

Predicția Seriilor Temporale Financiare cu ajutorul Rețelelor Neurale de tip Spiking

Roxana-Maria Iliese

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației

Iulie 2020

Coordonatori științifici:
Prof. Dr. Ing. Corneliu Burileanu
As. Univ. Drd. Ing. Ana-Antonia Neacșu

Schedule

1 Scop

2 Aspecte teoretice

- Metode Stochastice
- Rețele Neurale Recurente
- Rețele Neurale de tip Spiking

3 Rezultate experimentale

- Baze de date
- Algoritm ARMA
- Predicții ARMA – Curs Valutar
- Predicții ARMA – Prețul Petrolului
- Rețele Neurale – Arhitecturi Propuse
- Predicții – Rețele Neurale

4 Concluzii

Scop

Scop si Obiective

Putem prezice imprevizibilul?

Obiectivul principal – analiza performanțelor algoritmilor stochastici si a rețelilor neurale artificiale în contextul predicției evoluției seriilor temporale financiare.



Figura: Prima pagină a ziarelor din 1929 – Criza financiară

Aspecte teoretice

Metode Stochastice

Proprietăți Statistice

- Autocorelație
- Sezonalitate
- Staționaritate

Modele Stochastice

- Procese AR
- Procese MA
- Procese ARMA
- Procese ARIMA

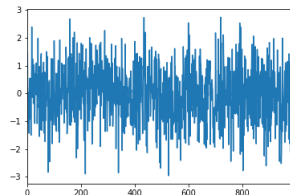


Figura: Proces Staționar

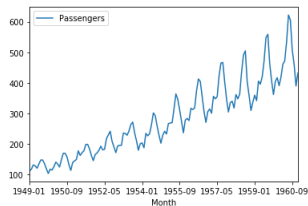


Figura: Proces Non-Staționar

Rețele Neurale Recurente

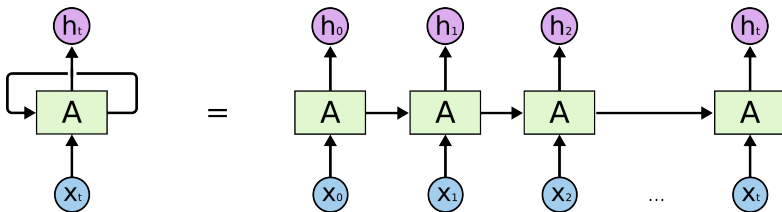


Figura: Rețea Neurală Recurentă – Forma desfășurată

Long Short-Term Memory

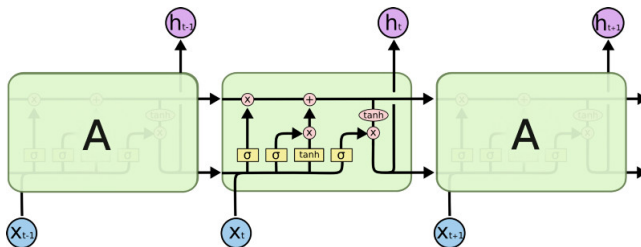


Figura: Celulă LSTM

Rețele Neurale de tip Spiking

Ecuția neuronului Leaky Integrate-and-Fire

$$u(t) = R I_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t - t^{(1)}}{\tau_m}\right) \right]$$

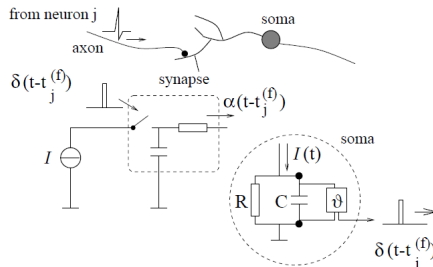


Figura: Neuron Leaky Integrate-and-Fire

Rețele Neurale de Tip Spiking

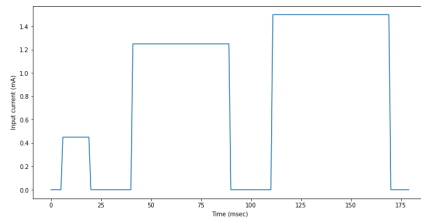


Figura: Curent de intrare – Constant

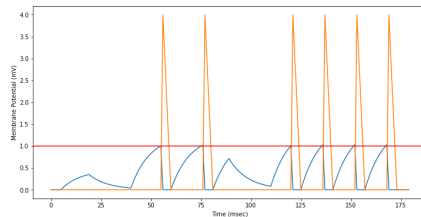


Figura: Răspunsul neuronului LIF

Rezultate experimentale

Baze de date analizate

Prețul Petrolului Brut

- Influențat de: cerere, ofertă, starea economiei
- Perioada analizată: 18 Iunie 2018 - 17 Iunie 2020
- 609 eșantioane, colectate zilnic
- Informații: Prețul la începutul/sfârșitul zilei, prețul minim/maxim dintr-o anumită zi, volumul

