



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Ciencias

Solicitud de Asignación de Jurado

Este formato puede llenarse en línea utilizando Acrobat Reader

COMITÉ ACADÉMICO DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Por este conducto solicito a ustedes se sirvan asignar a los sinodales que formarán parte del jurado que evaluará el trabajo escrito intitulado

Análisis de Modelos de Redes Neuronales en la predicción de precios de las acciones en la BMV

El cual he realizado bajo la dirección del

Doctor	Verónica Esther	Arriola	Ríos
Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno

Asimismo, me permito proponer a su consideración a las personas abajo listadas, las cuales considero pueden formar parte de dicho jurado.

1	Maestro	Sergio	Hernández	López
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
2	Doctor	Víctor Germán	Mijangos	de la Cruz
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
3	Doctor	Lizbeth	Naranjo	Albarrán
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
4	Maestro	José Roberto	Torres	Bello
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
5	Matemático	Alejandro	Legaspe	Serrano
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
6	Doctor	Gonzalo	Pérez	de la Cruz
	Grado	Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno

Atentamente,
"Por mi raza hablará el espíritu"
Ciudad Universitaria, D. F., a 13 de junio de 20 24

Miguel Ángel Liera Montaña	Verónica Esther Arriola Ríos
Nombre y firma del estudiante	Nombre y firma del tutor

Estimado tutor: al firmar éste documento usted acepta que el trabajo escrito del estudiante, ha concluido satisfactoriamente



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
SECRETARIA GENERAL
DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION ESCOLAR
CONSTANCIA DE HISTORIA ACADEMICA



NUMERO DE CUENTA: 317257421 NOMBRE: LIERA MONTAÑO MIGUEL ANGEL

PLANTEL: 0003 FACULTAD DE CIENCIAS

AÑO DE INGRESO: 2020

CARRERA: 104 PLAN DE ESTUDIOS: 1556 - LIC EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION (ESCOLARIZADO)

AVANCE DE CREDITOS	ASIGNATURAS	PROMEDIO	SELLO DEL PLANTEL	SERVICIOS ESCOLARES DEL PLANTEL
OBLIGATORIOS: 316 de 316 100.00% OPTATIVOS: 66 de 60 110.00% TOTALES: 382 de 376 101.59%	APROBADAS: 41 NO APROBADAS: 0 TOTAL: 41	9.09	 DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DIRECCIÓN DE CERTIFICACIÓN Y CONTROL DOCUMENTAL	 MAURICIO AGUILAR GONZALEZ

