

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



**Reconocimiento e identificación de patrones chartistas para la
toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex**

Tesis para obtener el Título Profesional de ingeniero de sistemas.

Autor:

Junior Cercado Vasquez
David Melvin Requejo Santa Cruz

Asesor:

Ing. Mtro. Cristian Werner García Estrella

Morales, diciembre 2023

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Cristian Werner García Estrella, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE PATRONES CHARTISTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE COMPRA Y VENTA EN EL MERCADO DE FOREX”** de los autores Junior Cercado Vásquez y David Melvin Requejo Santa Cruz tiene un índice de similitud de 12% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Morales, a los 27 días del mes de diciembre del año 2023



Cristian Werner García Estrella

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 20 día(s) del mes de diciembre del año 2023, siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Danny Lévano Rodríguez, el (la) secretario(a): Mg. Sergio Omar Valladares Castillo y los demás miembros:

Mg. Nancy Esther Casildo Bedón
y el (la) asesor(a) Cristian Werner García Estrella
con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Reconocimiento e identificación de patrones chartistas para la toma de decisiones de compra Y venta en el mercado de Forex".

del(los) bachiller(es): a) David Melvin Requejo Santa Cruz
b) Junior Cercado Vasquez
c)

conducente a la obtención del título profesional de:
Ingeniero de Sistemas
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): David Melvin Requejo Santa Cruz

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller -(b): Junior Cercado Vasquez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia


Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen: El propósito fue mejorar el análisis técnico para la toma de decisiones de compra o venta para inversores principiantes en forex a través de un sistema de reconocimiento e identificación de patrones chartistas. Definido el conjunto de datos con diferentes patrones chartistas, se realizó la configuración necesaria para el entrenamiento o procesamiento de los datos con red neuronal en este caso la *convolutional neural network* (CNN). Los resultados fueron que los valores de Accuracy obtenidos del entrenamiento (Train) y validación (Val), donde observamos que la media de 150 épocas el accuracy del Train es de 0,7846% y del Val es igual a 0,7983%, dando un mejor porcentaje de asertividad. El modelo con los datos de Test se obtuvo una media del accuracy con una exactitud del 88.4% en el reconocimiento e identificación de patrones chartistas para la toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex.

Palabras clave: *Patrones chartistas, mercado forex*

Abstract: The purpose was to improve technical analysis for making buy or sell decisions for beginner forex investors through a chart pattern recognition and identification system. Once the data set was defined with different chart patterns, the necessary configuration was made for training or processing the data with a neural network, in this case the convolutional neural network (CNN). The results were that the Accuracy values obtained from training (Train) and validation (Val), where we observed that the average of 150 epochs the accuracy of the Train is 0.7846% and the Val is equal to 0.7983%, giving a better percentage of assertiveness. The model with the Test data obtained an average accuracy with an accuracy of 88.4% in the recognition and identification of chart patterns for making purchase and sale decisions in the Forex market.

Keywords: *Chart patterns, forex market*

1. Introducción

El mercado de tipo de cambio extranjero (Forex) es el mercado financiero más líquido y más grande del mundo, donde se intercambian monedas de diferentes naciones (Pornwattanaichai et al. 2022); tiene una facturación diaria que se evalúa en más de 5 billones de dólares (Majerčáková y Michal, 2019), operando las 24 horas del día, excepto los fines de semana a diferencia de otros mercados financieros (Deniz, Hakkı y Fiore, 2021).

Desde su creación y hasta hace poco, Forex no ha estado disponible para inversores individuales y solo los bancos han estado operando en este mercado; sin embargo, con la masificación del internet ahora es posible que “jugadores”, “traders” o inversionistas más pequeños (minoristas) puedan realizar operaciones de intercambio de moneda en las que tienen que estudiar las tendencias del mercado y aplicar diferentes estrategias para aprovechar las oportunidades que ofrece (Majerčáková y Michal, 2019).

Debido a las oportunidades de negocio en los que se pueden obtener grandes ganancias en tiempos cortos, así como el volumen de dinero que se transa en Forex y el fácil acceso que proporciona internet, muchos inversores principiantes minoristas invierten cantidades de dinero, que muchas veces es todo lo que tienen, lo han pedido prestado o lo han obtenido con mucho esfuerzo y sin información adecuada, que les lleva a tomar decisiones de compra o venta en las que pierden su inversión en las pocas operaciones que realizan, por lo que mucha gente piensa que esta actividad financiera es una estafa.

