

Predicción de Productividad en Industria Textil con Redes Neuronales

Manuel Paz
Israel Orozco

Índice

1. Contextualización
2. Estado del Arte
3. Metodología
4. Aplicación
5. Resultados
6. Conclusiones



Contexto y Problemática

- La industria textil es uno de los sectores más representativos de la globalización actual. Los retos que impone la demanda masiva mundial de prendas de vestir hacen que la productividad laboral sea un elemento clave en el éxito económico de las compañías relacionadas.
- Dentro de estos beneficios, entre otros, se encuentran, reducción de costos, reorganización de las cadenas productivas, identificación de falencias o factores que debilitan la productividad, optimización de las tareas asignadas.
- El objetivo de la investigación es desarrollar modelos predictivos de productividad laboral en la industria textil con base en técnicas de Inteligencia Artificial para realizar análisis comparativos basados en métricas de desempeño.

DEEP NEURAL NETWORK APPROACH FOR PREDICTING THE PRODUCTIVITY OF GARMENT EMPLOYEES [5]

M. Rahim, A. Imran and T. Ahmed

International Conference on Control, Decision and Information Technologies

Paris, France / April 23-26, 2019

†Dept. of Computer Science & Engineering

American International University-Bangladesh, Dhaka, Bangladesh

*‡Dept. of Electronics and Telecommunication Engineering Rajshahi University of
Engineering & Technology, Rajshahi, Bangladesh*

§Dept. of Computer Science

University Nice-Sophia Antipolis, Nice, France

Arquitectura y Métodos

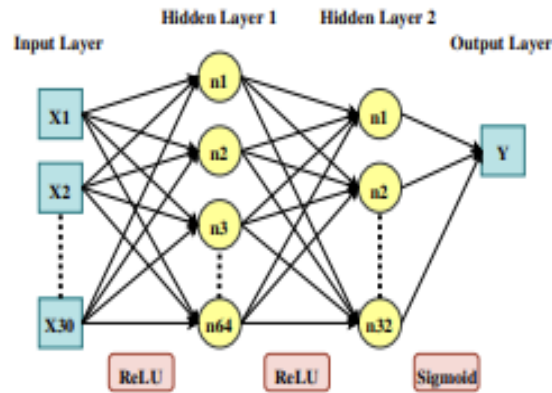
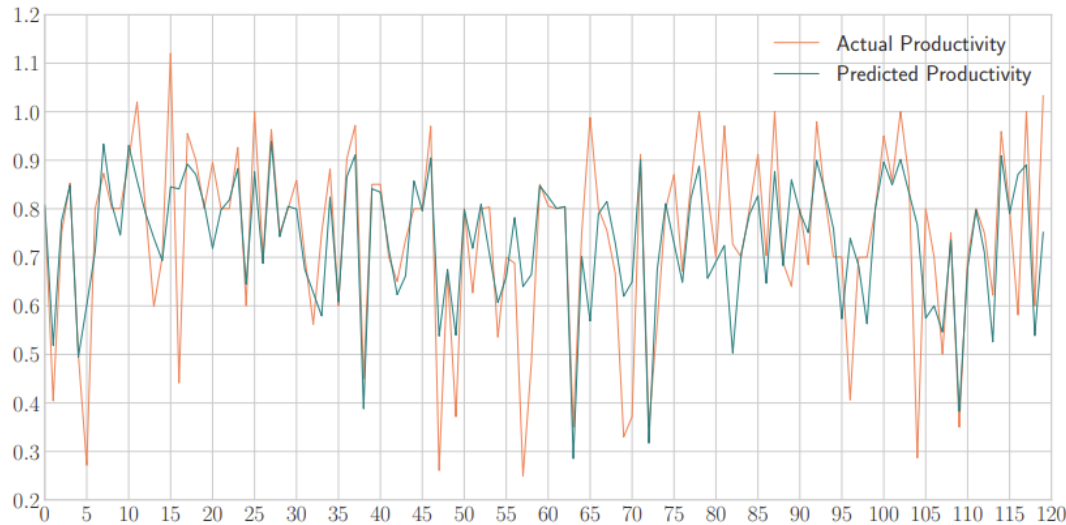


Fig. 1. DNN Architecture.

