

Використання методів deep learning для прогнозування динаміки фондових індексів

Тараба Віктор

Науковий керівник: д.е.н., доц. Ставицький А. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

30 травня 2021 р.

План презентації

- 1 Опис дослідження та вхідних даних
- 2 Навчання моделей
- 3 Результати торгових стратегій, які базуються на прогнозах нейронних мереж
- 4 Q&A

- ▶ **Метою дослідження** є аналіз динаміки фондових індексів та аналіз прибутковості торгових стратегій, що базуються на прогнозах моделей штучних нейронних мереж.
- ▶ **Об'єктом дослідження** є фондові індекси 4 країн (США – S&P 500, КНР – SSE Composite Index, Південна Корея – Korea Composite Stock Price Index, Японія – Nikkei225).
- ▶ **Предметом дослідження** є методи прогнозування фондових індексів та їх практичне застосування.

- ▶ **Дані** (Open, High, Low, Close, Volume) з 2000 по 2021 рр. зі щоденною періодичністю; завантажено за допомогою бібліотеки ufinance (з Yahoo! Finance)
- ▶ На основі цих даних було розраховано такі показники:
 - Percent change 1
 - Percent change 5
 - Percent change 30
 - Percent change Open
 - Percent change High
 - Percent change Low
 - Percent change Volume
 - DI
 - ERI
 - SMA 1
 - EMA 1
 - LWMA 1
 - MAE 1
 - MAE 2
 - MAE 3
 - MAE 4
 - MAE 5
 - MAE 6
 - CCI 1
 - SO 1
 - CMO 1

$$v_{t+1} = \beta_1 v_t + (1 - \beta_1) \nabla J(W_t)$$

$$cache_{t+1} = \beta_2 cache_t + (1 - \beta_2) (\nabla J(W_t))^2$$

$$W_{t+1} = W_t - \frac{\eta}{\sqrt{cache_{t+1} + \varepsilon}} v_{t+1}$$

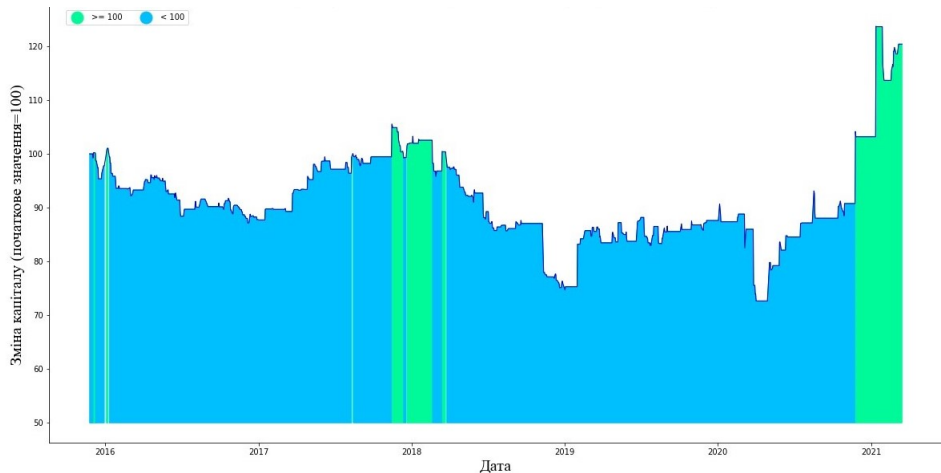
- ▶ Оптимізаційний алгоритм Adam є стандартним вибором для більшості нейронних мереж. Значення параметрів – за замовчуванням ($\eta=0.001$, $\beta_1=0.9$, $\beta_2=0.999$, $\varepsilon=1e-07$).

Навчання моделі

- ▶ Для роботи з нейронними мережами використано **бібліотеки** Python *tensorflow* (*keras*) та *sklearn*.
- ▶ **Гіперпараметри**, які використовувалися при підборі моделей:
 - *nodes_first* – к-ть нейронів в першому шарі; *nodes_first* $\in [4, 8, 16, 32]$;
 - *nodes_second* – к-ть нейронів в другому шарі; *nodes_second* $\in [4, 8, 16, 32]$;
 - *batch* – к-ть елементів з набору даних, на яких «навчається» модель кожної епохи; *batch* $\in [64, 128, 256, 1024]$
 - *dropout_include* – набуває значення 1, якщо при побудові моделі використовується dropout для регуляризації; 0 інакше;
 - *rate* – параметр для dropout, відповідає за ймовірність виключення нейронів з мережі; *rate* $\in [0.2, 0.3, 0.4, 0.5]$.
- ▶ Точка, в якій варто зупинити навчання моделі, аби уникнути перенавчання, визначалася автоматично за допомогою функції *tf.keras.callbacks.EarlyStopping*. Для вибору оптимальних моделей використовувалася метрика *binary accuracy*.

