



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU



FAKULTET
ELEKTROTEHNIKE
I RAČUNARSTVA

Završni rad br. 5944

Tehnička analiza financijskih podataka s ciljem predviđanja budućih vrijednosti

Filip Pažanin

Mentor: **Alan Jović**

Zagreb, 2.7.2019.

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela i
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Sadržaj

- Uvod
- Podaci
- Modeli
- Procjena točnosti modela
- Implementacija modela i
normalizacija podataka
- Rezultati
- Zaključak

Uvod

- Burza
- Tehnička analiza
- Fundamentalna analiza
- Psihologija investitora

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela i
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 1: Broj algoritamskih transakcija kroz povijest

Podaci

S&P 500 (^GSPC)

SNP - SNP Real Time Price. Currency in USD

☆ Add to watchlist

2,752.06 -36.80 (-1.32%)

As of May 31 5:11PM EDT. Market open.

Summary Chart Conversations **Historical Data** Options Components

Time Period: Jun 01, 2018 - Jun 01, 2019

Show: Historical Prices

Frequency: Daily

Apply

Currency in USD

Download Data

Date	Open	High	Low	Close*	Adj Close**	Volume
May 31, 2019	2,766.15	2,768.98	2,750.52	2,752.06	2,752.06	2,206,214,289
May 30, 2019	2,786.94	2,799.00	2,776.74	2,788.86	2,788.86	3,273,790,000
May 29, 2019	2,790.25	2,792.03	2,766.06	2,783.02	2,783.02	3,700,050,000
May 28, 2019	2,830.03	2,840.51	2,801.58	2,802.39	2,802.39	4,121,410,000
May 24, 2019	2,832.41	2,841.36	2,820.19	2,826.06	2,826.06	2,887,390,000
May 23, 2019	2,836.70	2,836.70	2,805.49	2,822.24	2,822.24	3,891,980,000
May 22, 2019	2,856.06	2,865.47	2,851.11	2,856.27	2,856.27	3,192,510,000
May 21, 2019	2,854.02	2,868.88	2,854.02	2,864.36	2,864.36	3,218,700,000

Slika 2: Podaci dostupni na web stranici yahoo finance

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Modeli

- Model ARIMA
- Duboke neuronske mreže LSTM
- Q-učenje

Procjena točnosti modela

- *Root Mean Squared Error*

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (z_{fi} - z_{\delta i})^2}{N}}$$

- *Mean Absolute Percent Error*

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

- *Mean Absolute Scale Error*

$$MASE = \frac{\sum_{t=1}^T (e_t)}{\frac{T}{T-1} \sum_{t=2}^T (Y_t - Y_{t-1})}$$

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

**Procjena
točnosti
modela**

Implementacija
modela i
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Implementacija modela I normalizacija podataka

Model ARIMA

```
while (t < 100):  
  
    model = ARIMA(history, order=(2, 1, 0))  
    model_fit = model.fit(dispatch=-1)  
  
    output = model_fit.forecast(steps=20)  
  
    pred_value = output[0]  
    pred_value = dragon.exp(pred_value)  
  
    for i in range(20):  
  
        original_value = test_arima[t + i]  
        history.append(test_arima[t + i])  
  
        original_value = dragon.exp(original_value)  
  
        predictions.append(float(pred_value[i]))  
        originals.append(float(original_value))  
  
    t = t + 20
```

Slika 3: Implementacija modela ARIMA

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

**Implementacija
modela I
normalizacija
podataka**

Rezultati

Zaključak

Implementacija modela I normalizacija podataka

Model LSTM

$$\text{Normalizacija: } n_i = \left(\frac{p_i}{p_0} \right) - 1$$

```
def predict_sequences_multiple(self, data, window_size, prediction_len):
    #Predict sequence of 20 steps before shifting prediction run forward by 20 steps
    print('[Model] Predicting Sequences Multiple...')
    prediction_seqs = []
    for i in range(int(len(data)/prediction_len)):
        curr_frame = data[i*prediction_len]
        predicted = []
        for j in range(prediction_len):
            predicted.append(self.model.predict(curr_frame[newaxis,:,:])[0,0])
            curr_frame = curr_frame[1:]
            curr_frame = np.insert(curr_frame, [window_size-2], predicted[-1], axis=0)
        prediction_seqs.append(predicted)
    return prediction_seqs
```