Fuente: M. Rahim, A. Imran and T. Ahmed, "Mining the Productivity Data Garment Industry.," *International Journal of Business Intelligence and Data Mining*, 2021

- Base industrial Bangladesh en 2015.
- Entrenamiento 80%, Validación 10%, Testeo 10%
- Funciones de Activación ReLU y Sigmoid.
- Estimador Adaptativo de Momentos (ADAM) como algoritmo de optimización.
- *Mean Squared Error –MSE-, Mean Absolute Error –MAE- y Mean Absolute Percentage Error –MAPE-* como métricas de desempeño.

Resultados de la Red Profunda



	MSE	MAE	MAPE
Training	0.020	0.091	16.883
Validation	0.018	0.089	15.949
Test	0.018	0.086	15.932

- Datos de validación similares a testeo. Buen aprendizaje. No sobre-especificación.
- Mean Absolute Error de 0,086. Mejor desempeño que línea base (0,15).
- Red profunda como técnica con alto desempeño en predicción.



Modelo de Aplicación





Metodología de Red Neuronal

- Base “Productivity Prediction of Garment Employees” [6]
- Base multivariada con 15 atributos y 1.197 entradas.
- Seis (6) neuronas en capa de entrada. Una (1) neurona en capa de salida.
- Entre una (1) y dos (2) capas ocultas.
- Descenso de Gradiente como Algoritmo de Optimización.
- Conjunto de entrenamiento 70% y de validación y testeo del 30%.

Funciones de Activación

La función ReLU es una de las funciones de activación más comunes utilizadas en redes neuronales. La función devuelve 0 si recibe cualquier entrada negativa. Para cualquier valor positivo x , la función retorna valores regidos por:

$$f(x) = \max(0, x)$$

Tangente Hiperbólica -TanH

La función Tangente Hiperbólica es una función cuya salida está entre -1 y 1 con derivadas entre 0 y 1. Entre mayor es la entrada (más positiva), el valor de salida estará más cerca a 1, mientras que en caso contrario, la salida estará más cercada a -1. La función está dada por:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

MaxOut

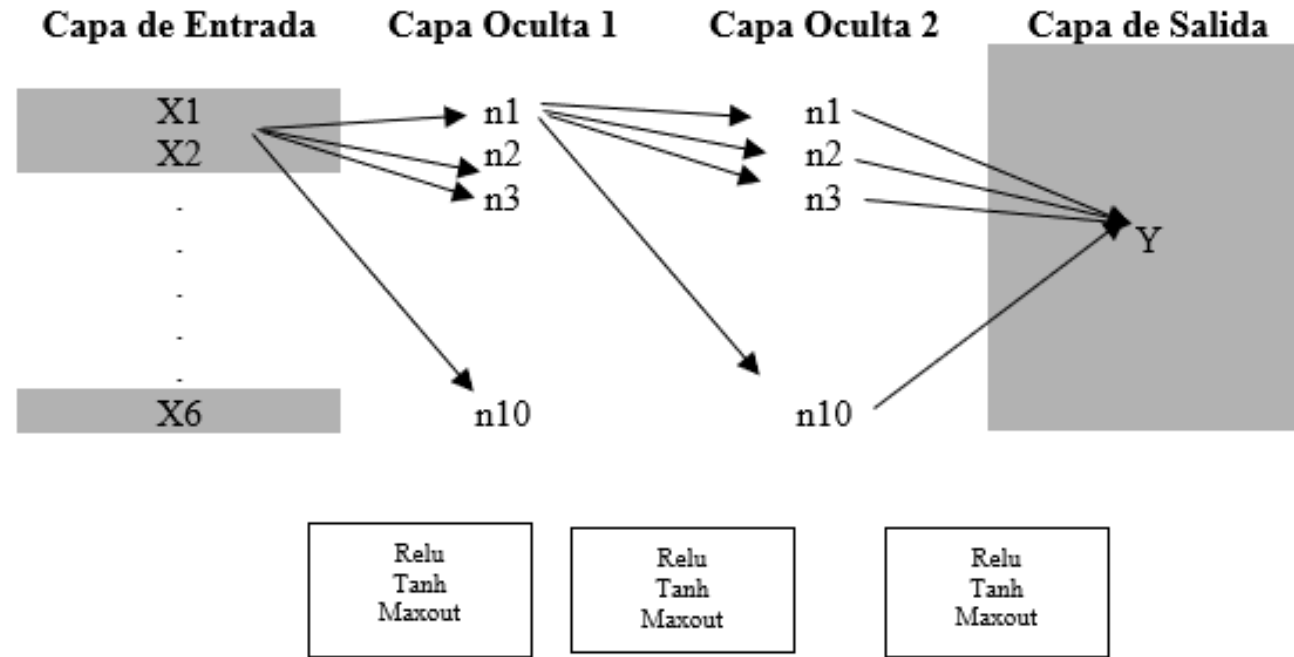
La función de activación MaxOut está definida por la siguiente expresión:

$$\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$$

Métricas de Desempeño

Nombre	Descripción	Cálculo
Mean Squared Error -MSE-	Mide el error cuadrático medio de las predicciones realizadas.	$MSE = 1/N \sum_{t=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$
<i>Mean Absolute Error -MAE-</i>	Es el promedio de las diferencias absolutas entre los valores reales y sus predicciones.	$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^n y_i - \hat{y}_i $

Arquitectura de Red Neuronal





Resultados

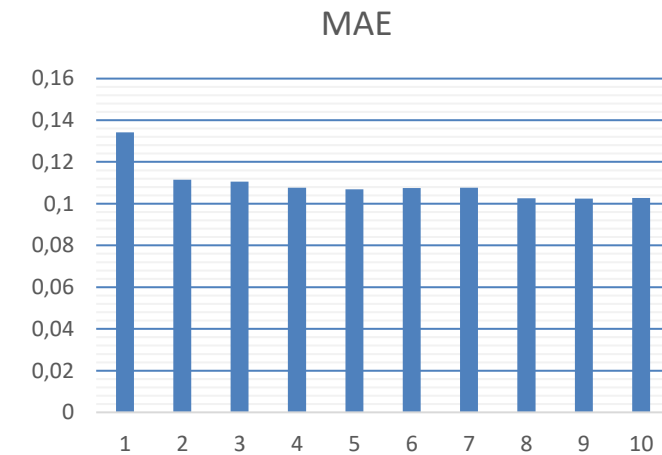
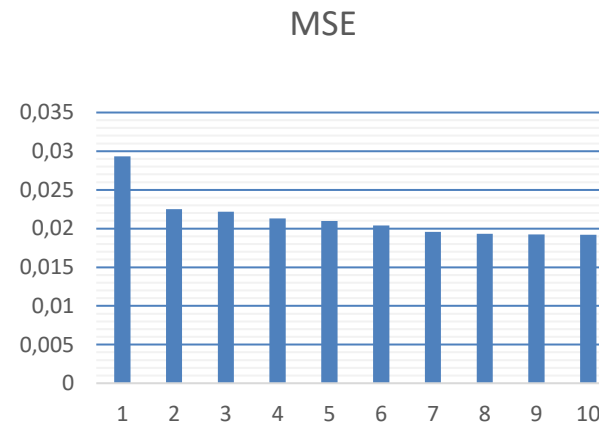
Ejercicio de Experimentación