La investigación pretende proporcionar una solución que identifique patrones gráficos de comportamiento del mercado y en base al análisis histórico del mismo, predecir lo que podría ocurrir respecto al desempeño posible del mercado en los siguientes minutos de funcionamiento; sin embargo, una limitante importante a considerar es que los tradistas inexperimentados suelen tener un deficiente dominio y control de sus emociones (Burgess, 2015), que suelen muchas veces ser incontrolables y giran en torno a la codicia, el miedo y la esperanza.

Con el fin de reducir el problema, se propone la implementación de un sistema con inteligencia artificial (IdenChart) que ayude al reconocimiento e identificación de patrones gráficos para todas las personas que se inician en este mundo de Forex, con el objetivo principal de mejorar el análisis técnico para la toma de decisiones de compra o venta para inversores principiantes en forex a través de un sistema de reconocimiento e identificación de patrones chartistas.

2. Desarrollo del artículo

Inteligencia artificial

La máquina que utilizaba inteligencia artificial tuvo el objetivo en de determinar la existencia de inteligencia en una máquina; el estudio propuso el juego de la imitación donde intervienen dos personas y una máquina; una persona interroga sentándose frente a la máquina en

diferentes habitaciones y cuando la máquina responde el interrogador tendría que determinar si era humano o máquina, el autor de esta investigación que es el padre de la inteligencia artificial dedujo que la máquina podría engañar y hacerle fracasar al ser humano (Manuel, 1912).

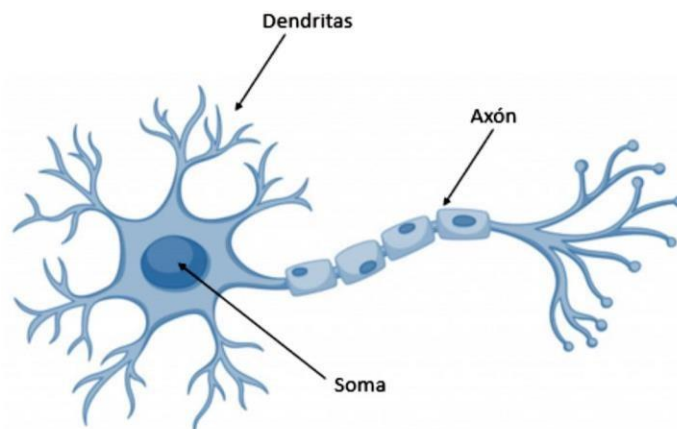


Figura 1. Neurona biológica (Xeridia, 2019)

Las neuronas biológicas están compuestas de pericariones (Soma), dendritas ramificadas y fibras tubulares llamadas axones.

Donde:

Canal de entrada: Dendrita.

Procesador oculto o capa oculta: Soma.

Canal de salida: Axón.

Una sola neurona en el cerebro puede recibir 10 000 entradas y enviar su salida a muchas neuronas. Las conexiones entre las neuronas se llaman sinapsis, y las conexiones son unidireccionales. La información se envía es de forma eléctrica en el interior de la neurona y de forma química entre neuronas llamadas neurotransmisores (García y Massieu, 2004).

Mecanismo de aprendizaje

Los métodos de clasificación se dividen en dos grupos, supervisado: método de reconocimiento de patrones basado en la existencia de un conjunto de prototipos predefinidos y no supervisado: no requiere conocimiento previo de la zona de estudio y desarrolla la clasificación en forma automática (Macedoz, Parejas y Santos, 2010)

Aprendizaje supervisado

El aprendizaje automático supervisado produce una función que establece una correspondencia entre las entradas y salidas deseadas del sistema y los algoritmos de este tipo de aprendizaje tienen como objetivo la predicción, con lo que toman un conjunto conocidos de datos de entrada y respuestas conocidas para esos datos y entrenan un modelo con objetivo de generar pronósticos razonables como respuesta a datos nuevos, existen dos técnicas de aprendizaje supervisado (clasificación y regresión) (Bautista, 2018).

Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje automático no supervisado tiene el objetivo de encontrar estructuras intrínsecas en los datos, se emplea para inferir información a partir de conjuntos de datos de entrada sin respuestas etiquetadas, el clustering (agrupación) es la técnica más común, se basa en la exploración de datos con el objetivo de encontrar patrones ocultos en los mismos (Bautista, 2018).

