basado en red bayesiana. Se implemento un sistema de software elige las nuevas preguntas basadas en las respuestas a las anteriores, es decir, el sistema de software hace una adaptación en tiempo real. Dada la evidencia positiva se considera que las pruebas de que el resto de variables examinadas en la red bayesiana puede proporcionar una mejor precisión en el diagnóstico del estudiante la posesión de conocimientos [5].

M. Hibou y J Labat, mencionan que el objetivo de la investigación fue desarrollar una aplicación que pueda proporcionar ayuda para construir modelos sin tener que lidiar con las dificultades de usar redes de creencias. Esa es la razón por la cual se trato de obtener lo común de los modelos bayesianos ya existentes y centrarse en la especificidad del uso de las redes de creencias para tales propósitos, para explicar como

insertarlos en un sistema que podrá manejar los cambios en el conocimiento del estudiante y organizar aprendizaje. El modelado del estado cognitivo del estudiante requiere tener en cuenta la incertidumbre, y durante la pasada década, el uso de redes bayesianas ha crecido como un método para lidiar con tal problema. Por otra parte, la evolución del estudiante estado cognitivo solo lidera la actualización de probabilidad en estos modelos, se cree que la topología de la red también debería variar para mejorar los cambios en el conocimiento del estudiante estructura. El modelo que se propone consiste en dos capas, la capa de dominio y la capa de actividad, y cada uno están representados por diferentes BNs. Dependiendo del conocimiento del alumno es el nivel de dominio y en la actividad en el nivel de actividad. El uso de diferentes estructuras de BN, los niveles, en el nivel de dominio. Es motivado por el diferente uso de información que debería ser tomado en cuenta, dependiendo del nivel de habilidad que este tenga[6].

Ranjan R et al, mencionan el escenario típico de la educación en India, sobre la educación superior usualmente comienza después de doce años de escolaridad. Anteriormente había escasez de instituciones educativas superiores y había una fuerte competencia para ser admitido. En los últimos años, muchos Institutos se establecieron y las admisiones son cada vez más fáciles. Como resultado, la calidad de los graduados que salen de estos institutos es inferior. Estas instituciones también enfrentan una mayor tasa de deserción. En un reciente hallazgo realizado por Aspiring Minds National Employability Report, el 80% de los graduados de ingeniería en India no pueden trabajar. La mi-

nera de datos educativos se está implementando para encontrar información importante a partir de una gran cantidad de datos recopilados durante un período prolongado y para mejorar la calidad general del rendimiento de los estudiantes. Los datos recopilados se modelaron utilizando una red bayesiana, que dio como resultado una pista sobre la importancia de los parámetros importantes en la puntuación CGPA. El más importante de ellos es el trasfondo educativo del estudiante, seguido por los antecedentes económicos de la familia, la motivación para unirse a las universidades en formación, los antecedentes educativos de la familia, la edad del encuestado, etc. Estos factores son instintivos para alterar el puntaje del CGPA. Mediante la mejora selectiva de estos factores, se puede mejorar el puntaje del CGPA y reducir las tasas totales de deserción escolar[7].

Nouh Y et al, proponen desarrollar sistemas con la capacidad de adaptar su comportamiento a los objetivos, tareas y otras características de los usuarios individuales y grupos de usuarios. Por lo tanto, se requiere que el sistema este al tanto del estado cognitivo y de las habilidades conductuales de un estudiante en particular, para diagnosticar los errores del alumno y ajustar su creencia sobre su estado actual de conocimiento. Obviamente, esto implica crear sistemas que pueden tomar decisiones basadas en la incertidumbre. Uno Marco formal para el manejo de la incertidumbre en Inteligencia Artificial son las redes bayesianas o redes de creencia. El objetivo se centra en un modelo de estudiante que combina Redes Bayesianas, Teoría de Respuesta a

0 (Rasgo). Usando un conjunto de respuestas de los estudiantes a un conjunto de preguntas como datos de entrada, el nivel de conocimiento del alumno se estima (con método estadístico). Este método parece ser más sólido y docil en la práctica. La finalidad es mostrar que este enfoque puede proporcionar un soporte eficiente para la evaluación global y un diagnóstico preciso. El objetivo a través de este sistema es validar esta afirmación de manera justa cuando esta idea usando cualquier dominio seleccionado como el asunto a ser aprendido[8].

Pumpuang P. et al, explican que en las universidades públicas y privadas en Bangkok también como en otras provincias de Tailandia proporcionan un nivel terciario superior educación para estudiantes en Tailandia. Sin embargo, hay problemas para los estudiantes que no se gradúan después del requisito cuatro años. Tales problemas, que son comunes en ambas universidades gubernamentales y privadas, se derivan principalmente de falla en los cursos requeridos durante el primer y segundo año de estudios. Kasetsart University, que es una universidad privada en Tailandia ofrece títulos en Tecnología de la Información, que carreras de informática e ingeniería informática. Entre 1997 y 2005, hubo 1,449 estudiantes matriculados en estas carreras de informática. De estos, 759 estudiantes se inscribieron en la carrera de informática y 690 estudiantes se matricularon en la carrera de ingeniería informática. Durante este período, sin embargo, una gran cantidad de estos estudiantes (N = 702: 48.45%) renunció o fue retirado. Por lo tanto, casi la mitad de los estudiantes se inscribieron en la computadora Las carreras de

ciencia e ingeniería informática no tuvieron éxito en sus estudios. El objetivo de este estudio es proponer un modelo para planificar el registro del curso mediante una técnica de minería de datos: Red Bayesiana. El modelo propuesto se puede usar para predecir las secuencias de cursos que se registrarán por pregrado estudiantes cuyas especializaciones son informática o ingeniería. Las implicaciones de los hallazgos de este estudio sugieren que el modelo se puede aplicar para asesorar a los estudiantes en la planificación cursos para ser registrados en cada semestre. Además, el modelo parece ser útil para mejorar el desarrollo curricular para ajustarse a los requisitos de los estudiantes y de la universidad. El modelo de PCR se puede aplicar para mejorar la comprensión de los patrones de inscripción de los estudiantes. También puede ser utilizado para desarrollar y mejorar el plan de estudios para adaptarse las necesidades vocacionales de los estudiantes terciarios. Esto a su vez conducir a una disminución en el número de estudiantes que renuncian y/o son retirados por la universidad, y así aumentar el número de graduados en la universidad.

### 3. Materiales y método

Las redes bayesianas o probabilísticas se fundamentan en la teoría de la probabilidad y combinan la potencia del teorema de Bayes con la expresividad semántica de los grafos dirigidos; las mismas permiten representar un modelo causal por medio de una representación gráfica de las independencias/dependencias entre las variables que forman parte del dominio de aplicación.

Una red bayesiana es un grafo acíclico dirigido {las uniones entre los nodos tienen direcciones} en el que los nodos representan variables aleatorias y las aristas representan influencias causales; el que un nodo sea padre de otro implica que es causa directa del mismo [6].

Se puede interpretar a una red bayesiana de dos formas:

- Distribución de probabilidad: Representa la distribución de la probabilidad conjunta de las variables representadas en la red.

Base de reglas: Cada arco representa un conjunto de reglas que asocian a las variables involucradas. Dichas reglas están cuantificadas por las probabilidades respectivas.

#### 4. Resultados esperados

Con base en lo reportado en los resultados previos, partimos del supuesto que al implementar la solución propuesta de diseñar el modelo bayesiano generará resultados cuantitativos sobre que tanto el estudiante comprendió el texto. Esta información mostrada será de apoyo para mejorar el proceso enseñanza de la comprensión de lectura en las instituciones. Por otro lado, el docente al saber como sus estudiantes aprenden constituirá otra de las principales aportaciones del trabajo, ya que se basa a la información suministrada por el modelo bayesiano, el docente encargado podrá diseñar estrategias que permitan mejorar el proceso de la comprensión de lectura en las instituciones de educación primaria en México.

#### 5. Conclusion y trabajos futuros

Del análisis realizado se destaca que, aunque los alumnos suelen comprender ciertos, en general el entendimiento de los temas no es sólido. Sin embargo, para Lógica, y Análisis del texto se observó un mayor rendimiento. Dado que el desarrollo de estos temas prácticos se encuentra distribuido en varias clases (y en una única clase como sucede con el resto), esto parecería motivar a los alumnos a comenzar antes su estudio y, por lo tanto, a lograr un mejor entendimiento. Estas conclusiones permitirán a los docentes determinar cambios en la planificación de las

clases y la implementación de nuevos mecanismos pedagógicos para mejorar el nivel del aprendizaje, entendimiento y comprensión de los contenidos y textos. Por otra parte, el Modelo Bayesiano será integrado en un software inteligente. A partir de la información generada por esta aplicación, el modelo podrá predecir si un alumno se encuentra en condiciones de comprender mejor un texto y de los que no. Asimismo, el modelo generará información pertinente a los docentes sobre la situación en que se encuentra cada alumno, la cual será retroalimentada mediante actividades dentro y fuera del aula.

#### Referencias

1. Samana Vergara Lope Tristan. (2018, junio 07). Aprendizajes básicos en niños y niñas de Veracruz: primeros resultados de la Medición Independiente de Aprendizajes (MIA). Revista Interamericana de Educación de Adultos, S/N, 36. .
2. Francesco Colace, Massimo De Santo, Antonio Pietrosanto. (2006, Octubre

- 27). Work in Progress: Bayesian Networks for Edutainment. IEEE, S/N, 2.
3. Jianghua Liu, Wansen Wang. (2009 Junio 7). The Research of Emotional Cognition Model which Based On Bayesian Network within Intelligent Tutoring System. IEEE, S/N, 4.
4. Qing Yang, Xiuping Wang, Zhufeng Huang, Shijue Zheng. (2007 noviembre 27). Research of Student Model Based on Bayesian Network. IEEE, S/N, 6.
5. Alan Ram rez-Noriegaa, Reyes Juarez-Ram rez, Yobani Mart nez-Ram rez. (2016 abril 23). Evaluation module based on Bayesian networks to Intelligent Tutoring Systems. ELSEVIER, S/N, 11.
6. M. Hibou and J. M. Labat, .E<sup>m</sup>bedded Bayesian network student models, Information Technology Based Proceedings of the Fifth International Conference on Higher Education and Training, 2004. ITHET 2004., Istanbul, Turkey, 2004, pp. 468-472.
7. R. Ranjan, J. Ranjan and F. B. Kunwar, "Key parameters modeling using Bayesian network in higher education: An Indian case based data analysis," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, 2016, pp. 3153-3156.
8. Y. Nouh, P. Karthikeyani and R. Nadarajan, Updating Student Model using Bayesian Network and Item Response Theory," 2006 Fourth International Conference on Intelligent Sensing and Information Processing, Bangalore, 2006, pp. 161-164.
9. P. Pumpuang, A. Srivihok, P. Praneetpolgrang and S. Numprasertchai, Using Bayesian Network for planning course registration model for undergraduate students," 2008 2nd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, Phitsanulok, 2008, pp. 492-496.
10. Felgaer, P. (2005). Optimizacion de redes bayesianas basado en tecnicas de aprendizake por induccion. Unversidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

# Diseño, implementación e implantación del subsistema de seguridad para el control de acceso y transferencia de datos del SITM

Fernando Alberto Hernández Guevara,  
Maestría de Sistemas Computacionales  
172t0858@itsm.edu.mx  
Instituto Tecnológico Superior de Misantla

**Resumen**—Durante el curso del posgrado de sistemas computacionales se realizó la presente investigación, la cual tiene como finalidad Diseñar, implementar e implantar el subsistema de seguridad para el control de acceso y transferencia de datos del Sistema Integral del Tecnológico de Misantla. El documento pretende concientizar a los programadores de sistemas de información que desarrollan en un entorno web, que no basta con terminar el mismo, sino que deben de estar conscientes de que existen múltiples riesgos al igual que en un sistema de escritorio, por la naturaleza pública y multiplataforma que estos pueden ser, estos podrían intentar ser vulnerados por ciber atacantes.

**Index Terms**—Seguridad, Sistemas, Web, SSL, Informática

## I. INTRODUCCIÓN

EN la actualidad los sistemas de información desarrollados en un entorno web representa una tecnología que está en crecimiento, ya que sus ventajas representan mayores beneficios para las empresas, gracias a que al estar en un entorno orientado a la web, se puede acceder desde cualquiera lugar, ya sea localmente dentro de la misma empresa o desde fuera o parte del mundo, siempre que se tenga acceso a internet, un navegador web actualizado que soporte las tecnologías en que fue desarrollado y las políticas de la empresa así lo permitan, a diferencia de las aplicaciones que están hechas para un entorno de escritorio. Debido a que dichos sistemas funcionan con los navegadores de internet, esto quiere decir que es multiplataforma, cualquier sistema operativo que cuente con un explorador web puede acceder, un claro ejemplo de estos sistemas operativos son: Windows, Linux, MacOS, Android, IOS, Windows Phone, por mencionar algunos. Esto trae consigo múltiples inconvenientes, ya que estos sistemas no están exentos a un gran número de vulnerabilidades, debido a que, al estar expuesta de cara al público, puede sufrir múltiples ataques que pueden ocasionar desde robo de información, pérdida de datos, inconsistencias en los registros hasta dejar imposibilitado los sistemas de información.

Es por lo anterior que las empresas invierten gran parte de su presupuesto para mitigar las posibles vulnerabilidades que puedan tener los sistemas que desarrollan, contratando a expertos en la materia de pruebas de penetración a sistemas para que estas generen un reporte a detalle con todos los puntos más vulnerables en sus aplicaciones.

Siendo el SITM (Sistema Integral del Tecnológico de Misantla) un sistema de información desarrollado para un

entorno web, es por ello que, puede ser objeto de los ataques antes mencionados. El hecho de que contenga módulos que por su configuración requieran ser visualizados/consultados desde fuera de la institución, en cierto grado de seguridad lo hace vulnerable a posibles ataques. Por mencionar algunos de los módulos que pueden ser atacados se encuentra, el acceso al sistema, la transferencia y el almacenamiento de la información.

El presente trabajo es una propuesta de solución para mitigar la problemática que los ciber ataques que pudieran ocasionar problemas al SITM, en los aspectos de acceder a los módulos del sistema, transferir la información de forma íntegra de tal forma que los datos no se pierdan o sean intervenidos en la comunicación que se abre entre el cliente y el servidor, y por último proveer de seguridad al almacenamiento de datos, sin que estos puedan ser penetrados o corrompidos por usuarios no autorizados. El objetivo general es diseñar, implementar e implantar el subsistema de seguridad para el control de acceso y transferencia de datos del Sistema Integral del Tecnológico de Misantla. Para poder alcanzar el objetivo que se estableció y se menciona en este artículo se requieren de los siguientes objetivos específicos: i) Programar un módulo de control de acceso basado en el algoritmo de cifrado de curva elíptica y la prueba de Turing. ii) Programar un algoritmo para el establecimiento y validación de contraseñas seguras de forma automática. iii) Programar módulo del administrador del sistema para la gestión de usuarios y asignación de funciones. iv) validar y analizar los resultados.

El resto del artículo se estructura como sigue: en la sección II se mencionan y describen los trabajos relacionados; los materiales y el método se detallan en la sección III; los resultados esperados se mencionan en la sección IV, finalmente, en la sección V se muestran las conclusiones de la presente investigación y los trabajos futuros.

## II. ESTADO DEL ARTE

En términos generales, la seguridad de los sistemas de información orientados a la web, debe ser primordial ya que los ciberataques están a la orden del día, desde una denegación de servicio, comúnmente llamado DDOS, puede dejar inhabilitado el acceso al sistema, ocasionando que cualquier tipo de usuarios no pueda consultar su información.

Como el ejemplo anterior se pueden mencionar muchos más, de acuerdo a lo antes mencionado, se estructura el presente estado del arte.

MSc. Susana y C. Romaniz, s. f. Mencionan que la seguridad de las aplicaciones web es un tema de interés actual y cotidiano ya que las complejas y sensibles funciones de los sistemas web han movido el perímetro de seguridad de las organizaciones. Un simple descuido puede dejar desprotegidas funciones críticas de dichos sistemas web [8].

Se dice que los nuevos ataques esta concebido de forma tal que resulta imposible considerarlos al momento del desarrollo de las aplicaciones. Algunos problemas han perdido importancia a medida que se han incrementado la concientización respecto a ellos y algunas categorías de defectos se han eliminado como consecuencia de los cambios introducidos en el software del navegador web. La dura batalla por proteger los sistemas web es probable que siga así en el futuro mediato.

Un ejemplo "Este sitio es absolutamente seguro. Ha sido diseñado para utilizar tecnología 128-bit SSL a fin de evitar que usuarios no autorizados visualicen su información. Ud. puede utilizar este sitio con la tranquilidad de que sus datos están seguros con nosotros". La mayoría de las aplicaciones web sin inseguras debido a condiciones que no tienen ninguna relación con SSL. Se mencionan los ataques más comunes:

- Quiebre de la autenticación.
- Quiebre de los controles de acceso.
- Inyección de SQL.
- Cross-site scripting.
- Fuga de información.

Ortega Martorell y Canino Gutiérrez, explica que el uso creciente de internet, ha dirigido la atención hacia un problema crucial: la privacidad. Para que tenga un lugar una negociación en internet, se precisa, en la mayoría de los casos, que cada entidad participante pueda contar con una manera eficaz de verificar la identidad de otras y establecer un nivel de confianza. Es necesario, por tanto, crear un entorno que garantice la autenticidad y seguridad de las transacciones que tienen lugar en este proceso. SSL (Secure Sockets Layer) es el protocolo de seguridad mas estandarizado que, haciendo uso de un conjunto de técnicas criptográficas, asegura confidencialidad e integridad de la información [9].

SSL es un protocolo de propósito general para establecer comunicaciones seguras. No es exclusivo del comercio electrónico, sino que sirva para cualquier comunicación vía internet, y por lo tanto también para las transacciones económicas.

Muro y Ramírez, describe que el uso de las redes de computadoras está presente en casi todas las actividades humanas, tales como la educación, las transacciones bancarias, las declaraciones de impuestos, y en especial en el comercio, entre otras [10].

Sin embargo, a pesar de su amplio uso, las redes aún enfrentan serios problemas en cuestiones de seguridad. La mayoría de los problemas de seguridad son causados intencionalmente por gente que intenta ganar algo o hacerle daño a alguien.