Iteración	Capas ocultas	#Neuronas	MSE	MAE	Activación	Loss fx	Semilla	Epochs		#Neuronas/1	MSE Prom	MAE Prom
411	1	1	0,022653	0,110295	Maxout	Cuadrática	1	10		1	0,028726	13,2%
431	1	1	0,056233	0,143614	Maxout	Cuadrática	10	10		2	0,024605	11,4%
451	1	1	0,021695	0,112147	Maxout	Cuadrática	80	10		3	0,023398	11,4%
471	1	1	0,022261	0,114754	Maxout	Cuadrática	300	10		4	0,022948	11,2%
491	1	1	0,02363	0,119614	Maxout	Cuadrática	552	10		5	0,020581	10,6%
511	1	1	0,045429	0,154627	Maxout	Cuadrática	1001	10		6	0,020291	10,4%
531	1	1	0,029971	0,135075	Maxout	Cuadrática	1992	10		7	0,01925	10,2%
551	1	1	0,032035	0,139944	Maxout	Cuadrática	2352	10		8	0,019239	10,1%
571	1	1	0,033121	0,143352	Maxout	Cuadrática	3291	10		9	0,01929	10,1%
591	1	1	0,027481	0,128523	Maxout	Cuadrática	7751	10		10	0,018791	10,0%
412	1	2	0,036306	0,128123	Maxout	Cuadrática	1	10				
432	1	2	0,023448	0,113044	Maxout	Cuadrática	10	10		#Neuronas/ 2	MSE Prom	MAE Prom
452	1	2	0,025154	0,112543	Maxout	Cuadrática	80	10		1	0,030675	13,74%
472	1	2	0,019339	0,10182	Maxout	Cuadrática	300	10		2	0,025327	12,17%
492	1	2	0,018956	0,099235	Maxout	Cuadrática	552	10		3	0,022903	11,33%
512	1	2	0,032299	0,137232	Maxout	Cuadrática	1001	10		4	0,020821	10,74%
532	1	2	0,032296	0,142267	Maxout	Cuadrática	1992	10		5	0,019581	10,45%
552	1	2	0,024057	0,115255	Maxout	Cuadrática	2352	10		6	0,019158	10,03%
572	1	2	0,029245	0,134094	Maxout	Cuadrática	3291	10		7	0,018254	9,78%
592	1	2	0,018848	0,09925	Maxout	Cuadrática	7751	10		8	0,018732	9,89%
413	1	3	0,024901	0,115724	Maxout	Cuadrática	1	10		9	0,019083	10,00%
433	1	3	0,023325	0,114361	Maxout	Cuadrática	10	10		10	0,01975	10,35%

Función de Activación ReLU

1 Capa Oculta

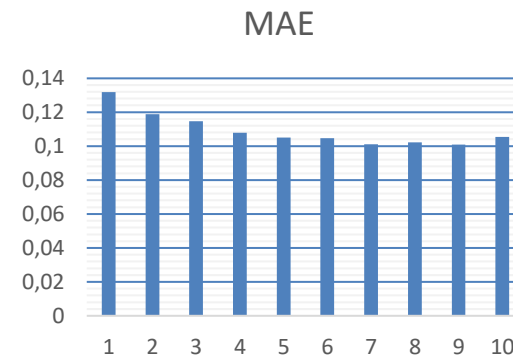
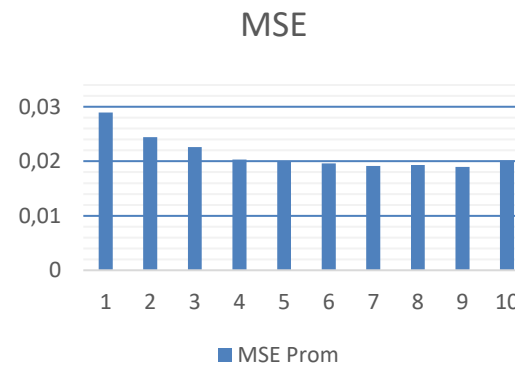
#Neuronas	MSE Prom	MAE Prom
1	0,029333	0,134226
2	0,022494	0,111563
3	0,022185	0,110607
4	0,021308	0,107702
5	0,020988	0,10692
6	0,020396	0,107482
7	0,01956	0,107631
8	0,019341	0,102636
9	0,019232	0,102451
10	0,019213	0,102825