Red neuronal

En su investigación (Ramos, 2020) menciona que la inteligencia computacional es la mente de las máquinas por lo que puede percibir su entorno con el objetivo de maximizar su meta o tarea imitando al ser humano con las características de aprender y resolver problemas según su área.

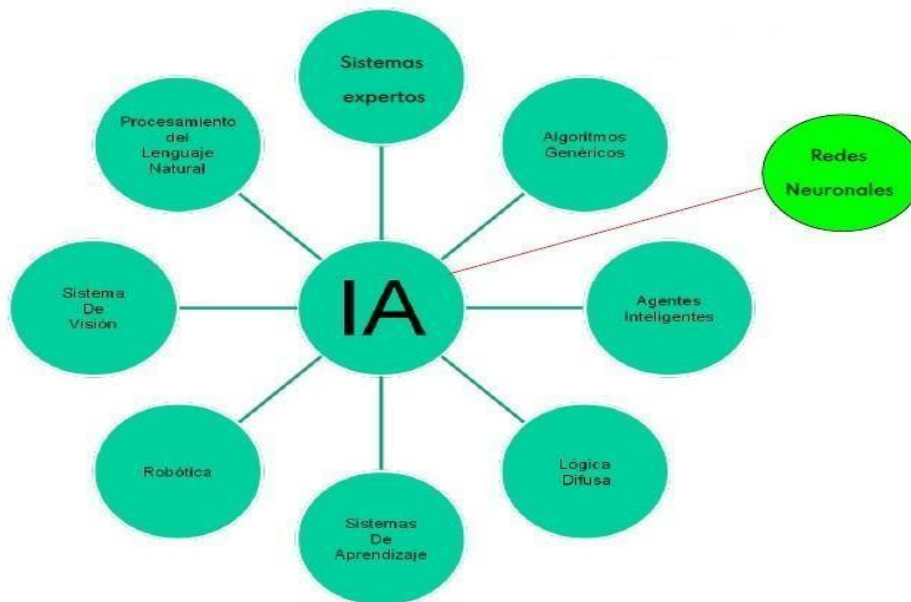


Figura 2. Ramas de la IA (Glogster, 2016)

Las redes neuronales artificiales simulan el funcionamiento de redes neuronales biológicas presentes en el cerebro humano, permitiendo aprender a partir de experiencias, el uso de redes neuronales artificiales ha expandido en diversos campos como: cinética química, predicciones de reactores, control de sustancias ilegales, optimizaciones, clasificación de productos de agricultura, determinación de especies animales, en el campo de la medicina y diagnósticos médicos, entre otros, permitiendo dar soluciones efectivas (Bautista, 2018).

Tipos de redes neuronales

Los autores (Larrañaga y Abdelmalik, 1997), nos mencionan que la estructura que dentro de las redes neuronales podemos hablar de redes monocapa que básicamente se componen de una sola capa de neuronas, redes multicapa, esto permite tener una multicapa, están organizadas en varias capas y recurrentes.

A. Red neuronal monocapa

Las conexiones laterales se establecen entre las neuronas que pertenecen a la capa única. Que constituyen la red se utiliza normalmente en tareas relacionadas con el conocido 27 como

auto asociación; por ejemplo, para regenerar la información de entrada que se presenta como incompleta o distorsionada (Ramos, 2020).

B. Red neuronal multicapa.

En comparación con las redes anteriores, esta red de varios niveles tiene una capa oculta encargada de realizar los cálculos y tiene un conjunto de neuronas agrupadas en múltiples niveles o capas.

Las neuronas se agrupan en diferentes niveles. Dado que este tipo de red tiene varias capas, las conexiones entre neuronas pueden ser de tipo feedforward (conexión hacia adelante) o de tipo feedback (conexión hacia atrás) (Ramos, 2020).