En este artículo menciona algunos ejemplos de personas malintencionadas que buscan obtener provecho de las vulnerabilidades de los sistemas web, a continuación, se detallan:

- Estudiante: Divertirse husmeando el correo de otra gente.
- Hacker: Probar el sistema de seguridad de alguien; robar datos.
- Representante de ventas: Indicar que representa a toda Europa, no sólo a Andorra.
- Hombre de negocios: Descubrir el plan estratégico. Ex empleado: Vengar su despido.
- Contador: Estafar dinero de una compañía.
- Corredor de bolsa: Negar una promesa hecha a un cliente por correo electrónico.
- Timador: Robar números de tarjeta de crédito.
- Espía: Conocer la fuerza militar de un enemigo.
- Terrorista: Robar secretos de guerra bacteriológica.

SSL fue inicialmente concebido como un protocolo para la seguridad Web, pero actualmente es una nueva capa de protocolos que opera sobre el protocolo TCP de Internet. Se puede usar para proteger la comunicación de cualquier protocolo de aplicación que opere normalmente sobre TCP, por ejemplo, HTTP, FTP, ó TELNET. El uso más común de SSL consiste en proteger las comunicaciones HTTP: en particular, una URL que comienza con "https://" indica el uso de HTTP bajo la protección de SSL.

Muro y Ramírez, Constata que las redes digitales de comunicación son inherentemente inseguras y que deben ser provistas, necesariamente, de mecanismos que permitan a los usuarios utilizarlas asumiendo el menor riesgo posible. Esta condición necesaria, que a veces no es suficiente, es aún más exigible cuando se trata de realizar comercio a través de ellas o se transfieren datos personales de carácter inherentemente confidencial [10].

Vega y Vinasco-Salazar, proponen los CAPTCHA como las pruebas humanas interactivas más utilizadas, aparecen como un método de diferenciación entre usuarios humanos y máquinas para brindar seguridad a la información en internet y evitar el spam, especialmente [11]. Son similares a la prueba de Turing, con la diferencia de que el juez es un equipo cuyo objetivo es hacer preguntas que los usuarios humanos podrán responder, pero las máquinas actuales no. Otra descripción de los CAPTCHA, son unos "puzzles" que los webmasters incluyen en su sitio web para asegurarse de que los visitantes que quieren interactuar con el contenido son personas, y no robots spam que tratan de registrarse en el sitio web, incluir comentarios en blogs, etc. Concluye diciendo que no hay desacuerdo alguno sobre la imperante necesidad de proporcionar seguridad a la información personal e institucional colocada en internet, que se incrementa exponencialmente día a día, ante la gran cantidad y constante posibilidad de ataques informáticos. Sin embargo, con soluciones como los CAPTCHA se han logrado resultados en relación con esto.

López y Rodríguez, abordan la seguridad que existe actualmente en internet, las principales amenazas que se

pueden sufrir a través de este medio, así como también que medidas de seguridad se pueden implementar. Se dice que en décadas pasadas los programadores desarrollaron códigos maliciosos que ayudan al robo de información, ya que anteriormente el número de páginas no seguras era mayor, no existía la encriptación de los datos que viajan en la red para proteger dicha información [12]. Para que esto se desarrollaran algunos métodos con la finalidad de mejorar la seguridad en la comunicación y transacciones que se realizan diariamente, Algunos métodos criptográficos son:

- Simétricos: este método hace uso de una clave, que se utiliza tanto para ocultar el mensaje y como para descubrirlo.
- consta de dos claves, una pública que todas las personas conocen y una privada que sólo las personas que envían y reciben la conocen. Para encriptar se realiza una clave pública y para el proceso inverso es necesaria la clave privada del destinatario.

Estos métodos aseguran que el mensaje no sea comprensible para cualquiera que no tenga la llave, sin embargo, no garantizan que el medio por el que se transmiten sea seguro, por lo que se apoyan en sistemas de encriptación para que el mensaje llegue al destinatario por un medio seguro. Para lo anterior se hace uso de sistemas de encriptación como lo son el SSL, protocolo que asegura el transporte de información a través de la red, y el Secure Hypertext Transfer Protocol (SHTTP), variante del SSL, brinda mayor seguridad en la transferencia de información por un medio inseguro, internet. Con lo anterior así mitigar el robo de información.

López y Rodríguez, Concluyen “No debemos olvidar que, como usuarios, también tenemos la responsabilidad de asegurarnos que nuestra información llegue a su destino y que serán utilizadas de manera correcta, o para el fin que fueron dados, razón por la cual debemos de contar con buenas prácticas, antivirus, mantener actualizados el software que utilicemos, etcétera, mientras navegamos en internet y con esto asegurarnos que todo lo que enviamos no pueda ser interceptado o contar con una buena reputación en internet” [12].

Nodarse, Hacen especial hincapié en que la seguridad en el desarrollo de los sistemas web depende de tres factores esenciales como son la tecnología, las organizaciones y el hombre, y la corrección de dichos problemas de seguridad que pudieran surgir, recaen en ellos. La seguridad en las organizaciones debe ser un problema visto por todos, ya que es un proceso constante de mejora el cual debe de evolucionar y adaptarse [13].

La seguridad es un aspecto crítico del comercio electrónico y la mejora en estos procesos podría expandir la confianza de los clientes. Se estima que a medida que la distancia entre procesos de negocio y tecnologías disminuye, el impacto de riesgos de seguridad aumenta (Nodarse, 2013). (Nodarse,

- Análisis y gestión de los riesgos.
- Gestión de personal.
- Profesionalidad.
- Autorización y control de los accesos.
- Protección de las instalaciones.
- Adquisición de productos de seguridad.
- Seguridad por defecto.
- Integridad y actualización del sistema.
- Protección de la información almacenada y en tránsito.
- Prevención ante otros sistemas de información interconectados.
- Registro de actividad.
- Incidentes de seguridad.
- Continuidad de la actividad.
- Mejora continua del proceso de seguridad.

La seguridad es un proceso continuo, iterativo e incremental de mejora, que garantice su evolución y adaptación a fin de reducir las vulnerabilidades que se pudieran presentar y ocasionar problemas a las organizaciones y/o usuarios.

Una de las medidas adoptadas por la computación en la nube es la implementación y uso de HTTPS/SSL para una navegación segura. La anterior es una medida muy eficaz contra el robo de información o intrusión ya que proporciona un encriptado entre el cliente y el servidor que imposibilita que los datos sean incomprensibles por terceros o en este caso ciber delincuentes o ciber atacantes.

En conclusión, para en el presente estado del arte existen varias tecnologías que ayudan a mitigar las vulnerabilidades de los sistemas de información web, por resaltar algunos, se puede mencionar la implantación del protocolo https con ayuda de un certificado SSL para que la información que se envía entre el canal de comunicación que existe entre el cliente y el servidor viaje cifrada/encriptada, y de esta forma no sea comprensible para terceros (ciber atacantes, hackers etc.). Con lo anterior se ayuda a que la información viaje de forma íntegra y privada.

A su vez, también la implementación de la prueba de Turing completamente automática y pública para diferenciar ordenadores de humanos o CAPTCHA por sus siglas en inglés también son una herramienta útil para evitar que algoritmos mal intencionados generen spam en formularios de registro en los sistemas de información, por ello saturan las bases de datos, es por eso que con la ayuda de esta tecnología se evita este problema y otros.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales

PHP: Es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incorporado en [html](#) [14].



## Trabajos futuros

- Implementar autenticación de dos factores: usar dos formas de identificación en lugar de una. Así, en vez de usar solo una contraseña, con la verificación en dos pasos debes usar una contraseña más un código que llega a tu teléfono móvil.
- Reconocimiento facial: El sistema de reconocimiento facial es una aplicación dirigida por ordenador que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características faciales del sujeto extraídas de la imagen o de un fotograma clave de una fuente de video, y comparándolas con una base de datos.

## REFERENCIAS

- [1] Pressman S. R., Ingeniería del Software un enfoque práctico, McGraw-Hill, pp. 33-43, (2010) Fernández, Y., Díaz Y., Patrón Modelo-Vista-Controlador, Revista Telemática, 11(1),
- [2] Fernández, Y., Díaz Y., Patrón Modelo-Vista-Controlador, Revista Telemática, 11(1),
- [3] ((Acunetix Vulnerability Scanner: Web Application Security)), Acunetix. 2018.
- [4] ((Nmap: the Network Mapper - Free Security Scanner)). [En línea]. Disponible en: <https://nmap.org/>. [Accedido: 02-may-2018].
- [5] ((¿Qué es un Certificado SSL? — Cert Superior)). [En línea]. Disponible en: <https://www.certsuperior.com/QueesunCertificadoSSL.aspx>. [Accedido: 02-may-2018].
- [6] ((¿Qué es un CAPCHA? de Maria Betania Labus en Prezi)). [En línea]. Disponible en: <https://prezi.com/1u5lyhshqrra/que-es-un-captcha/>. [Accedido: 04-may-2018].
- [7] ((¿Qué es CAPTCHA?)) [En línea]. Disponible en: <https://www.aboutespanol.com/que-es-captcha-157845>. [Accedido: 04-may-2018].
- [8] MSc. Susana C. Romaniz. (s. f.). Seguridad de aplicaciones web: vulnerabilidades en los controles de acceso. Grupo de Investigación en Seguridad de las Tecnologías de Información y Comunicaciones Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional.
- [9] Ortega Martorell, S., y Canino Gutiérrez, L. (2006). PROTOCOLO DE SEGURIDAD SSL. Ingeniería Industrial, XXVII(2-3). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=360433561012>
- [10] Muro, J. D., y Ramírez, E. L. (2000). Seguridad y comercio por internet. Conciencia Tecnológica, (13). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94401307>
- [11] Vega, O. A., y Vinasco-Salazar, R. E. (2014). CAPTCHA: ¿Una solución para la seguridad informática o problema para la accesibilidad/usabilidad web? Revista e-Ciencias de la Información, 4(2), 1-14.
- [12] López, J. A. A., y Rodríguez, C. R. R. (2016). Seguridad en internet. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, (11). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499054323006>
- [13] Nodarse, F. A. F. (2013). Sobre Comercio electrónico en la WEB 2.0 y 3.0. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 7(3), 96-113.
- [14] PHP: ¿Qué es PHP? - Manual. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- [15] HTML 5.2. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <https://www.w3.org/TR/html52/>
- [16] JSON. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <https://www.json.org/json-es.html>
- [17] JavaScript. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript>
- [18] Sublime Text 3 Beta ya disponible. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <https://web.archive.org/web/20141027110117/http://falasco.org/sublime-text-3-beta-ya-disponible>
- [19] About the XAMPP project. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <https://www.apachefriends.org/es/about.html>

# Reconstrucción Tridimensional de Objetos

Ignacio Martínez Rojas??

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, Mexico

Actualmente en el área de la visión artificial se han logrado gran cantidad de avances sobre todo a lo que se refiere a la detección de objetos dentro de una imagen previamente adquirida, bajo este fin se han desarrollado cierta cantidad de investigaciones y han documentado diversos resultados ya sea utilizando un método en concreto o una serie de métodos que en conjunto puedan dar un mejor resultado de lo esperado. Cabe mencionar que en lo que corresponde a visión maquina aún existen ciertos problemas en cuanto a la detección y el procesamiento de la información que contiene una imagen. En la reconstrucción tridimensional de objetos ocurre algo similar al tratar de correlacionar los puntos de dos o más imágenes con el fin de generar un modelo que contenga las mejores características de estas el problema surge al tratar de relacionar la forma de un objeto que ha sido captado desde dos o más ángulos distintos.

## 1. Introducción

Sea dado un impacto sin precedentes en los últimos 30 años con respecto al desarrollo de visión por computadora o visión maquina debido a que la industria y milicia de varios países han invertido grandes cantidades de dinero en el desarrollo de equipo que permita de manera más precisa determinar la posición y/o forma de un objeto en cierta imagen para ello se debe de determinar previamente la mejor técnica para capturar las imágenes del objeto, suponiendo que se realizaría la reconstrucción por medio de dos o más cámaras se deberá de establecer la posición de las cámaras a partir de una intersección de un par de líneas que partan de la correspondencia de puntos en dos imágenes, también se debe de establecer la posición, orientación y calibración de las cámaras por medio de un conjunto de correspondencias de puntos que son previamente reconocidos en un par de imágenes o más.

En los últimos años se han planteado diversas técnicas para la resolución del problema de la reconstrucción tridimensional de un objeto algunas de ellas presentan complicados métodos de cálculo para la generación de objetos en 3D. Entre estas técnicas se pueden mencionar la adquisición de datos por medio de láser, frecuencias ultrasónicas, barrido de imágenes por medio de tomografías, estereovisión, etc. Desde sus inicios la reconstrucción tridimensional ha sufrido de una serie de transformaciones que le han permitido

la evolución de las técnicas y algoritmos que permitan la formación de imágenes, algunos de estos algoritmos se realizan por medio de una alineación de nubes de puntos. Los diversos métodos empleados se caracterizan por ser sistemas activos o pasivos en cuanto al procesamiento de imágenes, la clave de la reconstrucción tridimensional de imágenes generalmente se realizan a dos niveles, el volumétrico y el geométrico. Algunas de las técnicas empleadas por medio de la detección de puntos se pueden dividir principalmente en dos categorías. La primera por medio de la triangulación que utilizan las medidas de la imagen, luz estructurada, luz cifrada y la segunda basada en métodos que no requieren correspondencias como las que estiman los normales de las superficies en vez de los datos 3D.

Entre los procesos para lograr una buena reconstrucción tridimensional de objetos se encuentra la correcta segmentación de los datos obtenidos para determinar por medio de esta cual es el objeto en concreto y como se podrá desenvolver o interpretar este conjunto de información en un mapeado tridimensional.

En una correcta generación de objetos en 3D es fundamental iniciar con una serie de pasos que son llamados 'Pre procesamiento de datos', lo cuales pueden ser un conjunto de información que describan al objeto en un entorno ya sea controlado o con ruido exterior, este conjunto de pasos tiene como finalidad el aislar el objeto de interés del resto de los datos, para este caso

## Reconstrucción Tridimensional de Objetos

consiste en extraer una región que conforma un objeto de una serie de imágenes en las que se ha capturado la información necesaria de este mediante la captura de imágenes ángulos ya predefinidos.

## 2. Trabajos Previos

El éxito de las aplicaciones basadas en la percepción tridimensional requiere básicamente un algoritmo preciso de calibración de cámaras y un algoritmo robusto de reconstrucción de los datos tridimensionales (3D) [1].

En el proceso de restauración y conservación del patrimonio cultural es necesario utilizar todas las técnicas disponibles que pueden contribuir a un conocimiento adecuado del proceso de reconstrucción tridimensional [2].

En la metodología de digitalización por línea láser se han conseguido tres hitos fundamentales:

1. Los métodos actuales se apoyan en el conocimiento de los parámetros de la cámara, haciendo que los errores se acumulen [3].
2. La realización de la reconstrucción tridimensional de la escena completa mediante una transformación 3D a 2D directa, es decir, sin necesidad de conocer los parámetros intrínsecos ni extrínsecos de la cámara [3].
3. La auto calibración de un par estereoscópico robotizado y reconstrucción euclídea de la escena con ayuda de una línea utilizando cierta información [3].

El objetivo de todo sistema de percepción es crear un modelo del mundo real y usar éste modelo para interactuar con el entorno. En la construcción de un modelo del entorno, un sistema utiliza su conocimiento sobre los objetos, conocimiento sobre los sensores y un conocimiento general del dominio en el que se desenvuelve. En el uso de sistemas basados en robots ciertas tareas suponen el cálculo automático de trayectorias para tareas estándar, la detección de colisiones antes de que se produzcan, la realimentación de esfuerzos y datos visuales precisos, y la generación de trayectorias reales libres de colisión. Las técnicas de visión tridimensional permiten abordar estos problemas. [4]

El uso de proyección de franjas para obtener la topografía de un objeto es una técnica que ha sido utilizada en aplicaciones industriales y médicas. Franjas paralelas son proyectadas sobre la superficie del objeto a estudiar, ya sea con un sistema convencional de

proyección utilizando una red de paso constante o utilizando patrones de interferencia. Las técnicas ópticas de reconstrucción 3D son una tecnología no invasiva que alcanzan excelentes resoluciones y son útiles en labores de inspección o supervisión, siendo cuantitativamente más objetivas, fiables y consistentes que la inspección humana. Según las propiedades del objeto tales como: tamaño, forma y tipo de material se elige una técnica de reconstrucción adecuada en función de la resolución deseada. Existen tipos de objetos para los cuales ciertas técnicas de reconstrucción estándar presentan inconvenientes [5].

Los algoritmos que resuelven el problema de la superficie a partir de contornos hacen un uso intensivo del hecho de que los datos se organizan en contornos (es decir, polígonos cerrados), y que los contornos se encuentran en planos paralelos. De forma similar, los algoritmos especializados para reconstruir superficies a partir de datos de rango de puntos de vista múltiples podrían explotar la relación de adyacencia de los puntos de datos dentro de cada imagen o vista. Los contornos de las estructuras de interés se digitalizan para crear una pila de contornos. El problema es reconstruir las estructuras tridimensionales a partir de las pilas de contornos bidimensionales. Aunque este problema ha recibido mucha atención, aún existen limitaciones severas con los métodos actuales. Quizás el más importante de estos es la dificultad de tratar automáticamente con estructuras de ón [6].

## 3. Materiales y método

La reconstrucción tridimensional de objetos por medio de una serie de imágenes se define como una tecnología no invasiva que permite la captura de información desde un medio analógico con el fin de interpretarla y mediante esta generar un mapeado de datos en los que se pueda determinar la geometría exacta de un objeto, para ello se pretende la captura de la información necesaria mediante una serie de imágenes pertenecientes al mismo objeto y a su vez son tomadas a cierta distancia y ángulo de este. Mediante la captura de estas imágenes se pretende la generación de un modelo tridimensional que contenga ciertas propiedades del objeto físico como son el tamaño y la forma, en este caso se elige un modelo matemático que permita llegar al resultado deseado.