Función de Activación ReLU

2 Capas Ocultas

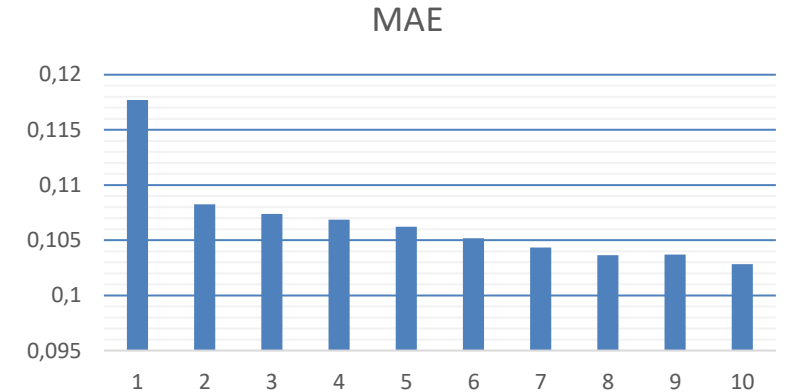
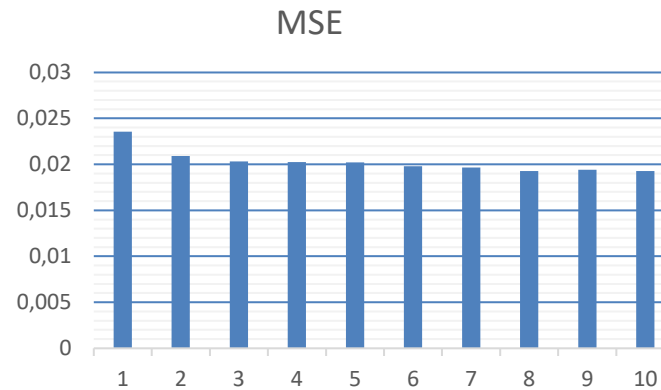
#Neuronas	MSE Prom	MAE Prom
1	0,028941	0,13179
2	0,024438	0,118863
3	0,02259	0,114559
4	0,020307	0,10781
5	0,019949	0,104989
6	0,019614	0,104655
7	0,019137	0,101053
8	0,019332	0,102262
9	0,01899	0,100959
10	0,020144	0,105331



Función de Activación TanH

1 Capa Oculta

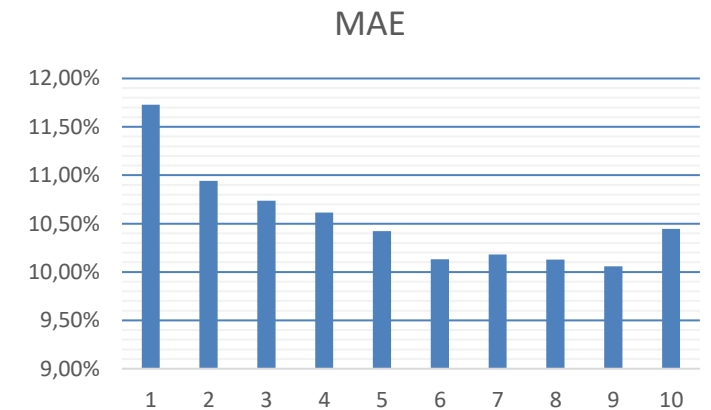
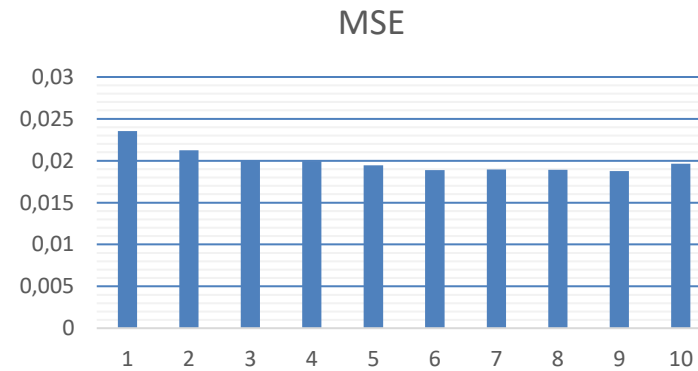
#Neuronas	MSE Prom	MAE Prom
1	0,023542	11,77%
2	0,020895	10,83%
3	0,020305	10,74%
4	0,020243	10,69%
5	0,020194	10,62%
6	0,01978	10,52%
7	0,019663	10,43%
8	0,019264	10,37%
9	0,019405	10,37%
10	0,019273	10,28%