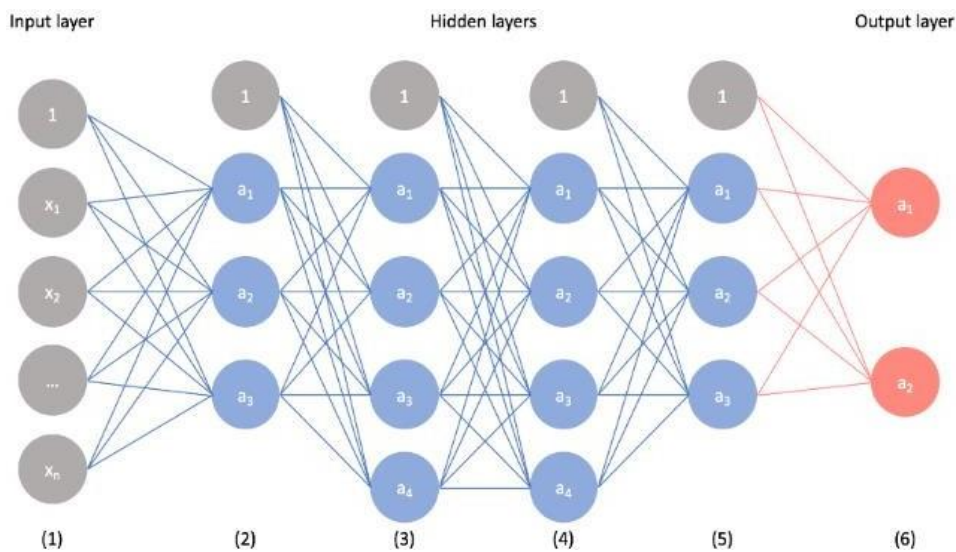


Figura 3. Redes neuronales multicapa (Panoramico, 2020)

Los componentes importantes de la red neuronal es la unidad de procesamiento, el estado de activado por cada neurona, la conectividad entre neuronas, regla de propagación, función de transferencia, regla de activación y regla de aprendizaje. El campo de estudio se enfoca en la emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales basados en experiencia y conocimiento del ambiente y los modelos más utilizados con sus respectivas siglas que permiten identificarlos (Ramos, 2020).

Clasificación de los modelos de redes neuronales

En la investigación realizado por (Ramos, 2020), se encuentra que los métodos de las redes neuronales tienen cuatro clasificaciones: Reforzados, supervisados, no supervisados e híbridos. Los más utilizados son los supervisados, este está compuesto por retroalimentados y unidireccionales. A continuación, se detalla de cada modelo:

A. Supervisados

En su investigación (Ramos, 2020) menciona que dentro de esta clasificación existen dos métodos, retroalimentados y unidireccionales. El primero está compuesto por el modelo BSB

y el segundo método comprende el modelo perceptrón, adaline, madaline, perceptrón multicapa, backpropagation.

B. No supervisados

Igualmente, que los supervisados, los no supervisados tienen dos métodos de realimentación y unidireccional.

Modelo de la red neuronal

El modelo de la red neuronal o conocido también como redes neuronales artificiales (RNA), son modelos matemáticos que tienen la función de $f = \mathbf{x} \rightarrow \mathbf{y}$, cómo también distribuida más en una variable o para ambos. A continuación, se presentan algunos modelos.

Modular Neural Network (MNN), Probabilistic Neural Networks (PNN), Logistic Projection Network (LPN), Convolutional Neural Network (CNN), etc.

Redes Neuronales Convolucionales

Uno de los tipos más modernos de NN utilizados en el reconocimiento de patrones es el NN convolucional, que obtuvo su nombre debido a la presencia de la operación de convolución. La esencia de esta operación es que cada fragmento de la imagen de entrada se multiplica por elemento por el kernel de convolución, y el resultado se suma y se escribe en la misma posición en la imagen de salida. Después de eso, el resultado se envía a la capa de submuestreo (la dimensión disminuye) y, en el caso más simple, a un NN (perceptrón multicapa) completamente conectado (Jing et al., 2019).

La estructura básica de una CNN se muestra en la siguiente imagen. Aquí puede ver cómo la capa superior realiza la extracción de la característica en cuestión y la capa inferior clasifica y determina el tipo de imagen de entrada. En este primer bloque, cada capa oculta aumenta la complejidad de la función entrenada. Por ejemplo, la primera capa aprende la detección de bordes y la segunda capa aprende la detección de formas más complejas para los objetos reconocidos (Jing et al., 2019).