Reconstrucción Tridimensional de Objetos

3.1. Calibración de Camaras

El uso de una o más cámaras es una parte esencial para la captura de información en una reconstrucción tridimensional, para ello hay que tener en claro que se deben de colocar en el caso más sencillo un par de cámaras a cierta distancia del objeto pero manteniendo cierta relación con un punto en concreto. Para esto hay que entender que al trabajar con un par de cámaras e imágenes se utilizan dos sistemas de coordenadas distintos, dicho de otra forma el primer sistema muestra el sistema de coordenadas de la imagen captada y el segundo muestra las coordenadas de la escena. Se puede considerar al primer sistema como un modelo bidimensional que contiene información almacenada en pixeles con medidas en X y Y. El segundo es un modelo tridimensional en el que las unidades a considerar serán medidas de distancia.

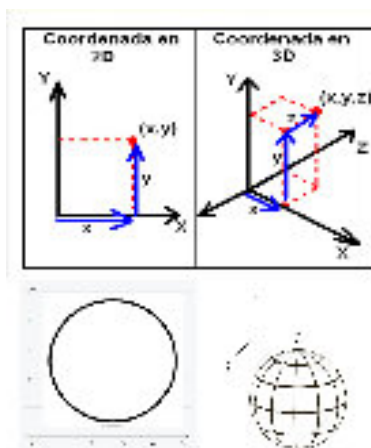


Fig. 1. Cordenadas de una imagen y cordenadas de un punto real.

En la calibración de cámaras por lo general se emplea el modelo que se basa en la generación de una serie de imágenes de un punto a determinadas distancias estableciendo así una serie de coordenadas en cada imagen en las que se localiza el punto, mediante este número N de imágenes se tiene que existe N número de coordenadas correspondientes con las que se puede generar un algoritmo de interpolación que permita determinar el tamaño real del objeto dentro de un rango de distancias predeterminado.

La forma más simple de interpolación consiste en unir dos puntos con una línea recta por lo que es llamada interpolación lineal, en la calibración de imágenes la interpolación de considera como el método de encontrar los valores óptimos que permitan la estable-

cer un polinomio de grado N donde todos los puntos sean tocados ya sea por una línea semi recta o una curvatura. Para ello hay que considerar que no todos los polígonos satisfacen al cien por ciento con el interceptar cada punto, por ello se considera que puede existir en ciertos casos de interpolación una serie de ajustes por mínimos cuadrados.

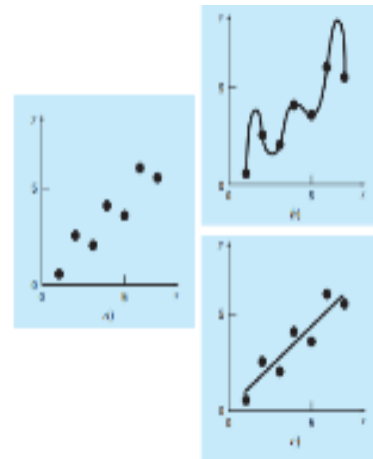


Fig. 2. Figura a) presenta errores significativos, b)ajuste de polinomio presenta oscilación mas allá del rango, c)Resultado satisfactorio por mínimos cuadrados.

3.2. Estereovisión

Por medio de la visión estéreo se pueden determinar las posiciones de ciertos puntos concretos que representan a un objeto y su posición, el principio de la estereovisión es el ajuste de triangulación de cámaras mediante las que el centro de proyección de dos cámaras converge en un punto objeto, tal cual pasaría con la visión humana se obtiene dos imágenes correspondientes a los ojos de una persona y posteriormente en base a estas se plantea la generación de una sola imagen que permita relacionar la imagen izquierda con la derecha. Mediante los puntos obtenidos de ambas imágenes se puede calcular un mapa de disparidad que puede ser convertido a un mapa 3D de la escena.

El problema de la reconstrucción tridimensional de objetos es tratar de obtenerlas coordenadas de dos puntos correspondientes ambas imágenes. Para ello se debe calcular la aproximación de las posiciones de los centros focales de cada imagen, y la posición de los planos correspondientes a la imagen en el sistema de coordenadas tridimensional. Se debe asumir que las posiciones de los puntos en la imagen y los parámetros

Reconstrucción Tridimensional de Objetos

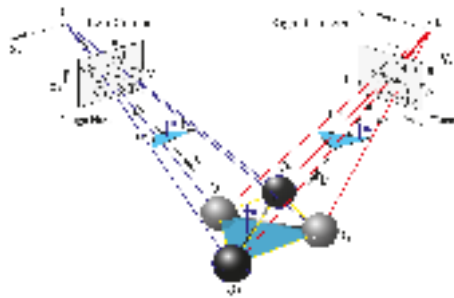


Fig. 3. Representación de visión por estereovisión.

ros de calibración del son conocidos aunque no se una manera ciento por ciento correcta. Debido a ello no se puede confiar a los modelos geométricos rígidos preestablecidos para la reconstrucción de una imagen.

3.3. Técnicas basadas en regiones

El método más sencillo para determinar una región es localizar las correspondencias para cada pixel de una imagen, pero la información contenida en un pixel en este caso la intensidad de este es muy escasa. Otro problema es que el resultado obtenido de una imagen llamado discretización o cuantificación de color se refiere a una proyección de la luminosidad reflejada por las superficies de la escena. Por lo que existe un error de precisión en cuanto al valor de intensidad y en algunos casos existe un enmascaramiento de proyecciones próximas al pixel. Por lo que se utilizan los pixels próximos al área del pixel principal o entorno de vecindad del pixel. La búsqueda de la correspondencia por lo general se realiza mediante una media de correlación cruzada entre dos imágenes, esta suma las diferencias absolutas de intensidad

3.4. Técnicas basadas en características

Es una técnica basada en la extracción de un conjunto de características de cada imagen que permita la realización de correspondencias entre los pixels de las imágenes. Un tipo de característica especial puede ser la detección de bordes, que corresponderían a cambios bruscos de intensidad dentro de la imagen. Para ellos se utilizan una serie de filtros como son de orientación, gradiente o radiancia. Una forma sencilla de encontrar características es mediante una recta debido a que es invariante a la proyección de perspectivas por lo que permite la obtención de modelos geométricos. Su principal desventaja es al obtener un contorno curvo por lo que para la obtención de un modelo

más ajustado se considera la utilización de aproximaciones polinomiales de un orden superior.

3.5. Convergencia

En ciertos casos se ha asumido que los ejes ópticos de algunas cámaras son paralelos, estando de esta manera en un plano ortogonal a la posición de la imagen. Por lo que se considera que la complejidad en la correspondencia de puntos entre imágenes es reducida. Pero en el uso práctico las imágenes siempre presentan cierto margen de error por lo que hay que establecer una técnica de rectificación para re proyectar las imágenes originales sobre un plano.

Un sistema de convergencia tiene como finalidad controlar la distancia desde las cámaras al punto de fijación desde cierta orientación. Para ello debe de considerarse el ángulo de convergencia de las imágenes que a su vez es la intersección de los dos ejes focales. Mediante este ángulo se puede realizar la estimación de distancia del objeto principal de la escena, una estimación ayuda a mantener el punto de fijación del objeto.



Fig. 4. Representación de Convergencia de visión en un punto único.

3.6. Profundidad

Otro de los problemas de un sistema de visión es mantener enfocados los objetos de interés. Krotkov [7] discute varios criterios para determinar el mejor enfoque de la imagen de la escena a partir del motor de enfoque. Pentland [8] y Grossmann han tratado el problema considerando la extracción de profundidad a partir del desenfoque, dando una estimación de la profundidad de la escena a partir de la borrosidad de cada zona de la imagen

Con la extracción de profundidad de la escena se deben integrar las características por medio de una fusión estereoscópica. Para ello se pueden tomar como

Reconstrucción Tridimensional de Objetos

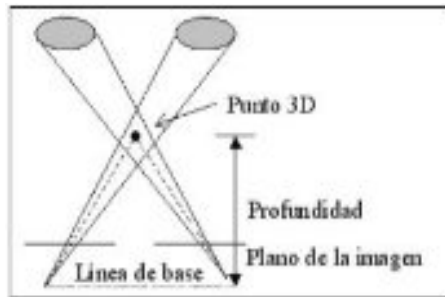


Fig. 5. Representación de profundidad en un sistema de imágenes.

ejemplo cierta cantidad de estudios que tratan de explicar la visión humana, como por ejemplo la visión por fusión binocular no ocurre si existe una disparidad superior en cuanto a la relación de las imágenes, por lo que se determina que el ángulo y movimiento ocular es importante para una correcta fusión de imágenes. Krotkov propuso previamente un modelo que puede ser tomado en el que se utiliza la información estéreo, el enfoque y la convergencia de la forma cooperativa por medio de una interpolación de superficies que permite extender el mapa de entorno.

La estereoscopia basada bordes requiere una localización de detalles bien enfocados en los objetos principales de la escena. Se implica que la profundidad del campo visual deberá de incluir todos los objetos existentes en este, lo que supone un valor elevado de profundidad de campo. Se deberá obtener una estimación de profundidad donde la falta de visibilidad de características se produce en alguna de las imágenes, o en imágenes donde existen zonas con gradiente de disparidad elevado.

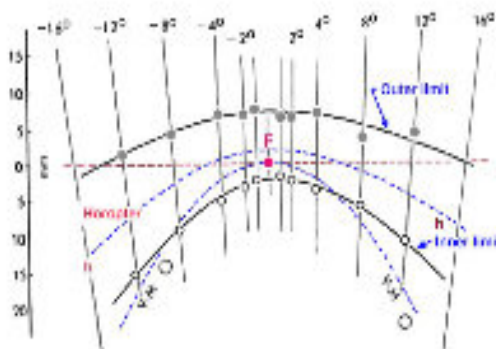


Fig. 6. Representación del espacio de percepción de un objeto central con respecto a dos imágenes

4. Resultados esperados

Como resultados esperados se espera por medio de la correspondiente información anterior poder establecer un método para el desarrollo de un sistema capaz de generar un modelo tridimensional de un objeto en concreto, mediante el uso de estereovisión o proyección de franjas de luz controladas, estableciendo un modelo base para poder generar imágenes tridimensionales en macro o micro tamaño, permitiendo obtener características como tamaño, posición y forma. Uno de los retos más importantes que se considera es el de determinar la mejor forma de procesar los datos que se pretenden obtener de un par de cámaras debido a que hay que considerar aspectos como las dimensiones, la calibración, la orientación de la cámara y las distancias del objeto así como el enfoque que la cámara debe de dar a este.

5. Trabajo futuro

1. Generación de un sistema que permita la formación tridimensional de objetos a partir de la captura de información mediante imágenes, estableciendo un modelo básico para generar detalles precisos de estas como lo son su forma, tamaño, volumen, etc.
2. Aplicar la generación de imágenes a escala de macro visión a ser posible por medio de un cosido de imágenes que permita mayor detalle del objeto en cuestión por regiones de interés.
3. Aplicar la generación de imágenes a escala de micro visión con el fin de amplificar el objeto permitiendo obtener mayores detalles del objeto.

References

[1] Masmoudi, L., Coronado, J. L., García-Bermejo, J. G. (1995). Calibración precisa de cámaras con modelo de distorsión y reconstrucción robusta de coordenadas tridimensionales. *Informática y automática: revista de la Asociación Española de Informática y Automática*, 28(3), 34-41.

[2] Cano, P., Lamolda, F., Torres, J. C., del Mar Villafranca, M. (2010). Uso de escáner láser 3D para el registro del estado previo a la intervención de la Fuente de los Leones de La Alhambra. *Virtual Archaeology Review*, 1(2), 89-94.

[3] Moreno, F. M. S. (2001). Reconstrucción tridimensional de escenas con iluminación láser: aplica-

## Reconstrucción Tridimensional de Objetos

ciones a la fotogrametría industrial (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).

[4] Jiménez, L. M., Aracil, R., Sebastian, J. M., Peñín, L. F., Ferre, M., Torres, F. (1995). Modelado de Entornos 3D para planificación de trayectorias de robots mediante visión estereoscópica y control activo de parámetros ópticos. Resúmenes XVI Jornadas de Automática (Grupo de Trabajo Visión Artificial), 179-197.

[5] Pérez, Z., Meneses, J. (2006). Aproximación Espacio-Temporal para la medida absoluta de la forma

3D de un objeto por proyección de franjas. Revista Colombiana de Física, 38(2).

[6] Hoppe, H., DeRose, T., Duchamp, T., McDonald, J., Stuetzle, W. (1992). Surface reconstruction from unorganized points (Vol. 26, No. 2, pp. 71-78). ACM.

[7] Krotkov, E.P., "ACTIVE COMPUTER VISION BY COOPERATIVE FOCUS AND STEREO", Springer-Verlag, New-York, 1989.

[8] Pentland, A., "A NEW SENSE FOR DEPTH OF FIELD," Proc. Intl. Joint Conf. Artificial Intelligence, Los Angeles, pp. 988-994 (August, 1985).

# Diseño de un modelo capaz de ajustar el confort térmico de los estudiantes

Ivan Juarez García<sup>a</sup>:

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, México

## Resumen

En este documento se presenta un problema sobre el confort térmico en las aulas de los alumnos y se propone solventar el problema con un modelo que sea capaz de adaptar las necesidades de análisis estadísticos de los datos, y después llevar a cabo una visualización gráfica de los mismos para tener una primera aproximación. Según los objetivos planteados y la tarea que debe llevarse a cabo, pueden utilizarse algoritmos desarrollados en diferentes áreas de la minería de datos.

Keywords: modelo, sensación térmica, confort, clima, minería de datos, python.

## 1. Introducción

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. El confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo. Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir cuando se alcanza el equilibrio térmico [8].

A continuación exponemos algunos intervalos de valor de los parámetros de confort externos que interactúan entre sí para la consecución del confort térmico y que se encuentran representados en las Cartas Bioclimáticas:

- Temperatura del aire ambiente:  
entre 18 y 26 °C

- Temperatura radiante media superficies del local:  
entre 18 y 26 °C
- Velocidad del aire:  
entre 0 y 2 m/s
- Humedad relativa:  
entre el 40 y el 65

La zona geográfica juega un papel muy importante en este problema, deliberadamente estas zonas tienden a tener distintas temperaturas, debido a el lugar de su ubicación pueden variar o incluso su clima no es el mismo algunas zonas son cálidas la mayor parte del año, otras templadas o frías. La vida de las personas hoy en día es muy agitada y acelerada y con el constante crecimiento de las poblaciones, las personas tienden a tener una mayor convivencia o puntos de reunión establecidos por personas que dirigen grupos o comunidades de estas, un ejemplo claro son los estudiantes, que día tras día se reúnen con maestros y compañeros a tomar clases en aulas, estas devén presentar optimas condiciones como la ventilación adecuada, el control del ambiente con la ayuda de infraestructura como enfriadores o calefacción, la iluminación y la calidad de el aire;

La edad de una persona juega un factor muy importante en este problema porque la sensación térmica de

<sup>\*</sup> Corresponding author. E-mail: 172t0800@itsm.edu.mx

Juarez Garcia / Diseño de un modelo capaz de ajustar el confort térmico de los estudiantes

un cuerpo adulto no es la misma que la de un niño, estudios científicos afirman que dependiendo la edad de las personas es como las personas perciben la sensación de el medio ambiente como el calor y la temperatura corporal, una repercusión importante de la suposición adaptativa es que las oportunidades de adaptación pueden ejercer influencia sobre la zona de confort de un ocupante: cuantas más oportunidades de adaptación más amplia es la zona de confort [9].

El problema surge a raíz de que en el entorno que utilizan los estudiantes no siempre tienen el control de herramientas para obtener una mayor satisfacción de confort térmico provocando problemas que se magnifican llegando a un grado en que los estudiantes empiezan a perder la atención de las clases con el cual los arrastra a consecuencias como no aprobar un examen o incluso una materia en casos extremos llevándolos a el abandono escolar. Por lo tanto, los estudiantes tienden a convertirse en receptores pasivos de las condiciones ambientales seleccionadas por otros, en lugar de ejercer la agencia para su propia comodidad [9]. Un estudio realizado en Brasil informa que los niños en la escuela raramente hacen modificaciones al medio ambiente porque creen que necesitan permiso antes de interferir [9].

Con este modelo se pretende en grupos determinar un ajuste para la mayor parte. para que el modelo sea adaptativo se debe considerar las diferencias en las expectativas y los requisitos de comodidad; diferencias como la edad, peso, el tipo de actividad que se realiza, temporada (verano/primavera, otoño/invierno) o mes para ello se tiene que realizar encuestas durante y al finalizar de cada actividad también se debe tomar en cuenta la zona demográfica. En la siguiente imagen se muestra la sensación térmica optima de un área determinada.

## 2. Trabajos previos

Kim y Dear Los investigadores indican que las condiciones ambientales dentro del aula dependen en gran medida de las preferencias o hábitos del maestro, lo que puede diferir de las expectativas de los niños. Se desarrolló un conjunto de modelos estadísticos para investigar cómo las estrategias de adaptación favorecidas de los estudiantes cambian dependiendo de las

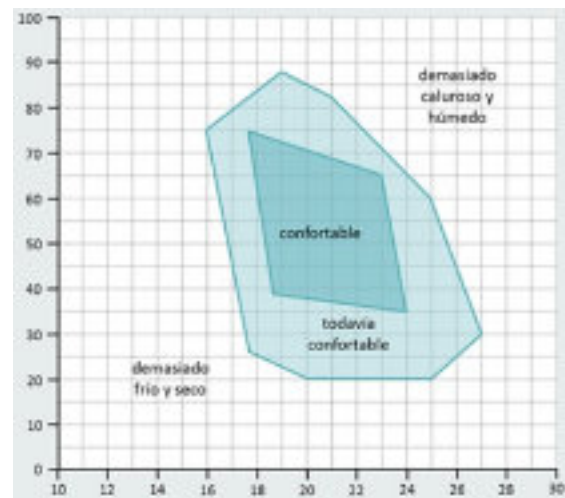


Figura 1. confort térmico

condiciones térmicas que prevalecen dentro de su aula en el momento del cuestionario. La probabilidad de que los encuestados designen una estrategia adaptativa particular en función de la temperatura interior concurrente, nuevamente normalizada frente a la neutralidad térmica esperada del modelo adaptativo ASHRAE 55, se estimó mediante análisis de regresión logística (tenga en cuenta que se utilizó una función gaussiana curva 'no hacer nada' debido al patrón de datos real que muestra una forma de curva de campana). Los resultados indicaron que los estudiantes que ya se colocaron en aulas de aire acondicionado fueron más propensos a preferir el aire acondicionado para el mantenimiento de su comodidad, en comparación con los que se alojaron en aulas sin aire acondicionado [7].