Función de Activación TanH

2 Capas Ocultas

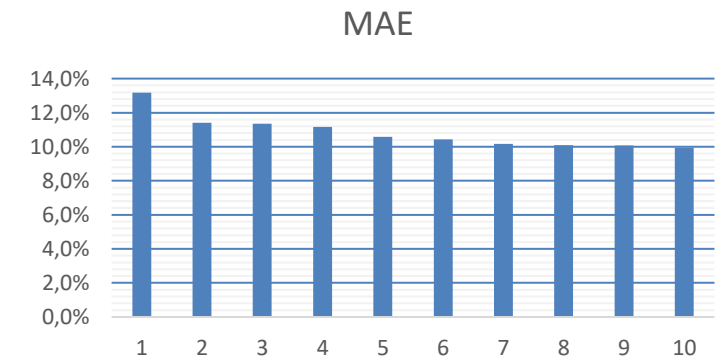
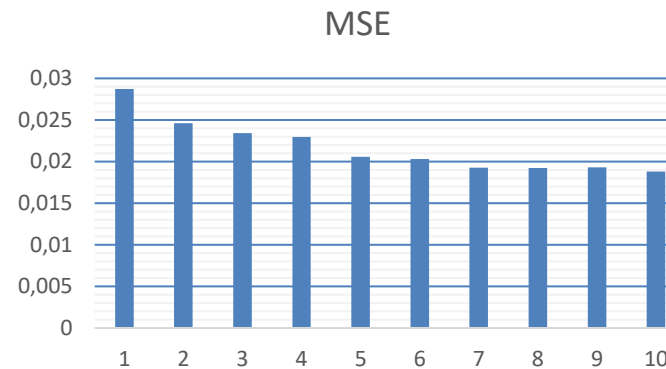
#Neuronas	MSE Prom	MAE Prom
1	0,023538	11,73%
2	0,02126	10,94%
3	0,01999	10,74%
4	0,019937	10,61%
5	0,01945	10,42%
6	0,018881	10,13%
7	0,018966	10,18%
8	0,018906	10,13%
9	0,018752	10,06%
10	0,019643	10,44%



Función de Activación MaxOut

1 Capa Oculta

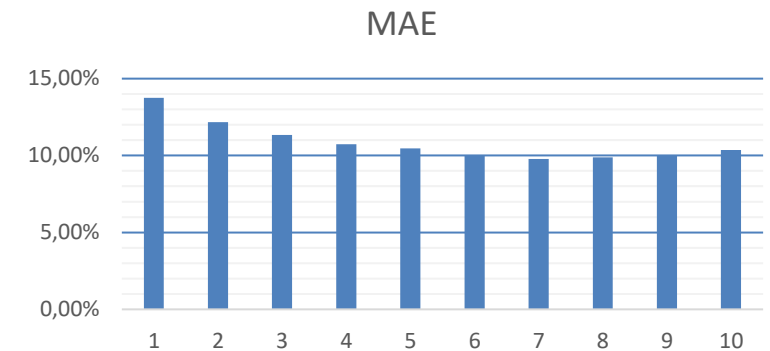
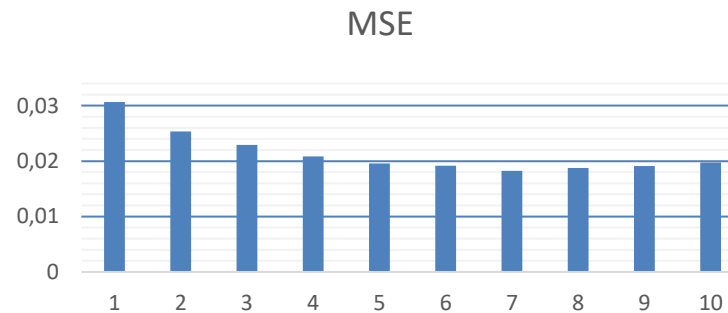
#Neuronas/1 capa Oculta	MSE Prom	MAE Prom
1	0,028726	13,2%
2	0,024605	11,4%
3	0,023398	11,4%
4	0,022948	11,2%
5	0,020581	10,6%
6	0,020291	10,4%
7	0,01925	10,2%
8	0,019239	10,1%
9	0,01929	10,1%
10	0,018791	10,0%