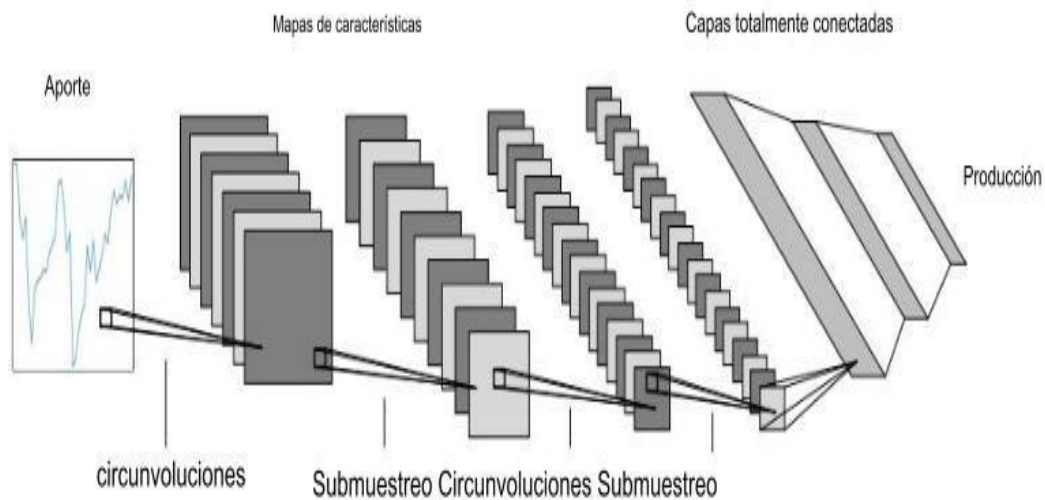


Figura 4. La estructura de la red neuronal convolucional (Jing et al., 2019).

3. Materiales y métodos

Diseño Metodológico

Para la ejecución de la investigación, se eligió un diseño no experimental de tipo descriptivo. Según Barrera (2010) es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos, asimismo en este artículo con las imágenes de la población que obtendremos entrenaremos al algoritmo de *Deep learning* para que aprenda a pronosticar, utilizando el 80% de las mismas, para que con el 20% restante nosotros identifiquemos en qué medida las respuestas del algoritmo son las más adecuadas, teniendo un *accuracy* por encima de 85 % y por debajo de 95%.

Materiales y equipos empleados

Se emplearon 1,420 imágenes, pertenecientes al comportamiento de los precios las divisas mayores como EUR/USD, USD/JPY, GBP/USD, USD/CAD, AUD/USD, USD/CHF, EUR/JPY y metales como XAUUSD, XAGUSD, en donde las fechas de recolección son del 01/01/2010 al 30/06/2022 de los cuales el 80% de imágenes es para entrenamiento y el 20% es para prueba. Los datos fueron recolectados mediante la captura de imágenes de la evolución del mercado, para dicha recolección utilizamos la plataforma meta trader 5 (MT5) (link de descarga <https://www.metatrader5.com/es/download>) asociado al bróker australiano IC Markets (<https://www.icmarkets.com/global/es/>) con tipo cuenta estándar en dólares y un apalancamiento de 1:300, este bróker a través de MT5 proporciona gráficos de activos financieros que nos permite tener la evolución de los mismos en tiempo real de los diferentes activos como criptomonedas, acciones, forex o índices bursátiles.

Metodología

Procesamiento y análisis de datos

Una vez que se definió el conjunto de datos (imágenes con los diferentes patrones chartistas), se realizó la configuración necesaria para el entrenamiento o procesamiento de los datos con red neuronal en este caso la *convolutional neural network* (CNN) donde se entrenará en el 80% de los casos y probará en el otro 20%.

Para el entrenamiento de la red neuronal convolucional así como para las pruebas necesarias, se presentan las características técnicas de los equipos informáticos utilizados: procesador Intel Core i5 1155G7 a 4.50Ghz, conectado a (GPU) del backend de Google Compute Engine que utiliza Python 3, memoria RAM de 0.78 Gb/12.69 GB Disco: 38.73 Gb/68.35GB, sistema operativo Windows 10 de 64 bits.

Plan de procesamiento de datos

Una vez obtenidas las imágenes estas fueron separadas en carpetas: train, test. Dentro estas serán agrupadas en carpetas con los nombres de patrones chartistas: hombro_cabeza_hombro y doble_piso.

Las Imágenes agrupadas pasaron a ser procesadas por nuestro algoritmo para su aprendizaje profundo.

Dicho aprendizaje fue probado con nuevas imágenes, el cual nos dio una precisión (accuracy) para medir los resultados en base a porcentajes. Esta presión nos dio confianza de su predicción de patrones chartistas.

4. Resultados

Se realizaron 10 experimentos al algoritmo de reconocimiento e identificación de patrones chartistas, de los cuales nuestra red neuronal convolucional consta de 200 épocas para el entrenamiento o procesamiento de datos. En la Tabla 1 se muestra el conglomerado de los resultados obtenidos al entrenar la red neuronal convolucional, junto con los valores de Accuracy obtenidos del entrenamiento (Train) y validación (Val), donde observamos que la media de 150 épocas el accuracy del Train es de 0,7846% y del Val es igual a 0,7983%, dando como resultado el mejor porcentaje de asertividad en comparación a las otras épocas (Figura 5).