CLAVE PLANTEL	CLAVE ASIGNATURA	CREDITOS	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CALIFICACION	TIPO DE EXAMEN	PERIODO	FOLIO ACTA	GRUPO	NUMERO ORD. EXT.
PRIMER SEMESTRE									
0003	0007	10	OBL ALGEBRA SUPERIOR I	8	ORD	2020-1	3462049	4004	1
0003	1123	10	OBL ESTRUCTURAS DISCRETAS	9	ORD	2020-1	3463419	7012	1
0003	1124	04	OBL INGLES I	9	ORD	2020-1	3463511	7107	1
0003	1125	12	OBL INTRODUC.A CIENCIAS DE LA COMPUT.	8	ORD	2020-1	3463437	7028	1
0003	1126	12	OBL MATEMATICAS PARA CIENC.APLICAD. I	8	ORD	2020-1	3461737	1019	1
SEGUNDO SEMESTRE									
0003	0008	10	OBL ALGEBRA SUPERIOR II	10	ORD	2020-2	3614345	4051	1
0003	0422	10	OBL GRAFICAS Y JUEGOS	10	ORD	2020-2	3614652	4234	1
0003	1222	12	OBL ESTRUCTURAS DE DATOS	9	ORD	2020-2	3615445	7022	1
0003	1223	04	OBL INGLES II	9	ORD	2020-2	3615502	7096	1
0003	1226	12	OBL MATEMATICAS PARA CIENC.APLICAD. II	9	ORD	2020-2	3613984	1024	1
TERCER SEMESTRE									
0003	0005	10	OBL ALGEBRA LINEAL I	10	ORD	2021-1	3732383	4116	1
0003	0625	10	OBL PROBABILIDAD I	9	ORD	2021-1	3734117	9030	1
0003	1322	04	OBL INGLES III	8	ORD	2020-2	3649052	7123	1
0003	1323	10	OBL MODELADO Y PROGRAMACION	10	ORD	2020-2	3649043	7116	1
0003	1326	12	OBL MATEMATICAS PARA CIENC. APLICAD. III	9	ORD	2021-1	3731915	1133	1
CUARTO SEMESTRE									
0003	1425	10	OBL AUTOMATAS Y LENGUAJES FORMALES	9	ORD	2022-1	4050322	7049	1
0003	1426	04	OBL INGLES IV	8	ORD	2021-1	3733608	7111	1
0003	1427	10	OBL LOGICA COMPUTACIONAL	9	ORD	2021-1	3733549	7046	1
0003	1428	10	OBL ORGANIZ.Y ARQUITEC.DE COMPUTADORAS	10	ORD	2021-2	3926864	7045	1
0003	1429	12	OBL MATEMATICAS PARA CIENC.APLICAD. IV	9	ORD	2021-2	8207410	1034	1
QUINTO SEMESTRE									
0003	1532	10	OBL ANALISIS DE ALGORITMOS	10	ORD	2022-1	4050333	7065	1
0003	1533	10	OBL COMPUTACION DISTRIBUIDA	10	ORD	2022-1	4050343	7072	1
0003	1534	10	OBL FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	9	ORD	2022-1	4050349	7078	1
0003	1535	04	OBL INGLES V	10	ORD	2021-2	3926911	7102	1
0003	1536	10	OBL LENGUAJES DE PROGRAMACION	10	ORD	2021-2	8208103	7056	1
SEXTO SEMESTRE									
0003	0575	10	OBL INGENIERIA DE SOFTWARE	9	ORD	2022-2	4198133	7008	1
0003	0608	10	OBL INTELIGENCIA ARTIFICIAL	10	ORD	2022-2	4198124	7001	1
0003	0713	10	OBL SISTEMAS OPERATIVOS	9	ORD	2022-2	4198126	7003	1
SEPTIMO SEMESTRE									
0003	0269	10	OBL COMPLEJIDAD COMPUTACIONAL	10	ORD	2023-1	4279426	7010	1
0003	0714	10	OBL REDES DE COMPUTADORAS	7	ORD	2023-1	4279420	7006	1
0003	0817	10	OBL COMPILADORES	7	ORD	2023-2	4440387	7011	2
OCTAVO SEMESTRE									
0003	1827	10	OBL COMPUTACION CONCURRENT	8	ORD	2023-2	4440485	7101	1

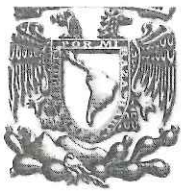
FECHA DE IMPRESION: 02/02/2024 16:57

PAGINA 1 DE 2

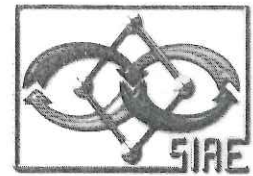


Esta constancia sólo es válida si se encuentra sellada y firmada por el responsable de servicios escolares de su plantel.
No es válida si se encuentra en mal estado, con tachaduras o enmendaduras.
Esta constancia consigna las calificaciones que hasta la fecha han sido registradas.
El cumplimiento parcial o total del plan de estudios y el promedio serán acreditados **solamente** por un certificado.
No acepte fotocopias de este documento.

LIC. DIANA GONZALEZ NIETO
DIRECTORA DE CERTIFICACION Y CONTROL DOCUMENTAL
DE LA DGAE



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
SECRETARIA GENERAL
DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION ESCOLAR
CONSTANCIA DE HISTORIA ACADEMICA



NUMERO DE CUENTA: 317257421 NOMBRE: LIERA MONTAÑO MIGUEL ANGEL

PLANTEL: 0003 FACULTAD DE CIENCIAS

AÑO DE INGRESO: 2020

CARRERA: 104 PLAN DE ESTUDIOS: 1556 - LIC EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION (ESCOLARIZADO)

AVANCE DE CREDITOS

OBLIGATORIOS: 316 de 316 100.00%
OPTATIVOS: 66 de 60 110.00%
TOTALES: 382 de 376 101.59%

ASIGNATURAS

APROBADAS: 41
NO APROBADAS: 0
TOTAL: 41

PROMEDIO

9.09

SELLO DEL PLANTEL



DIRECCIÓN GENERAL DE
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DIRECCIÓN DE CERTIFICACIÓN
Y CONTROL DOCUMENTAL