Schimb Valutar EUR/RON

- Influențat de: rata inflației, performanța și stabilitatea politică a țării
- Perioada analizată: 4 Ianuarie 2010 - 3 Iunie 2020
- 2629 eșantioane, colectate zilnic
- Informații: Rata de schimb Euro - RON

Baze de date analizate

Prețul Petrolului Brut

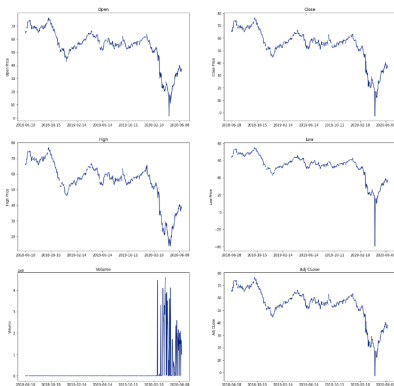


Figura: Baza de date – Pretul Petrolului

Schimb Valutar EUR/RON

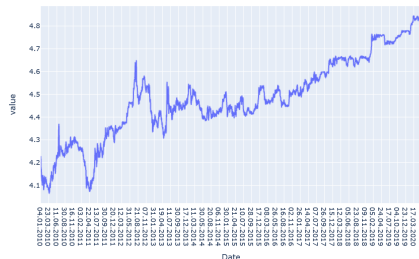


Figura: Baza de date – Schimb valutar EUR/RON

Algoritm ARMA

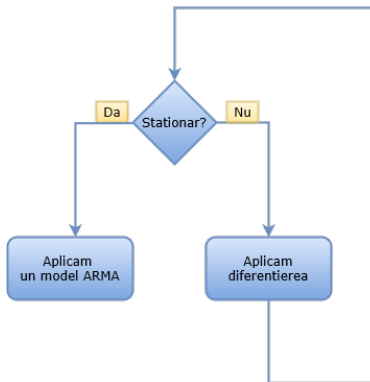


Figura: Diagramă logică – Algoritm ARMA

Testul Dickey-Fuller – Rezultate	
Parametru	Valoare
ADF Statistic	-1.208443
p-value	0.669953

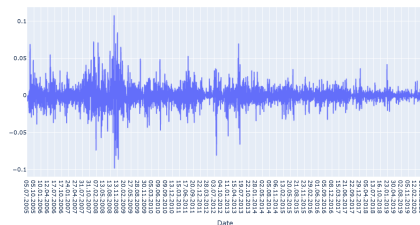


Figura: Reziuuri – Schimb Valutar

Predicții ARMA – Curs Valutar

Rezultate Model AR

Model	RMSE
AR(1)	48.52×10^{-4}
AR(2)	48.56×10^{-4}
AR(3)	48.67×10^{-4}

Rezultate Model MA

Model	RMSE
MA(1)	48.52×10^{-4}
MA(2)	48.55×10^{-4}
MA(3)	48.66×10^{-4}

Rezultate Model ARMA

Model	RMSE
ARMA(1,1)	48.60×10^{-4}
ARMA(1,2)	48.53×10^{-4}
ARMA(2,1)	48.69×10^{-4}
ARMA(2,2)	49.05×10^{-4}

Valori Reale vs. Prezise – Model MA(1)

Data	Eroarea relativă absolută
27.04.2018	0.03%
30.04.2018	0.26%
02.05.2018	0.08%
03.05.2018	0.09%
04.05.2018	0.03%