Tabla 1. Valores Accuracy (Train y Val) conglomerados de los 10 experimentos

#	Épocas	Train			Val		
		Accuracy		Loss	Accuracy		Loss
		ultima	mejor		ultima	mejor	
1	5	0,6827	0,6926	0,6009	0,7028	0,7387	0,5843
2	10	0,7446	0,7510	0,5143	0,7162	0,7500	0,5674
3	15	0,7561	0,7649	0,4919	0,7197	0,7704	0,5687
4	20	0,7718	0,7815	0,4643	0,7155	0,7676	0,5910
5	30	0,7581	0,7813	0,4811	0,6944	0,7669	0,5960
6	40	0,7496	0,7806	0,4997	0,7034	0,7820	0,5897
7	50	0,7383	0,7629	0,5151	0,7303	0,7775	0,5400
8	70	0,7568	0,7838	0,4871	0,7352	0,7831	0,5389
9	100	0,7511	0,7822	0,4978	0,7071	0,7831	0,5812
11	150	0,7518	0,7846	0,4909	0,7324	0,7983	0,5455
13	200	0,7549	0,7846	0,4904	0,7113	0,7859	0,5649

Por tanto, podemos señalar que con 150 épocas nuestro algoritmo tiene un mejor porcentaje de asertividad para toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex.

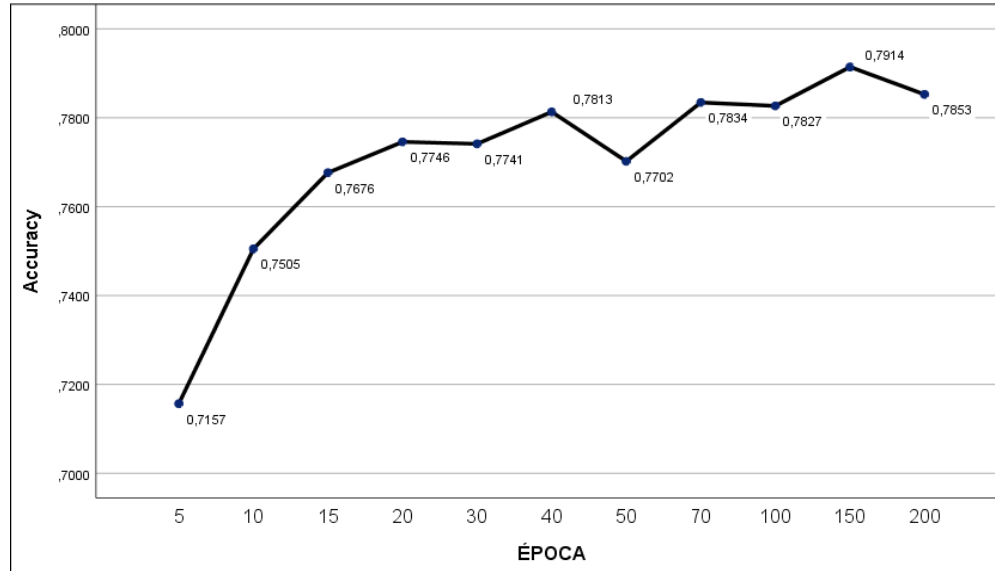


Figura 5. Media del accuracy (Train y Val) en las diferentes épocas.

Ahora, tomando 150 épocas analizamos los valores de la predicciones exactas y fallidas y el accuracy de prueba (Test) como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos de las 150 épocas

#	Época	General		Test	
		Exacta	Fallido	Accuracy	Loss
1		10	0	0,8873	0,2723
2		9	1	0,9155	0,2333
3		9	1	0,8944	0,3101
4		9	1	0,8592	0,3158
5	150	10	0	0,8944	0,3088
6		10	0	0,8662	0,2976
7		9	1	0,838	0,3672
8		8	2	0,8803	0,3299
9		10	0	0,9014	0,3112
10		9	1	0,9014	0,2762

En la Tabla 3 se muestra el análisis de 150 épocas, donde tenemos una cantidad de predicciones acertadas con una media del 97% de datos exactos, y una cantidad de predicciones no acertadas con una media del 7% en datos fallidos. Además, al probar el modelo con los datos de Test obtuvimos una media del accuracy con una exactitud del 88.4%

en el reconocimiento e identificación de patrones chartistas para la toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex.