Función de Activación MaxOut

2 Capas Ocultas

#Neuronas/ 2 capas	MSE Prom	MAE Prom
1	0,030675	13,74%
2	0,025327	12,17%
3	0,022903	11,33%
4	0,020821	10,74%
5	0,019581	10,45%
6	0,019158	10,03%
7	0,018254	9,78%
8	0,018732	9,89%
9	0,019083	10,00%
10	0,01975	10,35%





Conclusiones

Conclusiones de Predicción

- Los retos que impone la demanda masiva mundial de prendas de vestir hacen que la productividad laboral sea un elemento clave en el éxito económico de las compañías relacionadas.
- En este sentido, el uso de técnicas de Inteligencia Artificial para predecir esta variable, son altamente recomendadas para potencializar el uso de la mano de obra y por ende, los beneficios económicos derivados.
- Actualmente, la investigación en métodos supervisados de inteligencia artificial en el campo de la manufactura versa sobre la predicción y eliminación de defectos y fallas en la industria del acero, la predicción de variables productivas globales basada en modelos de redes neuronales [2], el control de procedimientos manufactureros, y estimaciones de calidad de producto basados en la detección temprana de fallas internas de materiales insumo.
- En particular, el estado del arte en el uso de redes neuronales para la predicción de la productividad actual de los empleados muestra la adopción de redes profundas multicapa y uso de capas ocultas con altos resultados de predicción en métricas como el error absoluto medio.
- El modelo propuesto integrado por 6 neuronas en capa de entrada, dos capas ocultas, y una capa de salida con una única neurona por ser modelo predictivo, en conjunto con las funciones de activación utilizadas en el protocolo experimental, permiten contar con una buena herramienta para estimar la productividad laboral en la industria textil.
- En particular, según las métricas de desempeño establecidas, los mejores modelos utilizan funciones de activación MaxOut con dos capas ocultas y 7 neuronas cada una.

Referencias

- [1] X. Zhang, M. Kano, M. Tani, J. Mori, J. Ise, K. Harada, "Prediction and causal analysis of defects in steel products: Handling nonnegative and highly overdispersed count data," *Control Engineering Practice*. 2019.
- [2] R. Ferreira, A. Sabbaghi, Q. Huang, "Automatic geometric shape deviation modeling for additive manufacturing systems via Bayesian neural networks" *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2020.
- [3] E. Alfaro-Cortes, J. Alfaro-Navarro, M. Gamez, N. García, "Using random forest to interpret out-of-control signals" *Acta Polytechnica Hugarica*, 2020.
- [4] J. Forero-Ramirez, A. Restrepo-Giron, S. Nope-Rodríguez, "Detection of internal defects in carbon fiber reinforced plastic slabs using background thermal compensation by filtering and support vector machines" *Journal of Nondestructive Evaluation*, 2019.
- [5] M. Rahim, A. Imran and T. Ahmed, "Mining the Productivity Data Garment Industry.," *International Journal of Business Intelligence and Data Mining*, 2021.
- [6] UCI Machine Learning Repository "Productivity Prediction of Garment Employees Data Set", Disponible en <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Productivity+Prediction+of+Garment+Employees> 2020.
- [7] J. Heaton, "Introduction to neural networks with Java" *Heaton Research*, 2008.