Predicții ARMA – Prețul Petrolului

Rezultate Model AR

Model	RMSE
AR(1)	3.405
AR(2)	3.448
AR(3)	3.453

Rezultate Model MA

Model	RMSE
MA(1)	3.424
MA(2)	3.453
MA(3)	3.444

Rezultate Model ARMA

Model	RMSE
ARMA(1,1)	3.447
ARMA(1,2)	3.477
ARMA(2,1)	3.438
ARMA(2,2)	3.471

Valori Reale vs. Prezise – Model AR(1)

Data	Eroarea relativă absolută
14.02.2020	1.3%
16.02.2020	0.38%
18.02.2020	0.16%
19.02.2020	2.37%
20.02.2020	1.09%

Rețele Neurale – Arhitecturi Propuse

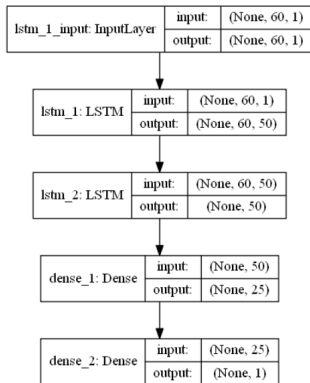


Figura: Arhitectura 1

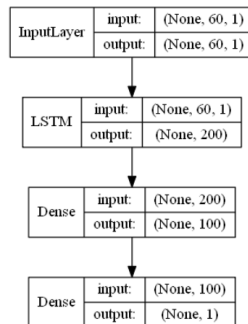


Figura: Arhitectura 2

Predictii Rețele Neurale – Schimb Valutar

Arhitectura 1

Batch Size 1	
Epoci	RMSE
1	162×10^{-4}
2	58×10^{-4}
3	174×10^{-4}
4	61×10^{-4}
5	79×10^{-4}
25	92×10^{-4}

Arhitectura 2

Batch Size 1	
Epoci	RMSE
1	52×10^{-4}
2	51×10^{-4}
3	63×10^{-4}
4	59×10^{-4}
5	52×10^{-4}
25	60×10^{-4}

25 Epoci

Batch Size	RMSE
10	66×10^{-4}
20	52×10^{-4}
30	100×10^{-4}

25 epoci

Batch Size	RMSE
10	50×10^{-4}
20	61×10^{-4}
30	57×10^{-4}

Predicții Rețele Neurale – Schimb Valutar

Arhitectura 1

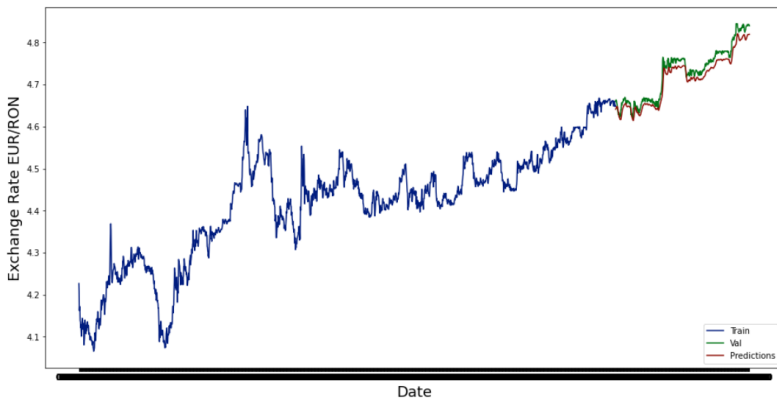


Figura: Arhitectura 1 – Predicții

Predicții Rețele Neurale – Schimb Valutar

Arhitectura 2

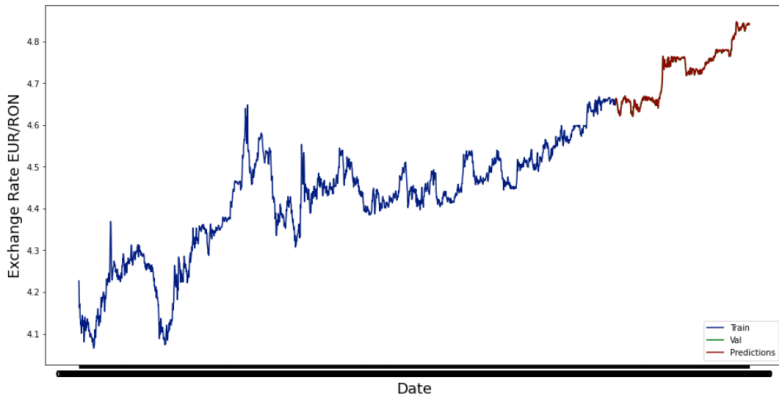


Figura: Arhitectura 2 – Predicții

Predicții Rețele Neurale – Prețul Petrolului

Arhitectura 1

Batch Size 1		
Epoci		RMSE
1		5.984
2		6.354
3		5.991
4		5.206
5		6.094
25		5.636