Slika 4: Uzastopno predviđanje slijeda od 20 koraka korištenjem istreniranog modela LSTM

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

**Implementacija
modela I
normalizacija
podataka**

Rezultati

Zaključak

Rezultati

Modeli ARIMA I LSTM

- 100 dana testiranja (5x20)
- 10 godina podataka za treniranje
- 5 dionica : BAC, F, MSFT, GOOG, ^GSPC

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Rezultati

- Najbolja predikcija modela ARIMA

MAPE: 1.84% RMSE: 2.38% MASE: 0.61%

Sadržaj

Uvod

Podaci

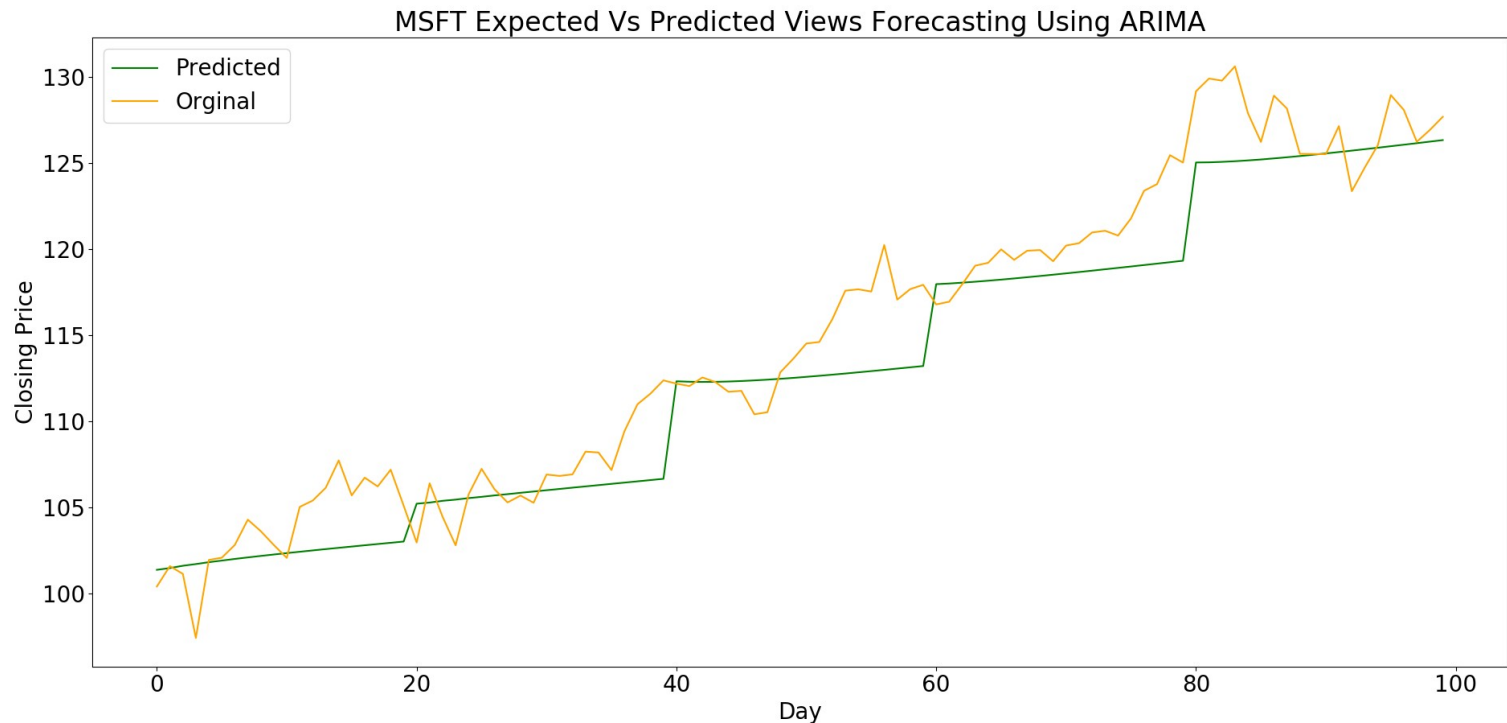
Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 7: Prikaz stvarnih cijena Microsofta I predviđanja temeljenih na modelu ARIMA