Vecchi et al; En las últimas tres décadas, muchas preguntas sobre la aplicabilidad del modelo de confort térmico de Fanger (1970) en edificios pasivos dio lugar a la aparición de un diferente modelo, ampliamente conocido como el modelo adaptativo de Dear, Brager y Cooper 1997; En Brasil, las normas de comodidad están desactualizadas, y no se menciona el modelo adaptativo en que se encuentra. Sin embargo, El objetivo principal de este trabajo es evaluar la aplicación del método adaptativo propuesto por ASHRAE 55 en dos climas diferentes en Brasil. Este método relaciona las condiciones de confort con la "temperatura media del aire exterior predominante". Los resultados indican que la elección de cualquiera de los métodos para calcular la temperatura media del aire exterior prevaleciente da resultados similares cuando las amplitudes de

temperatura son pequeñas; pero puede conducir a diferentes límites de aceptabilidad y, en consecuencia, a la suma de horas de incomodidad, cuando se presentan variaciones significativas de la temperatura diaria.[4]

Jin et al; Describen el impacto de la alta humedad a altas temperaturas sobre las respuestas térmicas y húmedas de las personas en climas cálidos y húmedos es fundamental para garantizar una calidad ambiental interior adecuada y promover la eficiencia energética de los edificios. El experimento se realizó en la cámara climática de la Universidad del Sur de China de tecnología. La cámara climática comprendía dos salas idénticas que pueden controlarse independientemente. El aire se suministraba a través de falsos techos y se devolvía a través de pisos elevados. Se evaluó el rendimiento de la cámara climática y se obtuvieron los siguientes resultados: rango de temperatura del aire de 10-40 °C, estabilidad de 0.2 °C y no uniformidad espacial menor de 0.2 °C; rango humedad relativa de 40-90 % y estabilidad de 5%; y velocidad del aire inferior a 0.1 m/s [6].

La temperatura radiante media en la cámara climática no se controló activamente, pero fue idéntica a la temperatura del aire después de cada experimento. Los resultados indican que todas las respuestas térmicas humanas (sensación térmica, aceptabilidad y comodidad), húmedas (sensación húmeda y aceptabilidad) y fisiológicas (temperatura media de la piel, humectación de la piel) cambiaron significativamente cuando la HR cambió de 70% a 90% en una Ta de 32 °C pero que solo la sensación húmeda y la humectación de la piel cambiaron significativamente cuando la HR cambió del 50% al 70%. Los resultados también indican que no se produjeron cambios significativos en las respuestas humanas cuando la HR cambió del 50% al 70% a Ta de 29 °C y que la sensación térmica, la aceptabilidad térmica y la sensación húmeda cambiaron significativamente cuando la HR cambió del 70% al 90% [6].

Gifford Describe en su investigación que talvez en cuestión de comodidad adaptativa lo fundamental en el contexto de las aulas de los estudiantes es que si los estudiantes son conscientes de condiciones ambientales al las expuestas y si cuentan con alguna agencia de comodidad personal. Un estudio anterior indicó que los estudiantes tienden a aceptar condiciones ambientales desagradables en lugar de hacer cambios para mejorar su propio nivel de comodidad [5]; un estado de

entumecimiento ambiental, en el cual el usuario rara vez ejerce alguna acción para mitigar situaciones desfavorables [5].

Yun y Ho Won en su investigación proponen una nueva estrategia de control de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) como parte del sistema de energía inteligente que puede equilibrar la comodidad de los ocupantes contra el consumo de energía del edificio utilizando detección omnipresente y tecnología de aprendizaje automático[12]. En el que han establecido un modelo de entorno de construcción utilizando algoritmos de aprendizaje automático, que se puede utilizar para evaluar el nivel de comodidad de los ocupantes. Esperamos que la estrategia de control de HVAC propuesta pueda proporcionar a los ocupantes un entorno laboral o doméstico consistentemente cómodo.[12]. Recopilando datos de temperatura y humedad realistas durante un mes y se estableció un modelo de entorno de construcción con Kohonen Self-Organizing Maps (SOM) y k-Means de algoritmos, que se puede utilizar para clasificar la condición del entorno de construcción [12].

Cook et al. Presenta en su documento de investigación, proporcionando una encuesta de las tecnologías que comprenden la inteligencia ambiental y las aplicaciones que se ven afectadas de manera drástica. En particular, se enfoca específicamente en la investigación que hace que las tecnologías de Aml sean "inteligentes". También destacan los desafíos y las oportunidades que los investigadores de Aml enfrentarán en los próximos años [3].

Realizan un resumen de la exhibibilidad de la idea, el estado actual del arte y las tendencias actuales en los laboratorios de investigación y las empresas [3].

Todavía quedan muchos desafíos por delante y se necesitan mejoras en todos los niveles: infraestructura, algoritmos e interacción con la computadora humana para que los sistemas Aml sean ampliamente aceptados y, lo que es más importante, sean útiles para la sociedad [3].

Los autores Chua et al. describen en su investigación que el aire acondicionado es esencial para mantener el confort térmico en ambientes interiores, especialmente para climas cálidos y húmedos. Hoy en día, el aire acondicionado, que comprende refrigeración y deshumidificación, se ha convertido en una necesidad en los edificios comerciales y residenciales y en los procesos industriales[2]. Representa una parte importante

del consumo de energía de un edificio o instalación. En climas tropicales, la energía consumida por la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado (HVAC) puede exceder el 50% del consumo total de energía de un edificio[2]. Esta cifra significativa se debe principalmente al trabajo pesado impuesto a las tecnologías de refrigeración para eliminar las cargas de calor sensible y latente. Por lo tanto, existe un tremendo potencial para mejorar la eficiencia general de los sistemas de aire acondicionado en los edificios[2].

Wargocki y Wyon realizaron dos experimentos de intervención de campo independientes se llevaron a cabo en las aulas escolares a fines del verano. La temperatura del aire fue manipulada por unidades de enfriamiento divididas en funcionamiento o en marcha instaladas para este fin. En uno de estos experimentos, la tasa de suministro de aire exterior también se manipuló. Las condiciones se establecieron durante una semana a la vez en un diseño de cruce ciego con medidas repetidas en dos clases de niños de 10 a 12 años de edad. De seis a ocho ejercicios que ejemplifican diferentes aspectos del trabajo escolar numéricos y basados en el lenguaje se realizaron como parte de las lecciones normales. Los alumnos indicaron sus percepciones ambientales y la intensidad de cualquier síntoma en escalas analógicas visuales[11]

Toftum et al. Describen las asociaciones entre el aprendizaje, el modo de ventilación y otras características del aula se investigaron con datos de un esquema de prueba danés y dos estudios transversales generalizados que examinaron la calidad del aire en las escuelas danesas. Se calculó un indicador de logro académico como una medida del resultado del aprendizaje a partir de los puntajes de un esquema de prueba danés estandarizado ajustado para un índice de referencia socioeconómico[10]. Los alumnos de las escuelas con ventilación mecánica equilibrada tenían indicadores de rendimiento significativamente más altos que los alumnos de las escuelas con ventilación natural, donde la ventilación se producía principalmente mediante la apertura manual de las ventanas[10]. Además, la concentración de dióxido de carbono fue menor en las aulas con ventilación mecánica equilibrada. No hubo una asociación consistente entre los indicadores de logro y el volumen de la sala específica de la persona, año de construcción / renovación, o la ocupación. Las mediciones de las concentraciones y temperaturas de dióxido de carbono en 820 aulas en 389 escuelas estaban disponibles. En el 56% y 66% de las aulas incluidas

en los dos estudios, el CO<sub>2</sub> medido concentración fue mayor que 1000 ppm. Los hallazgos de este estudio se suman a la creciente evidencia de que la ventilación insuficiente en el aula tiene un impacto en los resultados del aprendizaje[10].

### 3. Materiales y métodos

Existe una gran cantidad variante de métodos aplicados constantemente en el contexto educacional en la minería de datos. Estos métodos están entendidos en las siguientes categorías: predicción, agrupamiento, minería de relaciones, inferencia a través de modelos, y destilación de datos para la interpretación por parte de un ser humano. Las tres primeras categorías son universales para distintos tipos de minería de datos. Las categorías cuarta y quinta consiguen una particular importancia dentro de la minería de datos educacionales.

Utilizar el área de la minería de datos y aprovechar las herramientas que esta nos ofrece para que con base a objetivos se logren y cumplan principalmente para la construcción de un modelo. Se propone utilizar la herramienta de Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multi paradigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma; Con una técnica de agrupamiento(cluster) que es una técnica de minería de datos (data mining) dentro de la disciplina de Inteligencia Artificial que identifica de forma automática agrupaciones o clústeres de elementos de acuerdo a una medida de similitud entre ellos. El objetivo fundamental de las técnicas de agrupamiento consiste en identificar grupos o clústeres de elementos.

Dentro de las múltiples posibilidades para mejorar el desempeño y la competitividad de las aulas escolares, resalta la minería de datos, que es una estrategia para utilizar adecuadamente grandes bases de datos con la ayuda de la tecnología. Los objetivos específicos son:

- base de conocimientos con datos reales.
- Entorno anaconda para utilizar herramienta python.
- algoritmos de minería de datos.

Juarez Garcia / Diseño de un modelo capaz de ajustar el confort térmico de los estudiantes



Figura 2. Arquitectura del sistema típico de minería de datos

El análisis de conglomerados es un término colectivo que abarca una amplia variedad de técnicas para delinear grupos o grupos naturales en conjuntos de datos. Este libro integra los elementos necesarios del análisis de datos, el análisis de clusters y la implementación de la computadora para cubrir la secuencia completa de pasos desde los datos sin procesar hasta el análisis final [1]. Desarrolla una base conceptual y filosófica para usar el análisis de conglomerados como herramienta de descubrimiento y lo aplica sistemáticamente a lo largo del libro. Proporciona una discusión exhaustiva de las variables, escalas y medidas de asociación que establece una base sólida para construir una definición operativa de similitud adaptada a las necesidades de cualquier definición operativa particular de similitud adaptada a las necesidades de cualquier problema en particular, y dedica especial atención a los problemas del análisis de conjuntos de datos que contienen mezclas de variables nominales, ordinales y de intervalo [1].

#### 4. Resultados Esperados

Cuando se obtenga el modelo, se procederá a su validación, obteniendo las comprobaciones de que las conclusiones que arroja son válidas y suficientemente satisfactorias. En el caso de haber obtenido varios modelos mediante el uso de distintas técnicas, se deberán comparar los modelos en busca de aquel que se ajuste mejor al problema. Si ninguno de los modelos alcan-

za los resultados esperados, deberá alterarse alguno de los pasos a utilizar para generar nuevos modelos. Una vez analizados los resultados de los patrones obtenidos con técnicas de visualización y de representación, esto con un fin para generar conocimiento. En esta fase se evaluarán los resultados con los expertos y, si es necesario, se retornará a las fases anteriores para una nueva iteración.

Muchos investigadores en muchas disciplinas diferentes han encontrado que se pueden lograr resultados significativos proporcionando métodos de minería de datos y análisis de datos. La transformación de datos brutos en información significativa mediante el procesamiento a través de estos estudios se cree que proporciona contribuciones económicas a empresas y al público empresas. En base a estos estudios, se puede observar que es útil se pueden obtener resultados si se usan métodos de minería de datos cuando hay un proceso de estimación o determinación en términos de costo en cualquier sector.

Lo importante de este estudio es que la minería de datos, que se han utilizado con frecuencia en casi cada campo en los últimos años, se puede aplicar a cualquier tipo de datos obtenidos en distintos sectores, y los resultados económicamente beneficiosos se pueden lograr proporcionando ventaja competitiva a las empresas.

#### 5. conclusión y trabajos futuros

Este reporte se hace la introducción de un problema que surge a raíz de el confort y se propone solucionarlo con las técnicas de minería de datos, acorde a la revisión sistemática desde el punto de vista del aprendizaje automático. No cabe duda de que el aprendizaje automático desempeña un papel clave en la minería de datos y el análisis en la industria. Los métodos de aprendizaje automático no supervisados y supervisados ya se han utilizado ampliamente en la industria de procesos, que representa aproximadamente el 90% - 95% de todas las aplicaciones, el aprendizaje automático se ha introducido en los últimos años, con las revisiones correspondientes en minería de datos y análisis en la industria, se han ilustrado y discutido varias perspectivas para futuras investigaciones sobre este tema. Se puede esperar que la minería de datos y el análisis desempeñen papeles cada vez más importantes en la industria, con el desarrollo de nuevas tecnologías de

aprendizaje automático.

Debido a esto se debe tenerse en cuenta que la minería de datos y el análisis es un área de investigación bastante multidisciplinaria, que puede requerir conocimientos de control de procesos, aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, estadísticas, etc. Para realizar minería de datos y análisis eficientes en la práctica, deberán desarrollarse nuevas estrategias educativas y de capacitación para la industria y también deberá aumentarse el nivel de cooperación entre las universidades y los sectores industriales, deberán eliminarse las barreras entre las diversas disciplinas. En este sentido, el papel de la minería de datos y el análisis es hacer que investigadores y profesionales de diferentes culturas trabajen juntos.

#### Referencias

- [1] Michael R Anderberg. Cluster analysis for applications. Technical report, Office of the Assistant for Study Support Kirtland AFB N MEX, 1973.
- [2] KJ Chua, SK Chou, WM Yang, and Jinyue Yan. Achieving better energy-efficient air conditioning—a review of technologies and strategies. *Applied Energy*, 104:87–104, 2013.
- [3] Diane J Cook, Juan C Augusto, and Vikramaditya R Jakkula. Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities. *Pervasive and Mobile Computing*, 5(4):277–298, 2009.
- [4] Renata De Vecchi, Márcio José Sorgato, Miguel Pacheco, Christhina Cândido, and Roberto Lamberts. Ashrae 55 adaptive model application in hot and humid climates: the brazilian case. *Architectural Science Review*, 58(1):93–101, 2015.
- [5] Robert Gifford. Environmental numbness in the classroom. *The Journal of Experimental Education*, 44(3):4–7, 1976.
- [6] Ling Jin, Yufeng Zhang, and Zhongjun Zhang. Human responses to high humidity in elevated temperatures for people in hot-humid climates. *Building and Environment*, 114:257–266, 2017.
- [7] Jungsoo Kim and Richard de Dear. Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. *Building and Environment*, 127:13–22, 2018.
- [8] Carmen Sánchez-Guevara Sánchez, D Sánchez, and C Rubio. El enfoque adaptativo del confort térmico en sevilla= the adaptive approach to thermal comfort in seville. *Anales de edificación*, 2(1):62–70, 2016.
- [9] Sander ter Mors, Jan LM Hensen, Marcel GLC Loomans, and Atze C Boerstra. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating pmv-based comfort charts. *Building and Environment*, 46(12):2454–2461, 2011.
- [10] Jørn Toftum, Birthe U. Kjeldsen, Pawel Wargocki, Henriette R. Menå, Eva M.N. Hansen, and Geo Clausen. Association between classroom ventilation mode and learning outcome in Danish schools. *Building and Environment*, 92:494–503, oct 2015.
- [11] Pawel Wargocki and David Wyon. The Effects of Moderately Raised Classroom Temperatures and Classroom Ventilation Rate on the Performance of Schoolwork by Children (RP-1257). *HVAC&R Research*, 13(2):193–220, mar 2007.
- [12] Jaeseok Yun and Kwang-Ho Won. Building environment analysis based on temperature and humidity for smart energy systems. *Sensors*, 12(10):13458–13470, 2012.

# Introducción a técnicas de aprendizaje automático para la predicción de terremotos

José Antonio García-Pérez and Rajesh Roshan-Biswal

Instituto tecnológico superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite C.P. 93821 Misantla, Veracruz, México

## Resumen

Continuar escribiendo El presente artículo se muestra algunas de las técnicas más comunes para la predicción de ocurrencia de terremotos los cuales se determinan mediante las variables como la fecha de ocurrencia y la ubicación determinada por las coordenadas geográficas así también como la profundidad del área afectada, todo esto en un historial de ocurrencia de sismos dentro de un área determinada. Se realiza la importancia de introducir una variedad de técnicas de predicción para evitar esas pérdidas ejemplos de técnicas pueden ser, reglas de asociación, k means, arboles de decisión o redes neuronales para descubrir patrones de ocurrencia. Actualmente, en los estudios geológicos está claro que el proceso de generación y la dinámica del desarrollo del terremoto es no lineal y no estocástico. Por este motivo, en los últimos años los autores, expertos en desarrollo de modelos matemáticos basados en técnicas de aprendizaje automático, decidió aplicar estos modelos matemáticos para pronosticar terremotos. El objetivo de este estudio experimental fue probar la capacidad de aprendizaje automático para la predicción de terremotos.

Keywords: Aprendizaje automático, Técnicas, Terremotos, TensorFlow

## 1. Introducción

La predicción del terremotos es una tarea de extrema dificultad que involucra muchas variables entre ellas las anteriormente mencionadas. Aunque muchos estudios han identificado varios fenómenos como sismos precursoros o cambios físicos de la tierra, no se ha encontrado una manera confiable de predecir los terremotos. La predicción de terremotos de gran magnitud es de particular importancia dado su potencial para causar pérdida de vidas. Dado que no hay un método práctico para lograrlo y predecir sistemáticamente los terremotos hasta el momento, es necesario investigar y tratar de acercarse a un buen resultado en la predicción. Tomando en cuenta que los terremotos son impredecibles en su ocurrencia, las investigaciones están basadas en buscar patrones en las secuencias de ocurrencias de terremotos, esto, permite determinar que la ocurrencia de los terremotos o sismos. Como los datos de la ocu-

rrencia de terremotos tienen patrones relacionados con los cambios o movimiento de la corteza terrestre, un análisis de series de tiempo puede ser realizado sobre ellos.[4] Una serie de tiempo es una secuencia de valores observados a lo largo del tiempo y, por lo tanto, cronológicamente ordenado. Dada esta definición, es habitual encontrar datos que pueden ser representados como series de tiempo en muchos campos de investigación. El estudio del comportamiento pasado de una variable puede ser extremadamente valioso para predecir su comportamiento futuro. Suponiendo que la naturaleza del tiempo de los terremotos es estocástica, las técnicas de agrupamiento han demostrado que estas series temporales algunos patrones temporales, haciendo el modelado y la predicción posterior posible. Este trabajo analiza y pronostica series temporales de terremotos mediante la aplicación de dos técnicas de aprendizaje automático con la herramienta Weka para resultados estándares. Una revisión de los últimos trabajos publicados revela que la cantidad de algoritmos de aprendizaje automático son muy pocos o limitados.