Tabla 3. Análisis de 150 épocas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Exacta	10	8	10	9,3	0,6749
Fallido	10	0	2	0,7	0,6749
Test - Accuracy	10	0,8380	0,9155	0,8838	0,0233

Finalmente, los resultados obtenidos por el algoritmo propuesto muestran un mejor desempeño con 150 épocas, obteniendo un Accuracy de (0.9155 % mayor), haciendo más eficiente la toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex.

5. Conclusiones

Se determinó un sistema de reconocimiento e identificación de patrones chartistas al entrenar la red neuronal convolucional, junto con los valores de Accuracy obtenidos del entrenamiento (Train) y validación (Val), dando como resultado el mejor porcentaje de asertividad en comparación a las otras épocas.

Se caracterizó el análisis técnico en la toma de decisiones de compra o venta de los inversores principiantes con una exactitud del 88.4% en el reconocimiento e identificación de patrones chartistas para la toma de decisiones de compra y venta en el mercado de Forex.

Se conoció la influencia del uso del sistema “IdenChart” sobre la calidad del análisis técnico en inversores principiantes, de los datos positivos obtenidos durante los procesos de pruebas de sistema aplicado.

Agradecimientos

A Dios por darnos la vida, a la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Peruana por su compromiso con la excelencia académica y el fomento de la investigación que ha sido fundamental para el desarrollo de mi proyecto

Declaración de conflict de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses con respecto a la investigación, autoría o publicación de este artículo.

Financiación

Los autores no recibieron apoyo financiero para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo

ORCID iD

Junior Cercado Vásquez [iD https://orcid.org/0000-0001-8042-6308](https://orcid.org/0000-0001-8042-6308)

David Melvin Requejo Santa Cruz [iD https://orcid.org/0000-0002-8570-1505](https://orcid.org/0000-0002-8570-1505)

Cristian García-Estrella [iD https://orcid.org/0000-0002-5687-8694](https://orcid.org/0000-0002-5687-8694)

Joyse Baldwin Huamán Labán [iD https://orcid.org/0000-0002-2793-5311](https://orcid.org/0000-0002-2793-5311)

Referencias

- Almeida, Daniela, Erick Calderero, and Pedro Reyes. 2019. "Mercado de Divisas Trading Forex Bolsa de Valores." *Dominio de Las Ciencias* 5(3):528. doi: [10.23857/dc.v5i3.951](https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.951).
- Animo. 2017. "Curso Practico de Bolsa."
- Arias, Fidias. 2017. "Efectividad y Eficiencia de La Investigación Tecnológica En La Universidad." *Recitium* 3(1):64–83.
- Bautista, María López. 2018. "El Salto Cualitativo de Deep Learning En Problemas de Clasificación." *Universitat Oberta de Catalunya* 58.
- Burgess, G. A. 2015. *Trading and Investing in the Forex Markets Using Chart Techniques*. edited by G. A. Burgess. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Chen, Jun-Hao, and Yun-Cheng Tsai. 2020. "Encoding Candlesticks as Images for Pattern Classification Using Convolutional Neural Networks." *Financial Innovation* 6(1):26. doi: [10.1186/s40854-020-00187-0](https://doi.org/10.1186/s40854-020-00187-0).
- GARCIA, OCTAVIO, and LOURDES MASSIEU. 2004. "INTERACCIÓN ENTRE LAS CÉLULAS GLIALES Y NEURONALES Y SU PAPEL EN LA MUERTE Y SOBREVIVENCIA NEURONAL." *Archivos de Neurociencias (México, D.F.)* 9(1):39–46.
- Hadizadeh Moghaddam, Arya, and Saeedeh Momtazi. 2021. "Image Processing Meets Time Series Analysis: Predicting Forex Profitable Technical Pattern Positions." *Applied Soft Computing* 108:107460. doi: [10.1016/j.asoc.2021.107460](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107460).
- Hauser, Marc D. 2019. "Patience! How to Assess and Strengthen Self-Control." *Frontiers in Education* 4:1–8. doi: [10.3389/educ.2019.00025](https://doi.org/10.3389/educ.2019.00025).
- Islam, Md Saiful, Emam Hossain, Abdur Rahman, Mohammad Shahadat Hossain, and Karl Andersson. 2020. "A Review on Recent Advancements in FOREX Currency Prediction." *Algorithms* 13(8):186. doi: [10.3390/a13080186](https://doi.org/10.3390/a13080186).
- Jing, Liting, Zhi Li, Xiang Peng, Jiquan Li, and Shaofei Jiang. 2019a. "A Relative Equilibrium Decision Approach for Concept Design through Fuzzy Cooperative Game Theory." *Journal of Computing and Information Science in Engineering* 19(4). doi: [10.1115/1.4042837](https://doi.org/10.1115/1.4042837).
- Jing, Liting, Zhi Li, Xiang Peng, Jiquan Li, and Shaofei Jiang. 2019 b. "A Relative Equilibrium Decision Approach for Concept Design Through Fuzzy Cooperative Game Theory." *Journal of Computing and Information Science in Engineering* 19(4). doi: [10.1115/1.4042837](https://doi.org/10.1115/1.4042837).