Rezultati

- Najbolja predikcija modela LSTM

MAPE: 2.54%

RMSE: 3.24%

MASE: 0.87%

Sadržaj

Uvod

Podaci

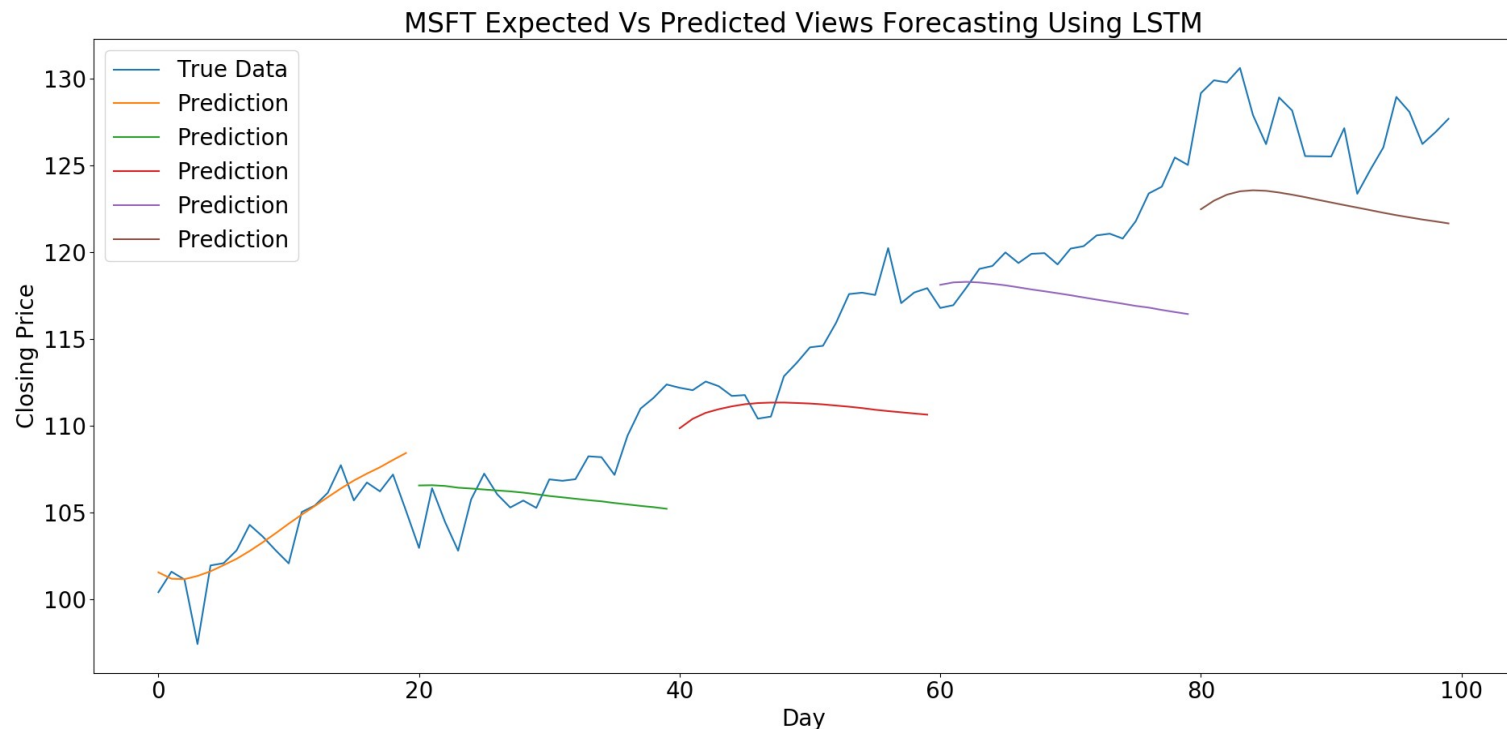
Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 8: Prikaz stvarnih cijena Microsofta I predviđanja temeljenih na modelu LSTM