\* Corresponding author. E-mail: rroshanb@itsm.edu.mx

Sin embargo, se presenta algunas técnicas que se relacionan con el aprendizaje automático.

## 2. Trabajos previos

Una de las maneras de saber cuándo ocurrirá un terremoto es basándonos en el agua en manto acuíferos subterráneo en los cuales nos percatamos de diferentes características que se pueden medir como lo es el nivel del agua, cambios químicos en el agua o la liberación de un gas llamado radón, todos estos cambios como se ve en muchos estudios surgen o son precursores de los terremotos ya que el agua en su composición química o su mismo nivel cambia y al ocurrir el cambio en la mayoría de los casos pasado un tiempo ocurre un terremoto. Una vez teniendo este enfoque en el cual sabemos cómo poder predecir el terremoto se le aplica lo que es la técnica de aprendizaje automático de agrupamiento.[5]

En el trabajo se propuso las redes neuronales en capas para el análisis basado en estimar la concentración de radón en el suelo. Esta técnica puede encontrar cualquier relación funcional entre el radón concentración y los parámetros ambientales. Los datos fueron obtenidos de un sitio en Tailandia y fue analizado. El análisis indica que este enfoque es capaz de diferenciar variación de tiempo de la concentración de radón causada por parámetros ambientales de aquellos que surgen por anomalía fenómenos en la tierra. Este estudio indicó que el método propuesto puede dar una mejor estimación de las variaciones del radón relacionadas con el medio ambiente parámetros que pueden tener un efecto no lineal en la concentración de radón en el suelo.[5].

Otra propuesta a investigar es un método para evaluar la vulnerabilidad frente a terremotos. En este artículo, el método Bayesiano propuesto para la derivación de curvas de fragilidad que puede producir estimaciones independientemente de la cantidad de datos disponibles. Es particularmente flexible cuando se combina con Técnicas de cadenas de Markov Monte Carlo y puede proporcionar de manera eficiente intervalos creíbles para las estimaciones. Además, un procedimiento general basado en la regresión logística se ilustra que puede conducir en una manera de principios a la derivación de las superficies de fragilidad que expresan la probabilidad de exceder un nivel de daño con respecto a varias medidas de la carga del terremoto y por lo tanto puede producir más precisas predicciones, Las metodologías presentadas se ilustran uti-

lizando los datos generados a partir de simulaciones computacionales para estructura en la parte superior de un depósito de arena saturada que es susceptible a la licuefacción. [2]

En lo que respecta a los artículos que hablan de el análisis de los datos de los terremotos por medio de agrupación de ciertas características se tiene que el análisis de agrupamiento es una función matemática, cuya función principal es extraer los conjuntos más similares separados de objetos según una similitud dada medida. Este concepto ha sido utilizado durante muchos años en reconocimiento de patrones. Dependiendo de las estructuras de datos y objetivos de clasificación, diferentes esquemas de agrupamiento deben ser aplicados. En esta investigación utilizan dos clases diferentes de algoritmos de agrupamiento para diferentes resoluciones. En el espacio de datos se utilizan esquemas de aglomeración, Algoritmo vecino más cercano (kNN). Este tipo de agrupación extrae los clusters localizados en el alta espacio de datos.[2]

Una técnica que puede ser considerada novedosa es un análisis de conglomerados de la estructura multi-resolución de los patrones de terremotos es desarrollado y aplicado a catálogos sísmicos observados y sintéticos. Los datos observados representan actividades sísmica situadas al alrededor de las islas japonesas en el intervalo de tiempo 1997-2003. Los datos sintéticos fueron generados por simulaciones numéricas para varios casos de falla heterogénea. En la resolución más alta, se analizaron la estructura de clúster local en espacio de datos de eventos sísmicos para los dos tipos de catálogos utilizando un algoritmo de agrupamiento aglomerativo. Se demostró que los eventos de pequeña magnitud producen parches espaciotemporales locales correspondientes a grandes eventos vecinos. Los eventos sísmicos, cuantificados en el espacio y en el tiempo, generan el efecto multidimensional espacio de característica de los parámetros del terremoto. Usar un algoritmo de agrupamiento no jerárquico y multidimensional escalando, se puede encontrar los multitudinarios terremotos mediante la visualización tridimensional en tiempo real e inspección de clusters multivariados. En las resoluciones características de los parámetros del terremoto, todas las sismicidad en curso antes y después de los eventos más grandes se acumulan a una estructura global que consiste en unos pocos clústeres separados en el espacio de características. Se muestra que al combinar los resultados de la agrupación de bajo y alto espacios de resolución, se pueden reconocer eventos precursores con mayor precisión y

decodificar información vital que no se puede discernir en un solo nivel de resolución.[6]

La predicción de un evento en una serie temporal es bastante importante para problemas de ingeniería y economía. Un método más crea un conjunto de métodos que revelan ocultos patrones temporales que son características y predicciones de eventos en series de tiempo. Un algoritmo de predicción utilizando datos de series de tiempo basado en lógica difusa. Las series de tiempo han sido transformadas, mediante el uso de análisis de series temporales no lineales y luego la lógica difusa ha sido utilizada para predecir valores óptimos de parámetros importantes que caracterizan los eventos de series de tiempo. La verdad de la lógica difusa basada en el algoritmo de predicción ha sido probada para resultados de la aplicación.[3]

### 3. Materiales y métodos

El contenido mayormente utilizados como bases de datos contienen Fecha y hora local en tiempo del centro de México. Coordenadas geográficas (Latitud y Longitud) del epicentro en grados decimales. Profundidad en kilómetros. La localización es solo una referencia a una localidad importante en cuanto a número de habitantes y cercana al epicentro. Los registros con estatus verificado son los calculados y publicados de manera oportuna por al menos un analista de sismogramas.

Un ejemplo de base de datos podría ser el siguiente:

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
01/08/2018	00:05:06	3.8	18.18	-100.83	68	26 km al SUROESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
01/08/2018	01:24:59	3.8	17.35	-101.34	7	22 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
01/08/2018	03:42:52	3.5	16.42	-98.71	16	43 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/08/2018	05:47:14	3.8	17.24	-100.89	44	7 km al NOROESTE de TEPIC, GRO
01/08/2018	05:52:50	3.4	16.43	-98.49	32	29 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/08/2018	07:41:17	3.3	17.38	-101.12	13	24 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
01/08/2018	10:17:10	3	16.62	-98.44	2	8 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/08/2018	15:34:14	3	16.53	-98.53	5	22 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/08/2018	17:05:08	3.7	17.76	-99.75	1	26 km al NOROESTE de ZUMPRANGO DEL RIO, GRO

Las técnicas de aprendizaje automático más utilizadas en esta investigación son las técnicas que abarcan el campo de las cosas no lineales y que no pueden ser estacionarias así que la predicción de los terremotos se tiene que hacer de una manera muy importante con técnicas que resulten exactas o que nos den una exactitud cerca al 100 algo que se ve imposible pero varios resultados muestran que se va por buen camino incluso con la utilización de redes bayesianas o teoremas neuro difusos como el algoritmo neuro fuzzy propuesto en algunos artículos.

Minería de datos algunas definiciones:

Como en el artículo predicción de terremoto usando minería de datos [5] lo señala La minería de datos

es definida en muchos de los artículos leídos como un proceso por el cual se extrae la información más relevante de un conjunto de datos. así mismo se recalca la importancia de usar en la minería de datos para la predicción de terremotos ya que es una herramienta muy útil para encontrar patrones y relaciones en los datos muy a pesar de que los eventos de un terremoto son impredecibles.

Estas relaciones pueden ser identificados con dos tipos de modelos: 1) Modelos descriptivos o aprendizaje no supervisado: En los cuales se describen los patrones para identificar grupos o subgrupos dentro de la información o datos.[5]

2) Modelos predictivos o supervisados: Se usan para pronosticar valores explícitos, basado en patrones o resultados conocidos.

Como lo explica el artículo predicción de terremoto usando minería de datos[5] se tienen dos formas dentro de lo que es el modelo predictivo las cuales son:

#### 1. Minería basada en eventos:

- Eventos conocidos / algoritmos conocidos: Usa modelos ya existentes para localizar fenómenos de interés conocidos, ya sea espacialmente o temporalmente dentro de una gran base de datos.
- Eventos conocidos / algoritmos desconocidos: Usar reconocimiento de patrones y propiedades de agrupación de datos para descubrir nuevas relaciones entre los fenómenos conocidos.
- Eventos desconocidos / algoritmos conocidos: Usa las relaciones físicas esperadas entre los parámetros de observación de fenómenos físicos para predecir la presencia de eventos dentro de una gran base de datos compleja, esto es lo que se basa este artículo.
- Eventos desconocidos / algoritmos desconocidos: Usa umbrales o tendencias para identificar eventos únicos para descubrir nuevos fenómenos.[5]

Para el desarrollo de la predicción al ocupar datos reales los cuales pueden ser muy complejos se tiene que recurrir a las técnicas de preprocesamiento para un mejor resultado en la predicción o por simple estética de la base de datos utilizada, lo primero se puede realizar es la eliminación de errores o valores atípicos, realizar histogramas de frecuencia para tener una base de datos ordenada. ahora una vez que tenemos un poco de orden en la base de datos tenemos que hacer una visualización de los patrones que sean más visibles, o podemos aplicar un agrupamiento de los datos para ver algunos patrones importantes.

algunos ejemplos de métodos con los que se puedan identificar los terremotos en lo que respecta a lo físico,

- 1) niveles de agua subterránea
- 2) Cambios químicos en aguas subterráneas
- 3) Gas de radón en pozos de agua subterránea[5]

#### 4. Resultados

Este trabajo se centra en la aplicación de clasificadores supervisados combinados con análisis de componentes principales (PCA) para mejorar la predicción de terremotos. Se basa en los insumos propuestos en trabajos previos y búsquedas para conjuntos de datos con diferente dimensionalidad y propiedades, construidos después de la aplicación de PCA. El problema de la dimensionalidad de los datos revela que un número de características generalmente conduce a resultados más pobres. Por esta razón, PCA es una metodología adecuada para crear espacios vectoriales adecuados con un número adecuado de coordenadas. Es importante resaltar que este trabajo es un intento simultáneo de cumplir todos los requisitos exigidos por la Sociedad Sísmológica de América para hacer una predicción precisa. En este sentido, proporciona predicciones para cuando, donde, y qué tan grande. [1]

Un método utilizado para obtener patrones en series temporales sísmicas es el M5P Algoritmo disponible en WEKA. El enfoque M5P se extiende al algoritmo M5 agregando técnicas de valores perdidos y transformación de características de valores discretos a valores binarios. El algoritmo M5 proporciona un convencional árbol de decisión con funciones de regresión lineal en los nodos. El árbol se obtiene por un algoritmo de inducción clásico, pero las divisiones se obtienen maximizando la reducción de la varianza y no maximizar la ganancia de información. Una vez que se ha construido el árbol, el método calcula un modelo lineal para cada nodo. Más tarde, las hojas del árbol se podan mientras el error disminuye. Para cada nodo, el error es la media del valor absoluto de la diferencia entre los valores pronosticados y reales para cada ejemplo que llega a dicho nodo. Este error se pondera según la cantidad de ejemplos que lleguen a ese nodo. El proceso se repite hasta que todos los ejemplos estén cubiertos por una o más reglas. Por lo tanto, M5P genera modelos que son compactos y relativamente comprensibles. Datos de terremotos de dos áreas particulares de la Península Ibérica han sido explotados con éxito por medio de dos técnicas diferentes: QAR y el M5P algoritmo. En particular, QAR con una confianza del

83.0 % y una elevación de 5.6 en promedio se han descubierto y un árbol de regresión con un error de 0,35 ha sido construido. Ambas técnicas han descubierto la gran influencia que tiene el valor  $b$  de las ocurrencias de terremotos ya que su variación junto con el tiempo transcurrido ha demostrado ser útil para modelar diferentes terremotos. Por lo tanto, los patrones descubiertos antes de que ocurra un terremoto pueden ser útiles en predicciones posteriores. [4]

El algoritmo M8 considera los registros de terremoto de alta magnitud. Para este propósito dibuja el diámetro de la fuente para medir el registro de propagación de la onda de registros de terremotos. Luego predice el terremoto para los próximos cinco años al generar la alarma. Esto es interesante notar que toma los promedios móviles sobre la ventana deslizante función para que coincida con los patrones de diferentes períodos de tiempo temblores. Usamos suavizado exponencial, que da más peso a los temblores actuales y menos peso al terremoto pasado. Podemos implementar un sistema para juzgar el desempeño de ambos los sistemas a lo largo del tiempo. Cuando el resultado del suavizado exponencial no coincide con el valor de tiempo real simplemente necesitamos ajustar el valor de alfa o función de distribución de ruido. Con medida precisa de alfa varianza, se pueden obtener buenos resultados de predicción. Este proceso se realiza de forma iterativa para que podamos obtener nuestro optimizado objetivo. El algoritmo M8 cuenta el número de réplicas y lo trata como un todo. Significa que no se dirige a los detalles de después de los golpes y sus resultados. Aunque la prueba de funcionamiento del algoritmo M8 es mucho mejor, sin embargo, este trabajo considera que si tenemos en cuenta la estructura específica o cambios en la corteza terrestre después de cierta ventana deslizante, podemos sugerir un sistema que es llamado sistema de base de conocimiento para terremotos en el futuro. Este sistema contendrá los resultados de probabilidad y conocimiento sobre el cambio en la corteza terrestre con respecto a esta probabilidad. Usando tal escenario, mejor modelamos los cambios futuros en tiempo real. Además cuando deseamos encontrar los terremotos con respecto al cambio en la corteza terrestre, necesitamos un paradigma más grande para estudiar. Los promedios móviles de las diferentes estaciones se pueden convertir en cubo para analizar los patrones regionales cambiantes.[1]

El algoritmo MSc parece generar el mejor resultado al dividir la tarea  $N$  en  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$  cantidad de instancias en una doble dimensión espacio vectorial. Sin embargo, en nuestra opinión, cuando hay un terre-

García-Pérez & Roshan-Biswal / Introducción a técnicas de aprendizaje automático para la predicción de terremotos

moto más grande, muchos más pequeños después de los efectos parece ocurrir en un período específico de hora. Estos pequeños efectos que vienen son en realidad debido a un mayor terremoto. Entonces, si modelamos ambos por separado, podríamos obtener buena probabilidad de terremotos más grandes, pero cambios más pequeños podrían ser desaparecidos. También la formación de la corteza terrestre podría estar cambiando con él muchos pequeños cambios a lo largo del tiempo. Estos escenarios parecen ser mejor para la predicción actual en tiempo real, cuando pasemos a el estudio de la corteza terrestre cambia y el movimiento con respecto a intervalos de tiempo.[1]

Una técnica más llamada Neuro-Fuzzy para predicción de terremoto de corto plazo utilizando datos de sismograma guardados. Este método es capaz para predecir los terremotos cinco minutos antes, con un aceptable precisión (82.8571 %). Las características se obtuvieron de parámetros estadísticos y de entropía, Wavelet discreto Transformar, transformada rápida de Fourier, máximo exponente de Lyapunov, y el clasificador utilizado extracción de características para indicar si el terremoto se llevó a cabo en los próximos cinco minutos siguientes o no.[3]

## 5. Conclusion

En conclusión es muy importante obtener información acerca de las técnicas capaces de reducir los eventos tan importantes y desastrosos para prevenir pérdidas importantes más que nada en el recurso humano muchas de las técnicas aquí mostradas parten del he-

cho de que no es posible predecir algo que no es lineal que no tiene un comportamiento definido así que se basan en lo que para ellos es más importante como en como es que ocurren los terremotos y en que momento suceden así con técnicas ya sean matemáticas o computacionales encontrar ese valor o valores que nos digan algo acerca del comportamiento aleatorio de la ocurrencia de los terremotos, una vez encontrado esos valores tratarlos de la mejor manera posible para así determinar que técnica es la adecuada para tener un mejor resultado de predicción, y en la mayoría de los casos el porcentaje supera el 60 por ciento de acierto que es un resultado por de más importante y valioso.

## Referencias

- [1] A. Morales-Esteban F. Martínez-Álvarez, A. Troncoso and J.C. Riquelme. Computational intelligence techniques for predicting earthquakes. *Science*, 1(6679):287–294, 2011.
- [2] Dr. R. V. Kulkarni G. V. Otari. A review of application of data mining in earthquake prediction. *Science*, 3(0):3570–3574, 2012.
- [3] M. Karakose I. Aydin and E. Akin. The prediction algorithm based on fuzzy logic using time series data mining method. *Engineering and Technology*, 1(51):91–98, 2009.
- [4] Sajjad Mohsin and Faisal Azam. Computational seismic algorithmic comparison for earthquake prediction. *Science*, 5(3):53–59, 2011.
- [5] Rashmi Kulkarni Radhika Kulkarni. Earthquake prediction using data mining. *Science*, 6(ART20177914):487–488, 2015.
- [6] Krzysztof Boryczko Yehuda Ben-Zion Shoichi Yoshioka Takeo Ito Witold Dzwiniel, David A. Yuen. Cluster analysis, data mining, multi-dimensional visualization of earthquakes over space, time and feature space. *Science*, 1(0):1–14, 2003.

# Un estudio comparativo de las técnicas de aprendizaje automático para la predicción de enfermedades del corazón

Marcela Lara Cruz and R. R. Biswal

Posgrado en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, C.P. 93821, Veracruz, México

## Resumen

Las enfermedades del corazón hoy en día se han convertido en una de las mayores causas de muerte en el mundo. La industria de la salud es un amplio campo con una gran cantidad de volúmenes de datos de pacientes, registrando cada día más información. En términos de ciencia, esta industria es rica en información, pero carece de conocimiento tecnológico para procesar estos datos. En el presente trabajo se aborda un análisis de comparación de las diferentes técnicas con base en el estado del arte utilizadas en el aprendizaje automático para la predicción de enfermedades cardíacas. Se observa que en la mayoría de las investigaciones las técnicas más utilizadas y que mejor respuesta han arrojado para realizar predicciones de enfermedades del corazón son: Regresión logística, Random forest, máquinas de soporte vectorial, redes neuronales, KNN, Naive Bayes y árboles de decisión. Gracias a los resultados que arrojaron estas técnicas se puede dar una mejor predicción en esta área de la salud.