Результати торгових стратегій, які базуються на прогнозах НМ

Прибутковість стратегії 1 (індекс KOSPI)



Порівняння результатів торгових стратегій

Результати без врахування транзакційних витрат:

S&P 500			
Показник	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Загальний прибуток (%)	70.59	80.02	64.82
Buy-and-hold (%)	95.99	95.99	95.99
Максимальне значення капіталу	175.26	180.02	167.14
Мінімальне значення капіталу	93.01	89.90	90.91
Закрито позицій	202	130	142
Максимальний прибуток за одну операцію (%)	12.48	10.37	12.48
Мінімальний прибуток за одну операцію (%)	-15.96	-22.25	-17.84

Порівняння результатів торгових стратегій

Результати без врахування транзакційних витрат:

KOSPI			
Показник	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Загальний прибуток (%)	20.40	4.89	6.15
Buy-and-hold (%)	52.64	52.64	52.64
Максимальне значення капіталу	123.71	104.89	106.15
Мінімальне значення капіталу	72.66	66.90	54.77
Закрито позицій	320	369	352
Максимальний прибуток за одну операцію (%)	19.89	14.08	19.89
Мінімальний прибуток за одну операцію (%)	-12.13	-12.13	-24.16

Порівняння результатів торгових стратегій

Результати без врахування транзакційних витрат:

Nikkei225			
Показник	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Загальний прибуток (%)	29.09	73.42	40.31
Buy-and-hold (%)	85.05	85.05	85.05
Максимальне значення капіталу	160.73	175.50	140.54
Мінімальне значення капіталу	94.32	95.56	87.45
Закрито позицій	477	203	251
Максимальний прибуток за одну операцію (%)	6.98	14.11	14.39
Мінімальний прибуток за одну операцію (%)	-19.96	-13.53	-13.53

Порівняння результатів торгових стратегій

Результати без врахування транзакційних витрат:

SSE			
Показник	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Загальний прибуток (%)	31.41	-11.22	18.88
Buy-and-hold (%)	11.48	11.48	11.48
Максимальне значення капіталу	131.41	116.06	118.88
Мінімальне значення капіталу	94.19	84.86	93.14
Закрито позицій	177	161	185
Максимальний прибуток за одну операцію (%)	14.35	21.53	14.35
Мінімальний прибуток за одну операцію (%)	-5.71	-5.71	-4.42

Порівняння результатів торгових стратегій

Результати з врахуванням транзакційних витрат*:

SSE		
Показник	Модель 1	Модель 3
Загальний прибуток (%)	20.72	8.78
Buy-and-hold (%)	11.48	11.48
Максимальне значення капіталу	120.72	108.78
Мінімальне значення капіталу	90.14	88.88
Максимальний прибуток за одну операцію (%)	14.30	14.30
Мінімальний прибуток за одну операцію (%)	-5.76	-4.47

*Як оцінку значення транзакційних витрат взято середнє значення брокерської комісії для материкового Китаю відповідно до даних, наведених в звіті KPMG – 0.048%.

- ▶ Навіть без врахування транзакційних витрат тільки 2 з 12 торгових стратегій дозволили «переграти» buy-and-hold. Врахування транзакційних витрат призвело до того, що результати лише однієї стратегії все ще залишалися кращими за buy-and-hold.
- ▶ Отже, використання найпростішої версії нейронних мереж **не дозволило б нам переграти ринок** на тестових вибірках для 3 з 4 розглянутих в роботі фондових індексів.
- ▶ **У подальшому доцільно було б розглянути** інші методи машинного навчання, оновити оптимальні параметри для методів технічного аналізу, збільшити кількість індексів та додати до вхідних даних сигнали за більшою кількістю методів ТА

Дякую за увагу!

Дані та код (для обробки даних, навчання моделей, розрахунків та побудови графіків) доступні за посиланням:

<https://github.com/Victor-T2001/Term-Project-2021>

Використання методів deep learning для прогнозування динаміки фондових індексів

- 1 Опис дослідження та вхідних даних
- 2 Навчання моделей
- 3 Результати торгових стратегій, які базуються на прогнозах нейронних мереж
- 4 Q&A