Rezultati

- Najgora predikcija modela ARIMA

MAPE: 5.23%

RMSE: 6.26%

MASE: 0.96%

Sadržaj

Uvod

Podaci

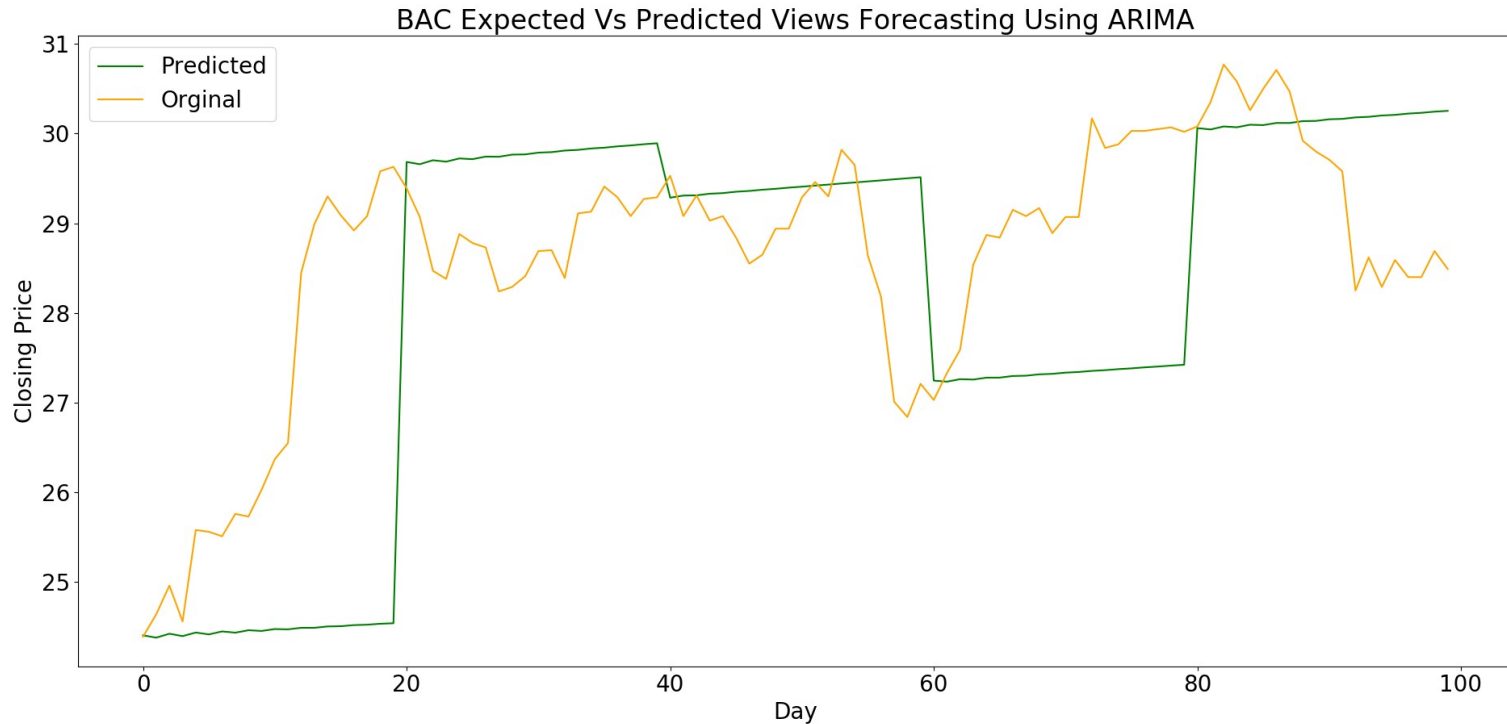
Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 9: Prikaz stvarnih cijena Bank of America I predviđanja temeljenih na modelu ARIMA