- Larrañaga, Pedro, Iñaki Inza, and Abdelmalik Moujahid. 1997. "Tema 8. Redes Neuronales." *Departamento de Ciencias de La Computación e Inteligencia Artificial Universidad Del País Vasco* 1–19.
- MABROUK, Nabil, Marouane CHIHAB, Zakaria HACHKAR, and Younes CHIHAB. 2022. "Intraday Trading Strategy Based on Gated Recurrent Unit and Convolutional Neural Network: Forecasting Daily Price Direction." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 13(3):585–92. doi: [10.14569/IJACSA.2022.0130369](https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130369).
- Macedoz, Antonia, Gonzalo Pajares, and Matilde Santos. 2010. "CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA CON IMÁGENES A COLOR DE COBERTURA TERRESTRE." *Agrociencia* 44(6):711–22.
- Majerčáková, Daniela, and Michal Greguš. 2019. "The Creation of the Convenient Investment Strategy in Forex." *European Journal of Economics and Business Studies* 5(1):80. doi: [10.26417/ejes.v5i1.p80-88](https://doi.org/10.26417/ejes.v5i1.p80-88).
- Michelone, Manuel López. 1912. "El Enigma Turing." 7–11.
- Morales Hernández, Miguel Ángel, Juan Manuel González Camacho, Héctor Robles Vásquez, David H. Del Valle Paniagua, and José Rafael Durán Moreno. 2022. "Algoritmos de Aprendizaje Automático Para La Predicción Del Logro Académico." *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo* 12(24). doi: [10.23913/ride.v12i24.1180](https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1180).
- Panorámico, Víde, C. O. N. Realidad, and Youhui Tian. 2020. "Método Basado En Neural Convolutacional Algoritmo de Red."
- Pornwattanavichai, Arisara, Saranya Maneeroj, and Somjai Boonsiri. 2022. "BERTFOREX: Cascading Model for Forex Market Forecasting Using Fundamental and Technical Indicator Data Based on BERT." *IEEE Access* 10:23425–37. doi: [10.1109/ACCESS.2022.3152152](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152152).
- Ramos Diaz, Juan Victor Eduardo. 2020. "Algoritmo Integrado Con Inteligencia Artificial Apoyado En Mano Robótica Para El Reconocimiento de La Madurez Del Tomate." 1–303.
- Schwarz, Max. 2017. "Guía de Referencia Para La Elaboración de Una Investigación Aplicada." *Universidad de Lima* 30.
- Shen, Gufeng. 2021. "Computation Offloading for Better Real-Time Technical Market Analysis on Mobile Devices." Pp. 72–76 in *2021 3rd International Conference on Image Processing and Machine Vision (IPMV)*. New York, NY, USA: ACM.
- Yıldırım, Deniz Can, Ismail Hakkı Toroslu, and Ugo Fiore. 2021. "Forecasting Directional Movement of Forex Data Using LSTM with Technical and Macroeconomic Indicators." *Financial Innovation* 7(1). doi: [10.1186/s40854-020-00220-2](https://doi.org/10.1186/s40854-020-00220-2).
- Glogster. (01 de 01 de 2016). Glogster. Recuperado el 20 de 07 de 22, de <https://edu.glogster.com/glog/inteligencia-artificial/25u71avhkla?=&glogpedia-source> pascualparada. (01 de 08 de 2018). pascualparada. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de

<https://www.pascualparada.com/algoritmoscajanegra/>

Xeridia. (16 de 09 de 2019). xeridia. Recuperado el 20 de 07 de 22, de <https://www.xeridia.com/blog/redes-neuronales-artificiales-que-son-y-como-se-entrenan-parte-i>