Arhitectura 2

Batch Size 1		
Epoci		RMSE
1		3.975
2		3.654
3		5.127
4		4.483
5		3.547
25		3.587

25 Epoci

25 Epoci		
Batch Size		RMSE
10		6.573
20		6.837
30		5.856

25 epoci

25 epoci		
Batch Size		RMSE
10		4.319
20		4.116
30		4.165

Predicții Rețele Neurale - Prețul Petrolului

Arhitectura 1

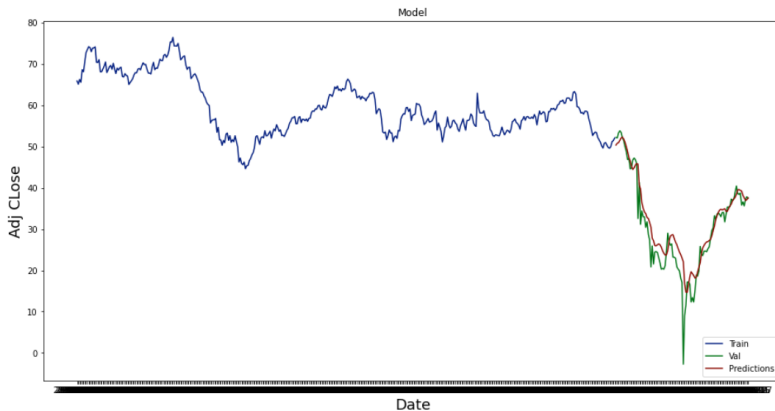


Figura: Arhitectura 1

Predicții Rețele Neurale - Prețul Petrolului

Arhitectura 2

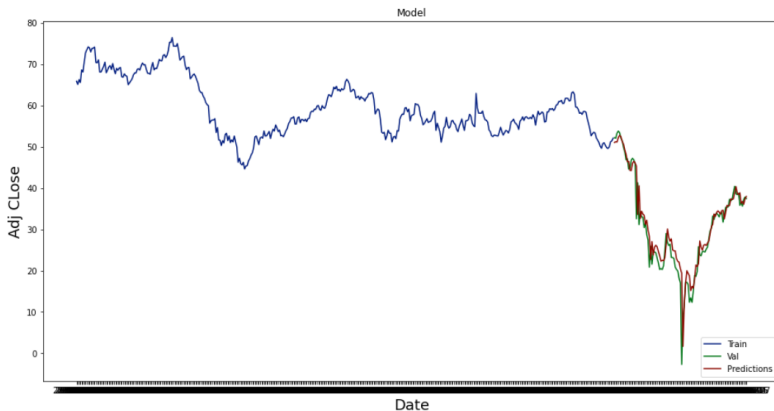


Figura: Arhitectura 2

Concluzii

Concluzii

Concluzii Generale

- Acuratețe: ARMA > Rețele Neurale
- Timp de execuție: Rețele Neurale > ARMA
- Dezvoltări ulterioare : Rețele Neurale > ARMA
- Arhitectura 2 > Arhitectura 1

Contribuții Personale

- Simularea neuronilor spiking
- Scrierea codului pentru predicție
- Dezvoltarea arhitecturii 2

Dezvoltări Ulterioare

- Antrenarea rețelelor neurale de tip spiking

Referințe



Fares Sayah

Stock Market Analysis + Prediction using LSTM

Available from: <https://www.kaggle.com/faressayah/stock-market-analysis-prediction-using-lstm>



W. Gerstner, W. M. Kistler

Spiking Neuron Models: Single Neurons, Populations, Plasticity

Cambridge University Press, 2002



Cohen, Ed and Walden, Andrew

Lecture Notes for Course MATH96053 Time Series Analysis

Department of Mathematics, Imperial College London, 2019



Shay Palachy

Stationarity in time series analysis

Available from: <https://towardsdatascience.com/stationarity-in-time-series-analysis-90c94f27322>

Vă mulțumesc pentru atenție!