Keywords: Aprendizaje automático, Enfermedades cardíacas, Comparación de Técnicas.

## 1. Introducción

Una enfermedad cardíaca es una afección que ocurre cuando la grasa y el colesterol se acumulan en las paredes del vaso sanguíneo (arteria). Esta acumulación se llama placa. Con el tiempo, la placa puede estrechar los vasos sanguíneos y causar problemas en todo el cuerpo. Si una arteria resulta obstruida, esto puede llevar a que se presente un ataque cardíaco o un accidente cerebrovascular. Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de defunción en todo el mundo. Cada año mueren más personas por alguna de estas enfermedades que por cualquier otra causa.

La industria de la salud es un amplio campo con una gran cantidad de volúmenes de datos de pacientes, registrando cada día más información. En términos de ciencia, esta industria es rica en información pero pobre en conocimiento[9].

Técnicas avanzadas de aprendizaje automático, como árboles de decisión, máquinas de soporte vectorial, Naive Bayes, Algoritmos Clustering, Análisis de Componentes Principales y regresión logística pueden ser utilizadas para descubrir patrones ocultos en los datos. Modelos desarrollados a partir de estas técnicas serán de gran utilidad para caracterizar el riesgo cardiovascular, permitiendo tomar decisiones eficaces. Los algoritmos de aprendizaje automático están dando buenos resultados en el área de cardiología, gracias a los datos y cómputo. Estos dos elementos permiten que estos algoritmos aprendan conceptos por sí solos. Se trata de ese conjunto de reglas abstractas que por sí solas son construidas, lo que ha traído y permitido que se puedan autoconfiar[10].

Para llevar a cabo el objetivo de este trabajo, realizaremos un análisis de las diferentes técnicas que nos proporciona el aprendizaje automático. Para ello lo principal es conocer como funciona este tipo de aprendizaje.

El aprendizaje automático es un conjunto de técnicas

\* Corresponding author. E-mail: rroshanb@itsm.edu.mx

cas para analizar datos mediante algoritmos y también aprender de ellos y hacer predicciones o clasificar nuevos datos que se dan al programa. La diferencia principal con otros algoritmos de análisis de datos es que en el aprendizaje automático, los algoritmos aprenden por sí solos a partir de los datos. En los algoritmos convencionales uno mismo programaba una secuencia de condiciones o de particularidades y el trabajo del programa era ver cuando esas condiciones eran satisfechas. Ahora usando aprendizaje automático se pueden utilizar grandes cantidades de datos y el programa: analizará, aprenderá y finalmente las clasificará según sus características principales por sí solo [14].

El aprendizaje automático se pueden dividir en dos tipos: Aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado [10].

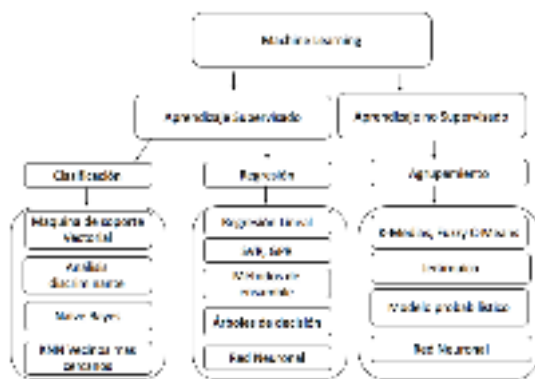


Figura 1. Diagrama de técnicas de aprendizaje automático.

- Aprendizaje Supervisado se contiene un conjunto de ejemplos de los cuáles conocemos la respuesta. Lo que deseamos es formular algún tipo de regla o correspondencia que nos permita dar (o aproximar) la respuesta para todos los objetos que se nos presenten.

## 2. Trabajos relacionados

Usman y Khateeb. En su investigación se presenta un sistema eficiente de predicción de enfermedades cardíacas utilizando la técnica de K- Nearest (Vecinos más cercanos). En su trabajo emplearon el clasificador KNN (vecino K más cercano) para lograr una preci-

sión de aproximadamente el 80 % mediante el uso de 14 atributos. Además, de evaluar varios clasificadores predominantes para resaltar la supremacía del sistema de predicción de la enfermedad cardíaca basado en el clasificador k-NN [13].

Rose y Serna. Estos autores presentan una investigación sobre Procesamiento del Electrocardiograma para la Detección de Cardiopatías, presentando como solución un algoritmo para la obtención de los eventos de la señal ECG (electrocardiogramas), para construir un vector de características como entrada y realizar un diagnóstico con una red neuronal. Para este modelo se experimentó con una red neuronal artificial, con retropropagación con gradiente conjugado, escalado de tres capas con 56 neuronas en su capa de entrada, 40 neuronas en su capa oculta y 10 neuronas en su capa de salida. Se realizaron pruebas con más neuronas en la capa oculta pero sin mejoras significativas, en las pruebas, la precisión aumentó 0.2 % con 100 neuronas en la capa oculta; por tanto, se decidió que el costo beneficio no es significativo [21].

De la Hoz et al. Presentan en su trabajo Técnicas de Machine Learning (ml) en medicina cardiovascular. Este estudio está basado en el entrenamiento de un conjunto de datos extraídos del repositorio de Machine Learning con el fin de realizar una comparación de tres técnicas comúnmente utilizadas de Machine Learning, para identificar cuál de ellas es más precisa a la hora de entrenar los datos. Estos datos referentes a enfermedades coronarias, fueron generados por la Universidad de Cleveland en Estados Unidos. Se encuentran en el repositorio de Machine Learning. La regresión logística consigue un resultado desde el punto de vista de precisión del 84,15%, para la solución de problemas de clasificación de enfermedades cardiovasculares, mientras que las máquinas de soporte vectorial obtienen un nivel de precisión de 82,17 %, lo cual indica que es un método que registra resultados aceptables en el momento de ser utilizado como técnica de clasificación, los árboles de decisión ofrecen un nivel de precisión de 76,56 %, lo que permite deducir que es la técnica menos precisa en el momento del análisis de los datos. La regresión logística ofrece los mayores niveles de precisión, lo cual indica que esta técnica arroja unos resultados de aceptación superior en comparación con las demás técnicas [10]

Arias et al. Su tema de aportación a la investigación fue, Aplicación del aprendizaje automático con árbol-

les de decisión en el diagnóstico médico, presentan la forma como la minería de datos es aplicable a la medicina como una técnica de clasificación que se puede utilizar para diagnosticar la existencia o no de enfermedades, con base la exploración sistemática de la información histórica disponible de casos previamente diagnosticados y documentados. Para dar una solución presentan la inducción por árbol de decisión como herramienta seleccionada y desarrollada, al utilizar esta herramienta se evidencia la efectividad de utilizar el método de aprendizaje por árbol de decisión, ya que limitan la labor de priorización de las variables críticas que más influyen en la respuesta [3].

Dr. Álvarez et al. En su trabajo de investigación presentan el diseño y validación de un árbol de predicción para el desarrollo de la cardiopatía hipertensiva, mediante el procedimiento de descubrimiento de conocimientos en bases de datos y minería de datos, en pacientes hipertensos atendidos en la consulta especializada de hipertensión arterial de la Policlínica de Especialidades del Hospital General Universitario 'Carlos Manuel de Céspedes' del municipio Bayamo, provincia de Granma, Cuba, desde el 1ro de enero de 2004 hasta el 31 de diciembre de 2009. el árbol predijo el riesgo de desarrollar la cardiopatía hipertensiva a 82,598 % de los pacientes; con un área bajo la curva ROC de 0,861 y una tasa de verdaderos positivos de 0,733 y de 0,921 para las clases 1 y 2, respectivamente [2].

Palaniappan y Awang. Su trabajo muestra un Sistema inteligente de predicción de enfermedades del corazón usando técnicas de minería de datos. Las técnicas avanzadas de minería de datos pueden ayudar a remediar esta situación. Esta investigación ha desarrollado un prototipo del Sistema Inteligente de Predicción de Enfermedades Cardíacas. utilizando técnicas de minería de datos tales como Árboles de decisión, Naive Bayes y Red neuronal. Los resultados muestran que cada técnica tiene su fuerza única para lograr los objetivos definidos. El uso de perfiles médicos como la edad, el sexo, la presión arterial y el azúcar en la sangre puede predecir la probabilidad de que los pacientes contraigan una enfermedad cardíaca. Permite establecer un conocimiento significativo, por ejemplo, patrones, relaciones entre factores médicos relacionados con la enfermedad cardíaca [17].

Solarte y Soto proponen en su trabajo de investigación Árboles de decisión en el diagnóstico de enfermedades

cardiovasculares. En esta investigación se demuestra empíricamente que es posible diagnosticar la necesidad de administrar fármacos en pacientes con síntomas de enfermedad cardiovascular, usando las variables presión arterial, índice de colesterol, azúcar en la sangre, alergias a antibióticos y otras alergias, mediante la utilización de árboles de decisión con el algoritmo ID3. La técnica de árbol de decisión conjuntamente con el algoritmo ID3 entrega un conjunto de reglas entendible que le permiten al médico hacerlo de manera rápida [22].

Ramalingam et al. En este trabajo utilizaron técnicas de aprendizaje automático para ayudar a la industria del cuidado de la salud y los profesionales en el diagnóstico de enfermedades relacionadas con el corazón. Se presenta un estudio de diversos modelos basados en este tipo de algoritmos y técnicas que analicen su rendimiento. Naive Bayes, árboles de decisión (DT), Random forest (RF) y modelos de conjuntos. Este artículo muestra como los autores hicieron uso de la reducción de la dimensionalidad en los datos realizando una extracción de las características más representativas [18].

Grinenco et al. Estos autores abordan el tema de Validación de un modelo de predicción de necesidad de cirugía cardiovascular o cateterismo terapéutico neonatal en fetos con cardiopatías congénitas, para ello plantean validar dicho modelo predictivo realizando un estudio de cohorte de validación, prospectivo y multicéntrico. Para ello realizaron un análisis de regresión logística univariado y multivariado, valoración de calibración del modelo mediante test de Hosmer-Lemeshow, y de discriminación mediante valoración de área bajo la curva ROC (Receiver Operating Characteristic). Los resultados que obtuvieron fueron: En 58 (51,8%) de 112 pacientes incluidos se requirió TCIN. La adecuación del ajuste del modelo no resultó estadísticamente significativa ( $p = 0,232$ ), y la discriminación fue buena (área bajo la curva ROC 0,833; IC95%: 0,757-0,909). Para un punto de corte de 0,3 (a partir del cual el riesgo de necesidad de TCIN resultó significativo en el modelo original), hubo sensibilidad de 96,6%, especificidad de 55,6%, valor predictivo positivo de 70% y negativo de 93,8% [12].

Rodríguez et al. Este trabajo de investigación presentan el desempeño de dos algoritmos basados en aprendizaje de máquina no supervisado para la detección de latidos de contracción ventricular prematura en la señal ECG. Los latidos se extraen de las bases de da-

tos del MIT-BIH, los cuales fueron preprocesados y segmentados por el grupo de investigación de Dinámica Cardiovascular de la UPB. La Transformada Wavelet Discreta, el Análisis de Componentes Principales y un método híbrido propuesto son implementados para la extracción de características y reducción de dimensiones, a partir de los cuales se generan 8 espacios de características para la evaluación de los algoritmos. Kmeans y Mapas autoorganizados son desarrollados y comparados en términos de precisión y costo computacional. Se logró una especificidad del 96.22% y una sensibilidad del 95.04% con un tiempo de ejecución de 79.41us por latido. Los resultados permiten concluir que estos métodos pueden implementarse en aplicaciones de detección de arritmias en tiempo real debido a su bajo costo computacional.[20]

Chaurasia y Pal. El objetivo principal que muestran en su trabajo es informar sobre un proyecto de investigación en el que aprovechan los avances tecnológicos disponibles para desarrollar modelos de predicción para la supervivencia de la enfermedad cardíaca. Utilizaron tres algoritmos (Árbol de clasificación y regresión), ID3 (Iterative Dichotomized 3) y Decision Table (DT) extraídos de un árbol de decisión o clasificador basado en reglas para desarrollar los modelos de predicción utilizando un gran conjunto de datos. También ocuparon métodos de validación cruzada de 10 veces para medir la estimación imparcial [7].

Avellaneda Y Ochoa. En su trabajo presentan como tema de investigación: Implementación de redes neuronales para la detección de la presencia de enfermedades en el corazón, utilizando una base de datos que presenta diferentes características de pacientes, algunos presentan algún tipo de enfermedad del corazón y otros no. Desarrollaron en una primera parte redes neuronales supervisadas, específicamente se implementa un perceptrón multicapa; la segunda parte plantea redes no supervisadas, implementando una red ART2 (Adaptive resonance theory). Épocas, número de neuronas, perceptrón multicapa, redes ART, tasa de aprendizaje, tasa de vigilancia. También se realizó un análisis de PCA (Principal Component Analysis) a la base de datos para reducir el número de entradas a la red neuronal. Los mejores resultados se obtienen con una tasa de aprendizaje de 0.9, casi independiente del número de neuronas y de la normalización empleada. Para la red ART2, la clasificación de los datos por la red neuronal dependen significativamente de la normalización, llegando a no clasificar si se utilizan valores

negativos como entrada. Las redes MLP tiene mejores resultados que las redes ART2, por su porcentaje máximo de clasificación de 70% se puede decir que este método no es el mejor para la solución del problema presentado. [11].

Chadha y Mayank. Muestran en su trabajo como objetivo emplear y analizar diferentes técnicas de minería de datos para la predicción de la enfermedad cardíaca en un paciente a través de la extracción de patrones interesantes del conjunto de datos utilizando los parámetros vitales. En este trabajo se esfuerza por llevar a cabo la metodología y la aplicación de estas técnicas de redes neuronales artificiales, árbol de decisión y de Naive Bayes y en los resultados, las observaciones revelan las Redes Neuronales superaron Naive Bayes y árboles de decisión[6].

Bernal et al. En su documento describen el desarrollo de un sistema inteligente de reconocimiento de cardiopatía isquémica (infarto), empleando señales electrocardiográficas digitales. El sistema fue realizado utilizando redes neuronales artificiales, con una topología de red BackPropagation[4].

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Materiales

En los diferentes métodos del aprendizaje automático utilizados para realizar predicciones de enfermedades del corazón, en la mayoría de ellos se observa que se trabajó con los datos obtenidos de la base de datos Cleveland, del repositorio UCI[19]. A continuación se muestra una breve descripción de los datos.

1. Edad: Edad en años
2. Sexo: Sexo (1 = masculino; 0 = femenino)
3. Cp: Tipo de dolor en el pecho.
  - Valor 1: angina típica
  - Valor 2: angina atípica
  - Valor 3: dolor no anginal
  - Valor 4: asintomático
4. trestbps: Presión arterial en reposo (en mm Hg al ingreso en el hospital)
5. chol: Colesterol sérico en mg / dl
6. fbs: (azúcar en sangre en ayunas >120 mg / dl) (1 = verdadero, 0 = falso)
7. restecg: resultados electrocardiográficos en reposo.

- Valor 0: normal
  - Valor 1: tener anomalía de onda ST-T (inversiones de onda T y / o elevación ST o depresión > 0.05 mV)
  - Valor 2: mostrando hipertrofia ventricular izquierda probable o definitiva según los criterios de estos.
8. thalach: frecuencia cardíaca máxima lograda
  9. exang: angina inducida por el ejercicio (1 = sí; 0 = no)
  10. oldpeak = depresión del ST inducida por el ejercicio en relación con el reposo
  11. pendiente: la pendiente del segmento ST de ejercicio pico.
    - Valor 1: pendiente ascendente
    - Valor 2: plano
    - Valor 3: pendiente abajo
  12. ca: número de vasos principales (0-3) coloreados por fluoroscopia
  13. thal: 3 = normal; 6 = defecto fijo; 7 = defecto reversible
  14. num: diagnóstico de enfermedad cardíaca (estado angiográfico de la enfermedad)
    - Valor 0: <50 % de diámetro de estrechamiento
    - Valor 1: >50 % de diámetro de estrechamiento

Weka y Matlab son los software más mencionados en el estado del arte para realizar la predicción con aprendizaje automático.

**Matlab**

En el aprendizaje automático es de gran ayuda descubriendo patrones y construcción de modelos de predicción. Los algoritmos mejoran su rendimiento de forma adaptativa a medida que aumenta el número de muestras disponibles para el aprendizaje [16].

**weka**

Es una colección de algoritmos de aprendizaje automático para tareas de minería de datos. Los algoritmos se pueden aplicar directamente a un conjunto de datos o llamar desde su propio código Java. Weka contiene herramientas para el preprocesamiento de datos, clasificación, regresión, clustering, reglas de asociación y visualización [24].

**3.2. Métodos**

Para hacer posible la elaboración de los trabajos mencionados en trabajos previos, se utilizaron las siguientes técnicas de aprendizaje automático las cuales se dividen en aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado.

Para el aprendizaje supervisado contamos con un conjunto de entrenamiento:

$$(x^i; y^i); \dots; (x^m; y^m) \quad X \quad (3.1)$$

El cual se utilizó para entrenar un algoritmo de aprendizaje. Este algoritmo otorga una aproximación a la función de dependencia desconocida entre objetos y respuestas.

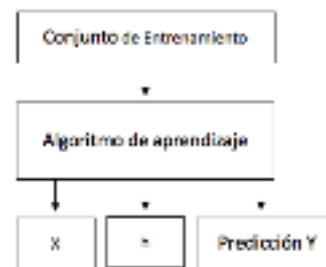


Figura 2. Diagrama de técnicas de aprendizaje supervisado.

Como se puede observar en el diagrama, el aprendizaje supervisado consta de dos pasos esenciales:

1. Entrenamiento: Es donde usamos el conjunto de entrenamiento en conjunto con un algoritmo que nos permita crear una hipótesis.
2. Prueba: Se utiliza la hipótesis obtenida en el paso anterior para realizar nuevas predicciones con objetos nuevos.