Rezultati

- Najgora predikcija modela LSTM

MAPE: 5.23%

RMSE: 6.26%

MASE: 0.96%

Sadržaj

Uvod

Podaci

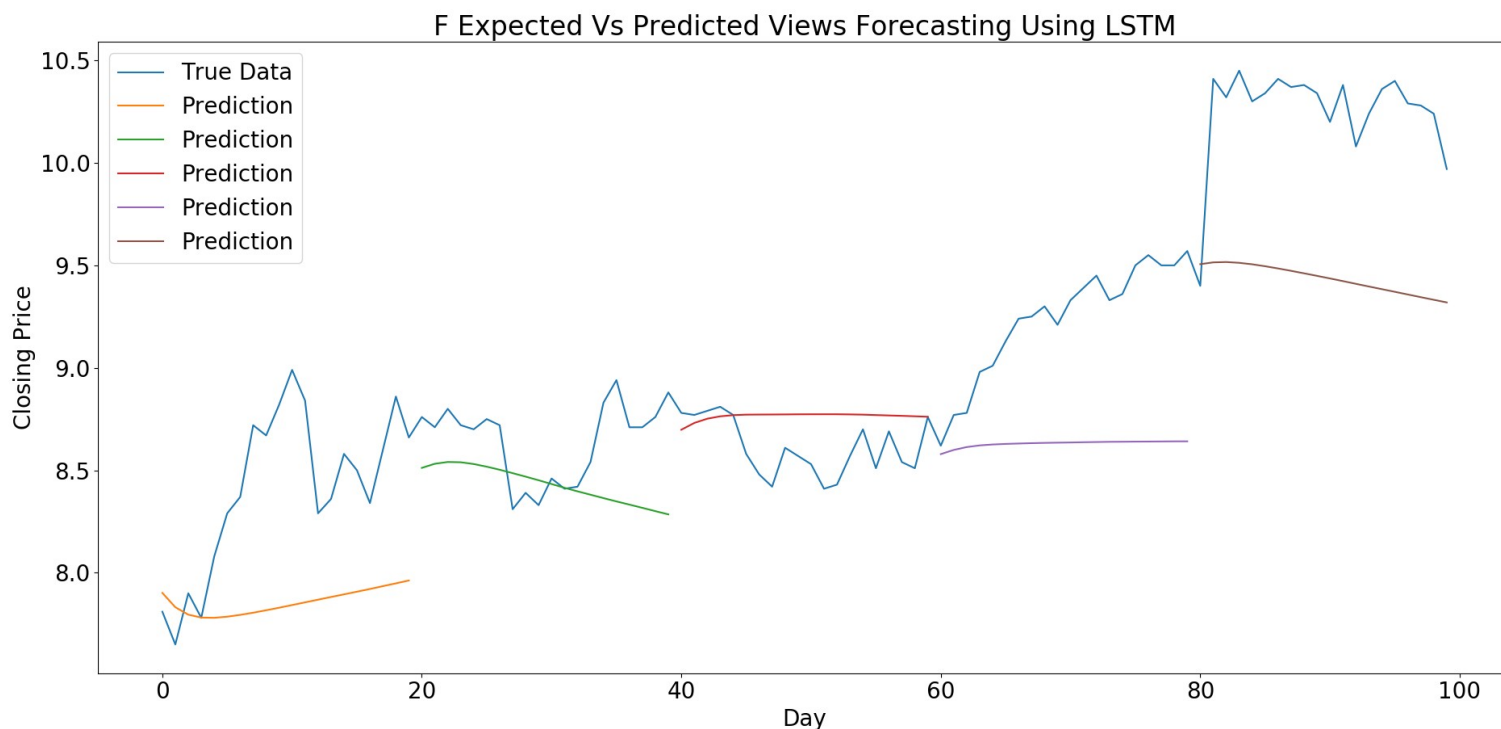
Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 10: Prikaz stvarnih cijena Forda I predviđanja temeljenih na modelu LSTM