SERVICIOS ESCOLARES DEL PLANTEL

Mauricio Aguilar Gonzalez

MAURICIO AGUILAR GONZALEZ

CLAVE PLANTEL	CLAVE ASIGNATURA	CREDITOS	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CALIFICACION	TIPO DE EXAMEN	PERIODO	FOLIO ACTA	GRUPO	NUMERO ORD. EXT.
0003	1828	10 OBL	CRIOPTOGRAFIA Y SEGURIDAD	8	ORD	2023-2	4440487	7103	1
0003	1829	04 OBL	INGLES VI	9	ORD	2022-1	4050399	7127	1
OPTATIVAS									
0003	0657	10 OPT	ALGORITMOS PARALELOS	10	ORD	2023-2	4440492	7106	1
0003	0658	10 OPT	ALACENES Y MINERIA DE DATOS	10	ORD	2022-2	4198218	7094	1
0003	0667	10 OPT	GENOMICA COMPUTACIONAL	10	ORD	2023-1	4279525	7096	1
0003	0781	10 OPT	REDES NEURONALES	9	ORD	2022-2	4198232	7111	1
0003	0783	10 OPT	SEM.D CIENCIAS DE LA COMPUTACION A	9	ORD	2023-2	4440512	7125	1
0003	0784	10 OPT	SEM.D CIENCIAS DE LA COMPUTACION B	9	ORD	2023-1	4279538	7109	1
0003	2083	06 OPT	TEMAS SELECTOS DE OPTICA III	10	ORD	2020-2	3615819	8329	1

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMON. ESCOLAR									
FACULTAD DE CIENCIAS									



FECHA DE IMPRESION: 02/02/2024 16:57

PAGINA 2 DE 2



Esta constancia sólo es válida si se encuentra sellada y firmada por el responsable de servicios escolares de su plantel.
No es válida si se encuentra en mal estado, con tachaduras o enmendaduras.
Esta constancia consigna las calificaciones que hasta la fecha han sido registradas.
El cumplimiento parcial o total del plan de estudios y el promedio serán acreditados **solamente** por un certificado.
No acepte fotocopias de este documento.

Lic. Diana Gonzalez Nieto

LIC. DIANA GONZALEZ NIETO
DIRECTORA DE CERTIFICACION Y CONTROL DOCUMENTAL
DE LA DGAE



**FACULTAD DE CIENCIAS
SECRETARÍA DE ASUNTOS ESTUDIANTILES**

Constancia de conclusión de Servicio Social

A quien corresponda:

La Secretaría de Asuntos Estudiantiles de la Facultad de Ciencias hace constar que

LIERA MONTAÑO MIGUEL ANGEL

No. de cuenta UNAM: 317257421

Carrera: Ciencias de la Computación

ha concluido su Servicio Social en el Programa cuyos datos se indican a continuación:

Programa: PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL PARA EL APOYO EN LA COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DEL SAR

Clave: 2022-167/2-3177

Institución: COMISION NACIONAL DEL SISTEMA DE AHORRO PARA EL RETIRO

Dependencia: DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Fecha de inicio: 2022-08-15

Fecha de término: 2023-02-15

La presente se extiende con la finalidad de que LIERA MONTAÑO MIGUEL ANGEL pueda realizar los trámites para su titulación.

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 07 de marzo de 2023

La Secretaria de Asuntos Estudiantiles



Dra. Gabriela Murguía Romero

SECRETARÍA DE ASUNTOS
ESTUDIANTILES



Uniyersdad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Temario y Bibliografía final



- **Alumno:** Miguel Ángel Liera Montaña
- **Asesora:** Dra. Verónica Esther Arriola Ríos
Profesora Asociada C de TC.
Depto. de Matemáticas, Cub 119.
Facultad de Ciencias, UNAM.

Temario

1. **Introducción**
2. **Descomposición de señales**
 - 2.1 Transformada de Fourier (FT)
 - 2.2 Transformada de Ondículas (WT)
3. **Redes Neuronales para análisis de series de tiempo**
 - 3.1 Entrenamiento de una Red Neuronal
 - 3.1 Algoritmos de Optimización
 - 3.2 Redes Neuronales Auto-regresivas
 - 3.3 Redes Neuronales LSTM
 - 3.1 Entrenamiento de una red LSTM
 - 3.4 Redes Neuronales GRU
 - 3.1 Entrenamiento de una red GRU
4. **Construcción del modelo**
 - 4.1 Descomposición de datos por DWT
 - 4.2 Modelo NARNN
 - 4.3 Modelo LSTMnn
 - 4.4 Modelo GRUnn
5. **Proceso de entrenamiento**
 - 5.1 Entrenamiento por reforzamiento del profesor
 - 5.1 NARNN
 - 5.2 DWT-NARNN
 - 5.3 LSTMnn
 - 5.4 DWT-LSTMnn
 - 5.5 GRUnn
 - 5.6 DWT-GRUnn
 - 5.2 Entrenamiento Auto-predictivo
 - 5.1 NARNN
 - 5.2 DWT-NARNN
 - 5.3 LSTMnn
 - 5.4 DWT-LSTMnn
 - 5.5 GRUnn
 - 5.6 DWT-GRUnn