Este proceso es nombrado aprendizaje supervisado ya que al conocer las respuestas de cada ejemplo del conjunto de entrenamiento, podemos corregir la hipótesis producida por el algoritmo. Se supervisa el entrenamiento del algoritmo, corrigiendo los parámetros del mismo según los resultados que obtengamos, de forma iterativa.

Aprendizaje no supervisado cuando no se disponemos de datos etiquetados para el entrenamiento. Sólo conocemos los datos de entrada, pero no existen datos de salida que correspondan a una determinada entrada. Sólo podemos describir la estructura de los datos, para intentar encontrar algún tipo de organización que simplifique el análisis. Es decir son datos exploratorios. Está constituido por un conjunto de reglas que ofrecen a la máquina la habilidad de aprender asociaciones entre los patrones que ocurren en conjunto de datos. Una vez que los patrones se han aprendido, se pueden realizar tareas útiles de reconocimiento de patrones y la habilidad de recordar [1].



Figura 3. Diagrama de aprendizaje no supervisado.

### Naive Bayes

Es una técnica de clasificación y predicción supervisada, que construye modelos que predicen la probabilidad de posibles resultados. Para poder realizarse necesita tener ejemplos clasificados. Es un método heurístico basado en los teoremas de Bayes. Utilizado para la clasificación de texto, descubriendo relaciones entre las columnas de entrada y las de predicción a partir del hecho que las columnas son independientes. También como clasificador para descartar redundante e irrelevante predictores [25]. Su fórmula es la siguiente:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)} \quad (3.2)$$

Para elaborar este modelo probabilístico se realizan 4 pasos:

1. Calcular las probabilidades a priori de cada una de las clases.

2. Para cada clase se realiza un recuento de los valores de atributos que toma cada ejemplo. se debe distribuir cada clase por separado para mayor comodidad y eficiencia del algoritmo.
3. Aplicar la corrección de la probabilidad, para que los valores 0 no den problemas.
4. Normalizar para obtener un rango de valores de 0 y 1.

### Regresión Logística

Su nombre está dado por el hecho que la curva de los datos se comprime mediante una transformación logística (convierte a la función exponencial en lineal) para minimizar el efecto de los valores extremos, es una variación del algoritmo de red neuronal, basado en la estadística que se emplea para determinar la contribución de varios factores a un par de resultados. Es la probabilidad de que algunos eventos ocurran como una función lineal de un conjunto de variables predictoras. Para poder calcular este modelo nuestra variable predictora debe ser dicotómica es decir estar entre 0 y 1. Funcionamiento de la Regresión Logística

Cuando se utiliza regresión logística es estimar los parámetros de la ecuación Su fórmula es la siguiente:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (3.3)$$

de la función que se pretende evaluar es:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (3.4)$$

Donde Z es el logaritmo neperiano (Ln), el desvío estándar o el resultado que se está estudiando; es la ordenada en el origen de la función de regresión,

representan los coeficientes de la pendiente de la recta y  $X_1, X_2, \dots, X_k$  son las variables independientes en el caso de las enfermedades del corazón representan el riesgo de padecerla o no. Si nuestros datos se ajustan de manera satisfactoria a este modelo, tendremos la suerte de poder explicar la relación entre las variables

$$(3.5)$$

$$(3.6)$$

independientes y la respuesta de una manera muy sencilla [15].

#### Maquina de Soporte Vectorial(SVM)

Las maquinas de soporte vectorial se utilizan para resolver problemas de regresión, agrupamiento y multclasificación. Su uso abarca varios campos tales como visión artificial, reconocimiento de caracteres, procesamiento de lenguaje natural, análisis de series temporales. Las SVM pertenecen a la categoría de los clasificadores lineales, ya que introducen separadores lineales en el espacio original. Las maquinas de soporte vectorial(SVM) se pueden usar para[5].

- clasificación binaria
- Clasificación multiclase
- Regresión
- Selección de variables
- Identificación de casos anómalos(outliers)
- Clustering

#### Arboles de decisión

Los árboles de decisión es una de las técnica de aprendizaje inductivo supervisado no paramétrico, se utiliza para la predicción y se emplea en el campo de inteligencia artificial, donde a partir de una base de datos se construyen diagramas de construcción lógica, muy similares a los sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que ocurren en forma repetitiva para la solución de un problema [22].

#### Random Forest

Random Forest (bosque aleatorio) es construido por una gran cantidad de árboles de decisión a ensemble. Es un método de aprendizaje para la regresión o clasificación. El bosque aleatorio recogerá los resultados de la votación de cada árbol de decisión para tomar la decisión al hacer la clasificación. En otro lado, el bosque aleatorio devolverá el valor promedio de los valores de todos los nodos de decisión mientras se hace la regresión [8].

#### Red Neuronal Artificial

Las redes neuronales artificiales poseen una extensa aplicación en el área de la medicina, en cuanto a control, prevención y monitoreo entre otras. La gran ven-

taja ofrecida por éstas, es su alta rapidez de respuesta, una vez hayan aprendido[4].

#### 4. Resultados

Los resultados se obtuvieron con base en lo reportado en el estado del arte. Al analizar los resultados de distintos experimentos podemos distinguir los siguientes resultados que mas se utilizaron:

Se pudo observar que en investigaciones referentes a la predicción de enfermedades del corazón utilizando técnicas de aprendizaje automático, la regresión logística arroja un mejor resultado en comparación con otros métodos tales como árboles de decisión y máquinas de soporte vectorial [10].

a continuación se muestra una tabla comparativa:

Metodología	Sensibilidad	Especificidad	Precisión
S.V.M	84.8%	79.13%	82.17%
Regresión Logística	88.41%	79.17%	84.15%
Árbol de decisión.	80.48%	71.94%	76.56%

Figura 4. Tabla comparativa utilizada en la investigación de los autores De la Hoz et al. .

La exactitud de la predicción se incrementa a través de la adición de atributos adicionales tales como la tasa de enfermedades del corazón anterior y el tabaquismo, se analizaron para predecir el paciente de la enfermedad cardíaca con los otros atributos básicos. El uso de los atributos básicos tales como la presión arterial, el colesterol, frecuencia de pulso, la edad y el género del nivel de exactitud de la predicción era 40,3% y cuando se añadieron dos atributos adicionales, tales como el fumar y las enfermedades del corazón anterior el nivel de precisión de la predicción se incrementó hasta 80,6% [23].

Random Forest en algunas investigaciones a logrado un rendimiento excepcionalmente bueno. En el conjunto de datos Cleveland , Random Forest tiene una significativa mayor exactitud de 91,6% en comparación con los métodos de maquinas de soporte vectorial y árboles de decisión[18].

En la investigación de los autores Ritika Chadha et al. los cuales utilizaron las técnicas de árbol de decisión, KNN y naive bayes para realizar predicciones del corazón y obtuvieron los siguientes porcentajes en sus resultados:

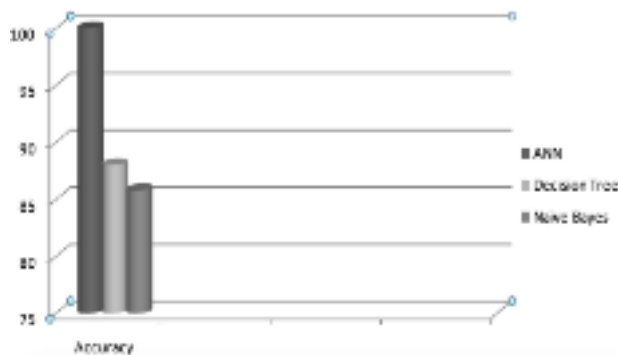


Figura 5. Gráfica comparativa utilizada en la investigación de los autores Ritika Chadha et al.

### 5. Conclusiones

El aprendizaje automático es un campo de la inteligencia artificial muy sonadas en la actualidad, utilizado en muchas areas de investigación, debido a los resultados positivos que a arrojado. En este trabajo se realizo una comparación de técnicas encontradas en el estado del arte para analizar la predicción en enfermedades del corazón utilizando las diferentes herramientas que ofrece el aprendizaje automático, siendo así de gran ayuda en el área medica, ya que son capaces de analizar grandes volúmenes de datos a gran escala, obteniendo un mayor acierto que se relacione con la detección o predicción de enfermedades del corazón, gracias a estas técnicas como lo son arboles de decisión, maquinas de soporte vectorial, random forest, regresión logística, redes neuronales, etc. Se puede observar que el aprendizaje automático es de gran apoyo para los datos médicos para considerar las relaciones existentes entre las variables y así poder dar un mejor diagnóstico. En Las técnicas comparadas se pudo observar claramente que en algunos casos clasificadores sencillos tienen mejores resultados con respecto a clasificadores más sofisticados.

### Referencias

[1] alejandrocassis. aprendizaje supervisado. inteligencia artificial, oct 2015.

[2] Alexis Álvarez Aliaga, Julio Cesar González Aguilera, Maceo Gómez, Lilitana del Rosario, Adonis Frómata Guerra, Salvador Bárzaga Morell, and Ana Elis Cervantes Infante. Prediction tree for hypertensive heart disease. *Revista Cubana de Medicina*, 53(3):266–281, 2014.

[3] Reinel Arias Montoya, Jhon Jairo Santa Chávez, and Juan de Jesús Veloza Mora. Aplicación del aprendizaje automático con árboles de decisión en el diagnóstico médico. 2013.

[4] Marcelo Bernal Valencia, Diana Lucia Clavijo Rodríguez, and John Freddy Silva Sánchez. Sistema inteligente de reconocimiento de enfermedad coronaria (isquemia). 2013.

[5] GUSTAVO A. BETANCOURT. Las Máquinas de soporte vectorial (svms). *Scientia et Technica*, 1(27):6, 2015.

[6] Ritika Chadha and Shubhankar Mayank. Prediction of heart disease using data mining techniques. *CSI transactions on ICT*, 4(2-4):193–198, 2016.

[7] Vikas Chaurasia and Saurabh Pal. Early prediction of heart diseases using data mining techniques. 2013.

[8] Ming-Chia Chen, Rung-Ching Chen, and Qiangfu Zhao. Combining smartwatch and environments data for predicting the heart rate. In *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, pages 661–664. IEEE, 2018.

[9] Goldman L. Newby DE. *Medlineplus. Biblioteca Nacional de EE.UU. (enfermedades cardiacas)*:2, 2018.

[10] Alexis Kevin de la Hoz Manotas, Ubaldo José Martínez-Palacio, and Fabio Enrique Mendoza-Palechor. Técnicas de ml en medicina cardiovascular. *Memorias*, 11(20):41–46, 2013.

[11] José A. Avelaneda González and Cynthia M Ochoa Rey. Implementación de redes neuronales para la detección de la presencia de enfermedades en el corazón. *Redes de Ingeniería*, 1(2):38–46, 2010.

[12] Sofía Grinenco, María A Segovia, Gabriela Peña, Fernando Olmedo, César Meller, Pablo Marantz, and Gustavo Izbizky. Validación de un modelo de predicción de necesidad de cirugía cardiovascular o cateterismo terapéutico neonatal en fetos con cardiopatías congénitas. *Rev. argent. salud publica*, 7(29):7–13, 2016.

[13] Nida Khateeb and Muhammad Usman. Efficient heart disease prediction system using k-nearest neighbor classification technique. In *Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing*, pages 21–26. ACM, 2017.

[14] Guillem Llodrà Bisellach. Aprendizaje automático para la clasificación de arritmias cardíacas. 2018.

[15] J. C. RODRÍGUEZ PÉREZ M<sup>a</sup> DOLORES FIUZA PÉREZ. La regresión logística: una herramienta versátil. *revista Nefrología*, 20(6), 2000.

[16] MathWorks. Aprendizaje automatico.

[17] Sellappan Palaniappan and Rafah Awang. Intelligent heart disease prediction system using data mining techniques. In *Computer Systems and Applications, 2008. AICCSA 2008. IEEE/ACS International Conference on*, pages 108–115. IEEE, 2008.

[18] V. V. Ramalingam. Heart disease prediction using machine learning techniques : a survey. *Science Publishing Corporation*, 7(2.8):4, 2018.

[19] Machine Learning repository. Cleveland. Heart disease data set.

[20] CA Rodríguez, JH Gallego, Iván Darío Mora, Andrés Felipe Orozco Duque, and John Bustamante. Clasificación de latidos de contracción ventricular prematura basados en métodos de aprendizaje no supervisado. *Revista Ingeniería Biomédica*, 8(15), 2014.



- [21] C Rose and M Serna. Procesamiento del electrocardiograma para la detección de cardiopatías. Memoria del encuentro Nacional de Computación, Ocotlán, Oaxaca, 2014.
- [22] Guillermo Roberto Solarte Martínez and José A Soto Mejía. Árboles de decisiones en el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares. *Scientia et technica*, 16(49), 2011.
- [23] J Thomas and R Theresa Princy. Human heart disease prediction system using data mining techniques. In *Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 2016 International Conference on, pages 1–5. IEEE, 2016.
- [24] Abhinav Unnam. Weka - manera de gui para aprender machine learning.
- [25] Diego Vidaurre, Concha Bielza, and Pedro Larrañaga. Forward stagewise naive bayes. *Progress in Artificial Intelligence*, 1(1):57–69, 2012.

# Categorization of carcinogenic abnormalities in mammography digital images using deep learning.

Marlenne V. Roque Geronimo<sup>1</sup>, Eddy Sánchez-DelaCruz<sup>1</sup>, Rajesh Roshan Biswal<sup>1</sup>

162t0003@itsm.edu.mx, esanchezd@itsm.edu.mx, rroshanb@itsm.edu.mx

**Abstract** Mammography is the method most used for the detection of breast cancer [1] is the second disease diagnosed in women around the world [2] in addition, the difficulty of interpretation and inconsistency of the image of Mammography made that problem worse, because the disease is addressed in shortest time, most likely there is eradicate it. Different types of tissues of the breast and its low contrasts complicate the detection of abnormalities, you know that the breast tissue make the cancer in its early stages it difficult that the specialist can distinguish between a Benign abnormality and a malignant [1]. The use of techniques for machine learning in the area of medical imaging for classification, is one of the most relevant aspects of deep learning based on, that eliminate the need to extract features important images to learn data without process [2].

**Keywords.** Breast cancer, abnormality, deep learning, mammography, categorization.

**Resumen.** La mastografía o mamografía es el método más utilizado para la detección del cáncer de mama [1] siendo esta la segunda enfermedad diagnosticada en las mujeres en el mundo [2] aunado a esto, la dificultad sobre la interpretación e inconsistencia de la imagen de mastografía hace que el problema se agrave, debido a que en menor tiempo se atiende la enfermedad, más probabilidades hay de erradicarla. Los diferentes tipos de tejidos del seno y sus bajos contrastes complican la detección de anomalías, se sabe que los tejidos del seno hacen que el cáncer en sus primeras etapas sea difícil que el especialista pueda distinguir entre una anomalía Benigna y una Maligna [1]. La implementación de técnicas de aprendizaje automático en el área de imágenes médicas, para la clasificación, es uno de los aspectos más relevantes del aprendizaje profundo (deep learning en inglés) con base en que eliminan la necesidad de extraer características importantes de las imágenes al aprender de los datos sin procesar [2].

**Palabras clave.** Cáncer de mama, anomalía, aprendizaje profundo, mastografía, categorización, aprendizaje automático.

## 1 Introduction

Breast cancer is the most common malignancy in the world population and the first cause of death among women and about 1,671,149 new cases each year, Mexico represents 26.3%. Using medical imaging to the diagnosis is essential [3], breast cancer can be detected through the analysis of digital mammography. These medical imaging (mammography) helps medical specialists for the interpretation of possible abnormalities, as well as to do a better analysis of the anatomy of the area of interest or affected area with possible cancerous abnormalities [3]. The disadvantages faced by the medical specialist to analyze mammography images, include, image are not appreciated at a glance all existing abnormalities. recent researches incorporates deep learning techniques for the early detection of from digital mammography breast cancer, these techniques obtained good results [4] helping the specialist to make better decisions and suggest certain parts of the image where it can be anomalies. This research expand the field of study.

The document is organized in the following way: in section 2, we mentioned works related to this research. The dataset and the algorithm used are described in section 3. The design of the experiments and the results are described in section 4. Finally, conclusions and perspectives of this study are also mentioned in section 5.

## 2 Related works

Carreras *et al*, they propose a partial clustering algorithm k-means for the detection and classification of cancerous abnormalities, which

obtained 95% confidence in the binary classification, using *The Mammographic Image dataset Analysis Society* (MIAS) digital images database <http://peipa.essex.ac.uk/info/mias.html> [2].

Arafi *et al*, propose a method for the detection of cancer based on support vector machines (SVM), by machine learning approach as a technique of supervised learning to classify empirical data. Thus the resulting the classifier performance is optimized, and obtained a score of 94.74% [1].

De la Cruz *et al*, proposed a system which consists on several stages as a first step, enhance images by using filters, then tile the area of interest given by the medical specialist. The classification algorithm used is LogitBoost which performs %95 correctly classified instances [5]

Gerazov *et al*, applied deep learning methods to a set of time domain data in homogeneous breast adipose tissue. They used Convolutional neural networks (CNN) and for your input classifier used SVM with which obtained an accuracy of 93.44% [6].

Al-Masni *et al*, implemented the system Computer Aided Design (CAD) for the detection and classification of masses in breast cancer, used a CNN, which obtained a score of 93.20% to classify benign images correct, while in the malignant %78 were correctly classified, and their overall percentage was 96.33% [7].

Arévalo *et al*, used convolutional neural networks as a supervised learning task for classification of the lesions of mass in mammograms, which obtained 82% of effectiveness [8].

Pedraza *et. al*, used a CNN based on the GoogLeNet architecture inception model. They called HER2 diagnostic model (*Human Epidermal growth factor Receptor 2*), with thousand images of breast cancer, the algorithm reaches an accuracy of the 95.62% for a set of 5750 instances [9].

Neto *et. al*, used the BDSM dataset for their research, which created a methodology for automatic segmentation of masses in mammograms; with techniques of optimization (PSO) particle swarm and clustering of graphs, achieving a segmentation of 95.2% correct [10].

Cruz *et al*, used a CNN learning classifier for the presence of mammary tumors, were obtained with this method a 75.86% of instances detected with a

predictive value of 96.77% in terms of evaluation of pixel by pixel in comparison with regions manually annotated [11].