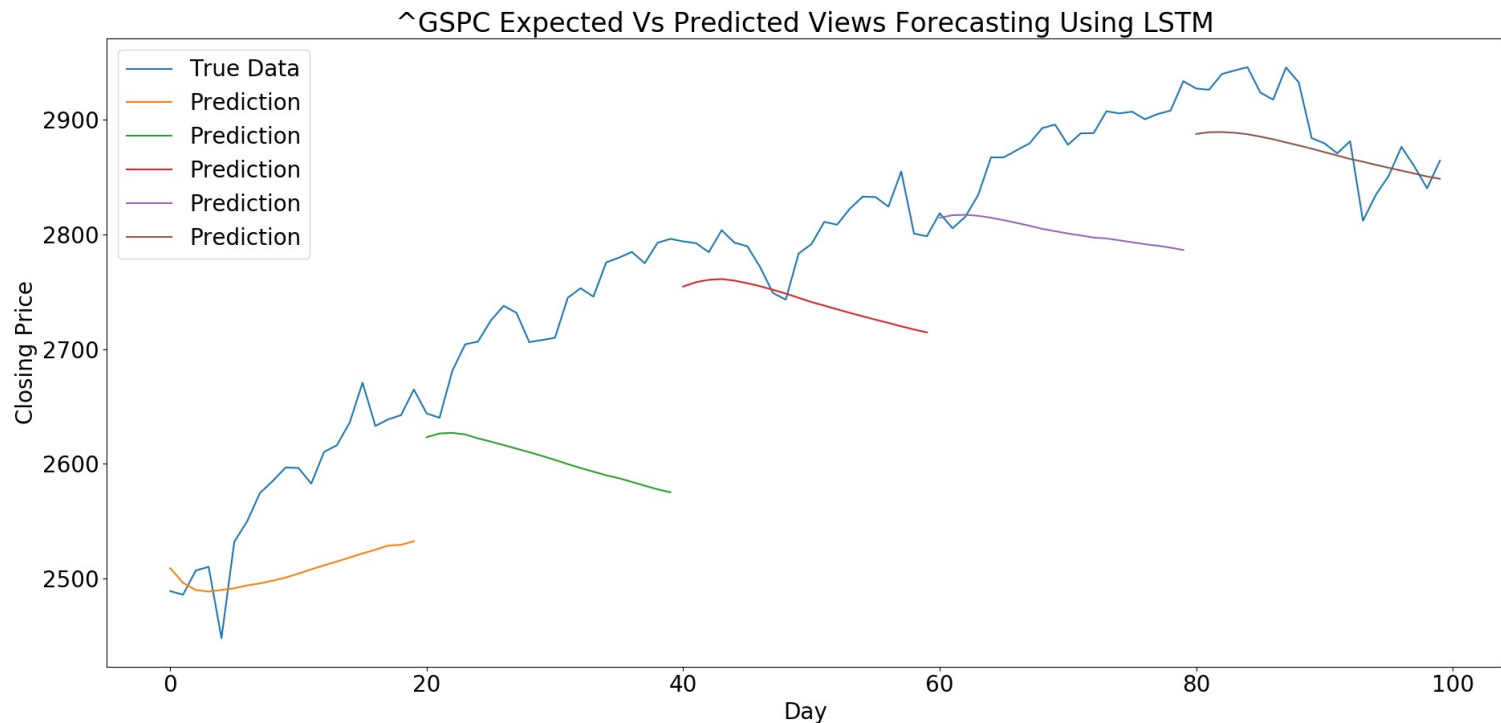
Rezultati

- Primjer pogreške $MASE > 1$

MAPE: 2.69%

RMSE: 3.31%

MASE: 1.16%



Slika 11: Prikaz stvarnih cijena ^GSPC I predviđanja temeljenih na modelu LSTM

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Rezultati

Potporno učenje

- 20 000 \$ početnog kapitala
- 14 godina podataka za treniranje
- 2 000 dana testiranja
- Tri dionice : IBM, Microsoft, Qualcomm