6. Evaluación de desempeño

6.1 Predicción Estandar

6.2 Predicción Auto-regresiva

6.3 Predicción Auto-predictiva con Corrección

7. Conclusiones

Referencias

- Adusumilli, R. (2019). Machine Learning to Predict Stock Prices. *Towards Data Science*. <https://towardsdatascience.com/predicting-stock-prices-using-a-keras-lstm-model-4225457f0233>
- Ahmadizadeh, M. (2014). An Introduction to Short-Time Fourier Transform (STFT) [Sharif University of Technology]. <https://sharif.edu/~ahmadizadeh/courses/advstdyn/Short-Time%20Fourier%20Transform.pdf>
- Cho, K., van Merriënboer, B., Gulcehre, C., Bahdanau, D., Fethi Bougares, H. S., & Bengio, Y. (2014). Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation. *Association for Computational Linguistics*.
- Colah, C. (2015). Understanding LSTM Networks. https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/?source=post_page-----b3996e6a0296-----
- Daubechies, I. (s.f.). 1. The What, Why, and How of Wavelets. En *Ten Lectures on Wavelets* (pp. 1-16). <https://doi.org/10.1137/1.9781611970104.ch1>
- Fathi, A. Y., El-Khodary, I. A., & Saafan, M. (2023). A Hybrid Model Combining Discrete Wavelet Transform and Nonlinear Autoregressive Neural Network for Stock Price Prediction: An Application in the Egyptian Exchange. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 37(1), 15-21. <https://doi.org/10.18280/ria.370103>
- Fichou, D. (2023). GRU units. https://cran.r-project.org/web/packages/rnn/vignettes/GRU_units.html
- Graps, A. (1995). An introduction to wavelets. *IEEE Computational Science and Engineering*, 2(2), 50-61. <https://doi.org/10.1109/99.388960>
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735-1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2017). Adam: A Method for Stochastic Optimization.
- Kostadinov, S. (2019). Understanding Backpropagation Algorithm. <https://towardsdatascience.com/understanding-backpropagation-algorithm-7bb3aa2f95fd>
- Lee, G. R., Gommers, R., Waselewski, F., KaiWohlfahrt & O'Leary, A. (2019). PyWavelets: A Python package for wavelet analysis. *Journal of Open Source Software*, 4(36), 1237. <https://doi.org/10.21105/joss.01237>
- Mallat, S. G. (1989). A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 11(7), 674-693. <https://doi.org/10.1109/34.192463>
- Mallya, A. (s.f.). LSTM Forward and Backward Pass. https://arunmallya.github.io/writeups/nn/lstm/index.html#
- Mihir. (2019). Forward and Backpropagation in GRUs — Derived | Deep Learning. <https://medium.com/@mihirkhandekar/forward-and-backpropagation-in-grus-derived-deep-learning-5764f374f3f5>
- Polikar, R. (1999). The Wavelet Tutorial. Part IV. Multiresolution Analysis: The Discrete Wavelet Transform. <https://web.archive.org/web/20180430090402/http://users.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTtutorial.html>
- Rahuljha. (2020). LSTM Gradients: Detailed mathematical derivation of gradients for LSTM cells. <https://towardsdatascience.com/lstm-gradients-b3996e6a0296>
- Srivatsava, P. (2023). LSTM vs GRU. *Towards Data Science*. <https://medium.com/@prudhviraaju.srivatsavaya/lstm-vs-gru-c1209b8ecb5a>
- Tejeda, C. (2020, septiembre). Existen oportunidades en Bolsa, dice Actinver. <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Existen-oportunidades-en-Bolsa-dice-Activer-20200924-0115.html>

Miguel Ángel Liera Montaña
miguelliera@ciencias.unam.mx
5513968312

Dra. Verónica Esther Arriola Ríos
v.arriola@ciencias.unam.mx
56225426 #25426