Levy *et. al*, to the, proposed a model of deep learning using architectures as AlexNet and GoogLeNet pre trained networks for the classification of predetected mammary masses in mammograms, obtaining the highest percentage of instances with the GoogLeNet correctly classified with 92.9%

## 3 Materials and methods

### 3.1 Dataset

This work was done using the MIAS dataset [13], which contains 322 images classified into three categories: Benign (B), Malign (M) and Normal (N). These images were classified by medical specialists according to the type of abnormality that is present. Each image was categorized according to the characteristics that scientists detected:

- Well defined/circumscribed masses
- Spiculated mass
- Other ill-defined mass
- Architectural distortion
- Asymmetric asymmetry
- Normal

All digital images in the dataset are in format type Portable Gray Map (.pgm) with a size of 1024 x 1024 pixel accuracy of eight bits (gray level). Also include the image coordinates (x, y) from center of abnormality (as the center of a circle that surrounds the tumor), radio to approximate a circle enclosing the abnormality, position of the breast (left or right), type of breast tissue (fatty, grasoglandular and dense) and tumor type if it exists (benign or malignant) [13].

Most of the image are surrounded by a black background, which generates noise and must be excluded. As each image is previously classified according to the criterion of the medical specialist, it was decided to crop the image with the established coordinates where the abnormality (if one exists), is in the case of classified images as Normal took any coordinate.

### 3.1.1 Enhancing Images

The original size of each image in the dataset was 1024 x 1024, The size was reduced to 120x120 pixels, this was done by a cut to images, whereas the coordinates where the abnormality (be present) is located, if it had no abnormality, you took coordinate similar to each other, taking as reference the origin point of the images. The main criterion of cropping images is normalized to 120 x 120, this way was considering that the properties of the image are not lost and not stay out no abnormality. 322 images that make up the MIAS dataset, only 117 images were used for the elaboration of this research: taking the 51 Malign, 66 Benign and 59 Normal, the criterion of selecting the number of Normal images is the sum of the Benign + Malign images and the result divided by two, thus obtaining the average of the images with abnormality and those were the number of Normal images that were used to obtain a homogeneous dataset.

This new dataset {Normal, Benign, Malign} Multiclass problem of 117 images was applied a method of flattening, first making each image file in plain text format and then, for each file, is concatenator records, being a vector for each image. Taking the flattened data, four sets of three datasets binaries were created: {Normal, Benign}, {Normal, Malign} and {Benign, Malign} and a Multiclass set: {Normal, Benign, Malign}.

### 3.2 Algorithms.

Combining two algorithms: an Assembly algorithm and the deep Multilayer Perceptron learning algorithm, were obtained different percentages of instances correctly classified, assembled algorithms, the following were those of greater classification:

- Attribute Selected Classifier, which reduces the dimension of data by selecting attributes [14].
- RandomCommittee, which creates a random base [14] classifiers.
- RandomizableFiltered Classifier, which is nothing more than a container that binds a

classifier model with one several filters [14].

- MultiClassClassifier, which uses a two classes classifier to a multiclass dataset [14].
- DI4JMLp is algorithm contains many simple neurons interconnected among themselves, it is built by one or more layers of hidden neurons that are not part of the input or the output of the network [14]. These hidden neurons allow the network to learn complex tasks through the progressive removal of increasingly significant features of patterns entry, in Figure 1 you can see the algorithm of multilayer perceptron network.

```

Algoritmo 1 Multilayer perceptron
Entrada:  $x$  conjunto de entrenamiento
Entrada:  $|X|$  Número de instancias en el conjunto de entrenamiento
Salida: cierto Inicializar pesos y umbral aleatoria-mente.
1: mientras  $|X|$  hacer
2:    $p \leftarrow$  Producto punto de  $X$  con  $w$ 
3:    $sum \leftarrow$  Sumatoria de todos los pesos
4:    $Salida \leftarrow$  Función de activación ( $sum$ )
5:   si  $Salida >$  a umbral entonces
6:     devolver
Salida:
7:   si no
8:     Return 0
9:   Actualizar pesos de acuerdo a :
10:   $w_j(t+1) = w_j(t) + \eta(d - y)x$ 
11:  Medir el rendimiento con:
12:   $E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \|p^{(i)} - d^{(i)}\|^2$ 
13:  fin si
14:  fin mientras
15:  devolver cierto
  
```

Figure 1. Algorithm of a multilayer perceptron

In the present work, the neural network is tuned via attribute selected classifier, random committee and randomizable filtered classifier, by this we ensure to use the best neural network to classify the current dataset.

### 3.3 Hardware y Software

**Hardware.** The equipment used for the conduct of this research has the following features: Dell, 32 Gb in RAM, processor of seventh generation (i7), 2 Tb DD, Nvidia's GeForce 970 and OS Windows 10 64-bit video card.

**Software.** Image viewer software XnView to be able to open the images, Excel for visualization of datasets, Waikato Environment Knowledge Analysis v.3.9 (WEKA) tool used for data analysis and classification tasks [15] and Python scripting language 3.9 used for crop and create csv files .

### 4. Experiments and results

With the four datasets, we tested with assembled algorithms which were combined with the deep learning Multilayer algorithm perceptron, which is located in WEKA as DI4JMlp. The Table 1 shows only the best combinations of four datasets: {Normal, Benign}, {Normal, Malign}, {Benign, Malign} and the dataset {Normal, Benign, Malign} Multiclass these four applied les three criterions for sampling: shows relative, validation Crusade and 2-3 2-3 1-3. These criteria were analyzed and recorded the best results for each set of data; the best results were obtained with the standard 2/3 1/3.

Dataset	Assembled algorithm	DI4JMlp	Representative sample	2/3 1/3	Cross Folder
{N,M}	Attribute Selected Classifier	DI4JMlp	63.9535	83.73	80.90
{N,B}	Randomizable Filtered Classifier	DI4JMlp	74.7368	83.33	78.4
{B,M}	Random Committee	DI4JMlp	55.5556	69.04	56.41
{N,B,M}	MultiClass Classifier	DI4JMlp	49.5868	62.5	56.25

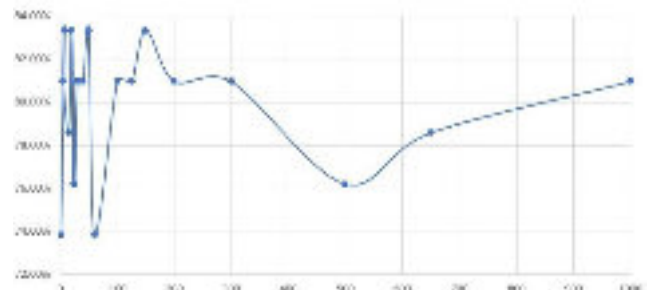
**Table 1.** Combination of assembled algorithms and deep learning algorithm DI4JMlp with the highest percentages of each data set.

#### 4. Variation of times and seeds

To obtain the results shown in **table 1** was set up times and seeds from each combination of the dataset, in order to know if I could have increased

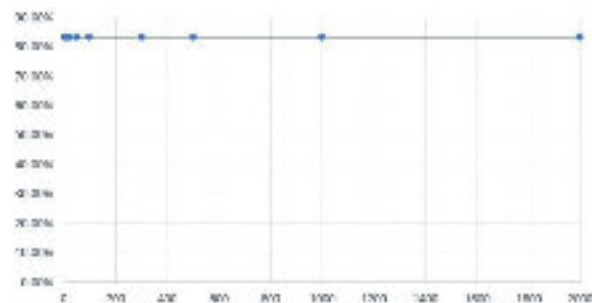
the percentage of correctly classified instances, immediately described the results of these variations.

In **Figure 2** by axis represents the number of times, the axis *and* represents the percentage of instances correctly classified in the {Normal, benign} dataset, which was tested with different numbers of parameters, up to reach 1000 times, showing that he is not reached higher percentage to the 83.33%% that of times by default settings.



**Figure 2.** Data set {Normal, Benign} epochs

Next, we vary the number of seeds the shaft of the x are the seeds and the y-axis the percentage obtained, where you could see that he remains the percentage of correct classification, as shown in **Figure 3** where the percentage of 83.33% unchanged.



**Figure 3.** Dataset {Normal, Benign} seeds

In the dataset {Normal, Malign} **Figure 4**, began with 15 times where the percentage to overcome was 83.73%, which was not possible, we augmented to 1000 epochs but it shows that it does not affect that stays correct ratings increase.

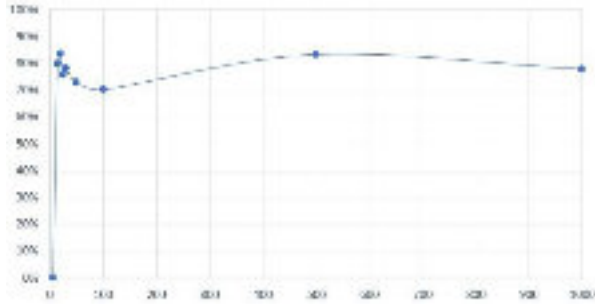


Figure 4. Dataset {Normal, Malign} epochs

In Figure 5 you can see how vary the number of seeds increases and then decreases, that being their behavior on the graph of the dataset {Normal, Malign}.

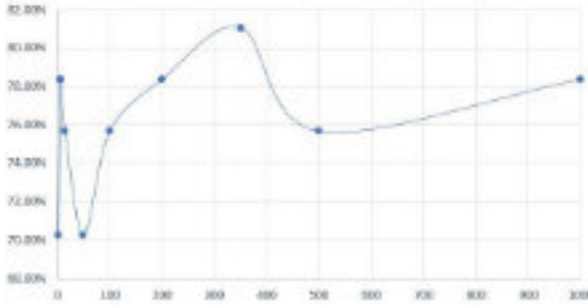


Figure 5. Dataset {Normal, Malign} seed

In the dataset {Benign, Malign} Figure 6 shows that to change his time increases the percentage at 100 epochs and is kept up to 2000 epochs.

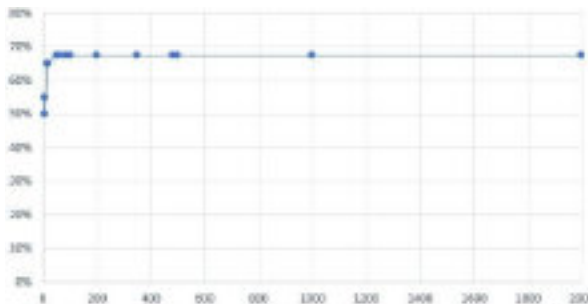


Figure 6. Dataset {Benign, Malign} epoch

Changing the seeds, the dataset {Benign, Malign} as you can see in Figure 7, from two times to 1000 times, the percentage of correctly classified instances is maintained.

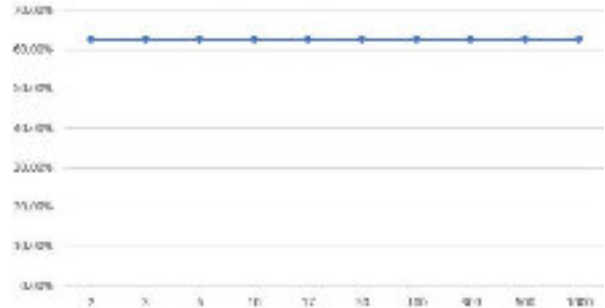


Figure 7. Dataset {Benign, Malign} Seed

In Figure 8 Multiclass dataset with five and fifteen times the percentage is the same as 46.66% until the epoch 50 gets 36.66% keeping this percentage up to 1000 epochs.



Figure 8. Dataset Multiclass {Normal, Benign, Malign} epoch

In Figure 9 the range to overcome percentage was 62.5% which was not achieved, the behavior, it was different in each variation of seed.

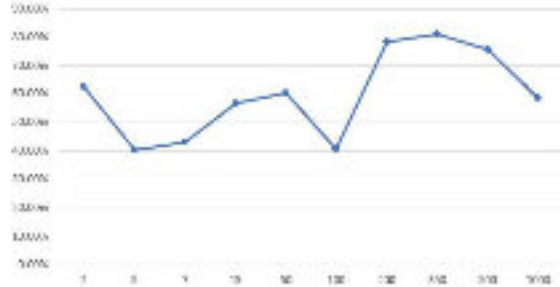


Figure 9. Dataset Multiclass {Normal, Benign, Malign} seeds.

#### 4.2 Analysis of the confusion matrices

The dataset in the binary dataset {Normal, benign}, classifier has resulted in 15 instances represented as a = Normal are properly classified, while 20

bodies represented as b = Benign are classified Correct. Classification by class had a yield of 75% for the Normal class and 90% for the class Benign, the result is correct for a classifier, see **Table 2**.

a	b	Classif ed as
15	5	a = Normal
2	20	b = Benign

**Table 2.** Matriz de confusión del dataset {Normal, Benigno}

Meanwhile, in **Table 3** of the dataset {Normal, Malignant} the instances correctly are 15 epochs where a = Normal and 16 epochs correctly classified for Malign where b = Malign. Classification by class 78% corresponds to the Normal class and 88% to the Malignant class.

a	b	Classif ed as
15	4	a = Normal
2	16	b = Malign

**Table 3.** Matrix of confusion of the dataset {Normal, Malign}

In the dataset **Table 4** {Benign, Malignant} it is shown that there are zero instances correctly classified as Benign where a = Benign and 17 instances are correctly classified as Malign where b = Malign, this classifier had a poor performance.

a	b	Classif ed as
0	23	a = Benign
0	17	b = Malign

**Table 4.** Matrix of confusion of the dataset {benign, malignant}

In the Multiclass dataset {Normal, Benign, Malign} **Table 5** shows that 15 instances are correctly classified as Benign represented as a = Benign, 12 instances are classified as Normal represented as b = Normal and two instances correctly classified as Malignant where "c" represents the evil class. For classification by classes, the Benign class is 62% the Normal class 60% and the Malign class

11%, showing that for the Malign class it was not a good classification.

a	b	c	Classif ed as
15	5	3	a = Benign
8	12	0	b = Normal
11	4	2	c = Malign

**Table 5.** Matrix of confusion of the Multiclass dataset {Normal, Benign, Malign}

### 4.3 Results

The results obtained in this research are acceptable according to the literature, as you could see the best result was obtained with the dataset {Normal, Malignant} and the Assembly algorithm *AttributeSelected* Classifier reaches 83.73% of classification proper instances, observed that the classifier distinguishes better abnormalities when you have only two classes; Since a greater percentage is wrong in the dataset Multiclass. we demonstrated that in this categorization does not influence the number of epochs and seeds used in the classifier, because there was a percentage that exceeds the result by default. According to Carreras *et. al.* machine learning is a support for the interpretation of the specialist doctor in the mammography images, this research was intended to broaden the field of study of deep learning in the area of medicine, particularly in breast cancer.

### 5 Conclusions

We showed that deep learning is acceptable in the categorization of cancerous abnormalities, may prove to be a contribution to the medical specialist, to be a support in the interpretation of the images, at the same time, this allows to contribute in the technological and social development for the benefit of patients prone breast cancer.

Future work includes use of deep learning as the CNN, also programming using TensorFlow library to explore architectures of deep learning and integration of mechanisms that are more difficult to train and which could provide one further interpretability concrete.

## References

1. Araf, A., Fajr, R., & Bouroumi, A. (2014). *Breast cancer data analysis using support vector machines and particle swarm optimization*. In *Complex Systems (WCCS), 2014 Second World Conference on* (pp. 1–6).
2. Carreras-Cruz, M. V., de Lourdes Martínez-Villaseñor, M., & Rosas-Pérez, K. N. (2015). *Mass Segmentation in Digital Mammograms*. In *Ambient Intelligence for Health* (pp. 110–115).
3. De la Cruz, E. S., Alpuín Jiménez, H., Domínguez, H. de J. O., & Parra, P. P. (2011). *SDCA: System to Detect cancerous Abnormalities*. In *LA-NMR* (pp. 115–122).
4. Grado, T. F. I. N. D. E. (2017). *Grado en ingeniería biomédica*.
5. Cruz, E. S. de la. (2012). *Detección de anomalías en mastografías digitales usando el proceso KDD Detección de anomalías en mastografías digitales usando el proceso KDD*.
6. Gerazov, B., & Conceicao, R. C. (2017). *Deep learning for tumour classification in homogeneous breast tissue in medical microwave imaging*. In *Smart Technologies, IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on* (pp. 564–569).
7. Al-Masni, M. A., Al-Antari, M. A., Park, J. M., Gi, G., Kim, T. Y., Rivera, P., ... Kim, T.-S. (2017). *Detection and classification of the breast abnormalities in digital mammograms via regional Convolutional Neural Network*. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2017 39th Annual International Conference of the IEEE* (pp. 1230–1233).
8. Arevalo, J., González, F. A., Ramos-Pollán, R., Oliveira, J. L., & Lopez, M. A. G. (2016). *Representation learning for mammography mass lesion classification with convolutional neural networks*. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 127, 248–257.
9. Pedraza, A., Serrano, I., Fernandez-carrobes, M. M., Rojo, M. G., González, L., Bueno, G., ... Bueno, G. (2016). *Diagnóstico Automático del HER2 con Deep Learning*, 455–458.
10. Neto, O. P. S., Carvalho, O., Sampaio, W., Corrêa, A., & Paiva, A. (2015). *Automatic segmentation of masses in digital mammograms using particle swarm optimization and graph clustering*. In *Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), 2015 International Conference on* (pp. 109–112).
11. Cruz-Roa, Angel and Gilmore, Hannah and Basavanhally, Ajay and Feldman, Michael and Ganesan, Shridar and Shih, Natalie NC and Tomaszewski, John and González, Fabio A and Madabhushi, Anant. (2017) *Accurate and reproducible invasive breast cancer detection in whole-slide images: A Deep Learning approach for quantifying tumor extent*. *Journal Scientific reports*, Vol (7) 46450, Publisher Nature Publishing Group.
12. Lévy, D., & Jain, A. (2016). *Breast mass classification from mammograms using deep convolutional neural networks*. *arXiv Preprint arXiv:1612.00542*.
13. J Suckling et al (1994): *The Mammographic Image Analysis Society Digital Mammogram Database Exerpta Medica*. *International Congress Series 1069 pp375-378*.
14. Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann.
15. Timarán Pereira, R., & Yépes Chamorro, M. C. (2010). *La minería de datos aplicada al descubrimiento de patrones de supervivencia en mujeres con cáncer invasivo de cuello uterino*. *Universidad Y Salud*, 1(2), 135–145.