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

Rezultati

Sadržaj

Uvod

Podaci

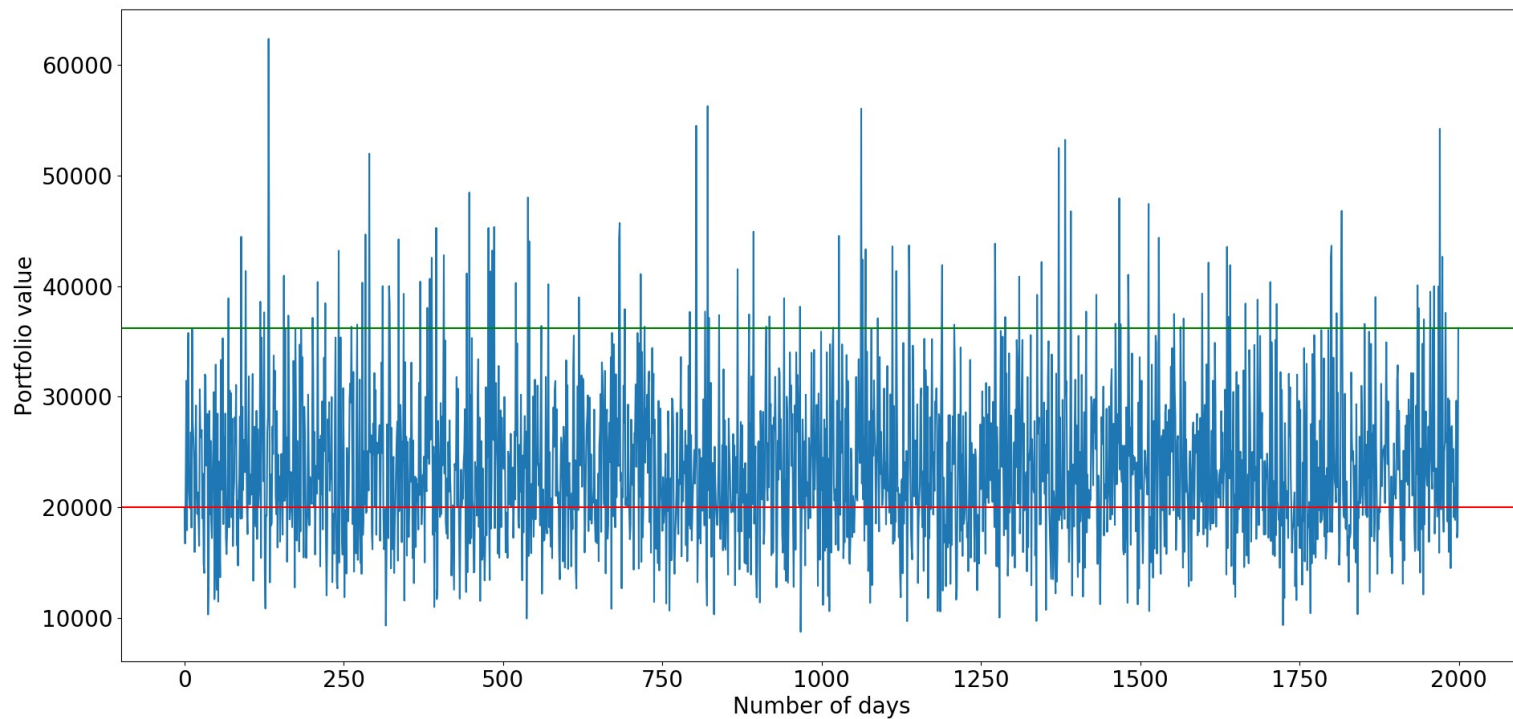
Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak



Slika 12: Vrijednost računa agenta Q-učenja

Zaključak

Sadržaj

Uvod

Podaci

Modeli

Procjena točnosti
modela

Implementacija
modela I
normalizacija
podataka

Rezultati

Zaključak

