

Работа демонстрирует, что использование методов машинного обучения, в том числе алгоритма Random Forrest, в бизнесе может способствовать принятию правильных управленческих решений.

Источники

1. Рашка, С. Машинное обучение с PyTorch и Scikit-Learn / С. Рашка, Ю. Лю, В. Мирджалили. — Астана : Фолиант, 2024. — 688 с.

И.А. С్యльжин

Научный руководитель — доктор экономических наук Э.М. Аксень
БГЭУ (Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

В финансах довольно часто встает задача прогнозирования различных временных рядов. Однако довольно сложно подобрать статистическую модель, способную точно прогнозировать изучаемый процесс.

Одной из самых важных инноваций в мире нейросетей последних лет является архитектура «трансформер». Эта архитектура лежит в основе языковых моделей, например ChatGPT [1], а также демонстрирует отличные результаты в компьютерном зрении [2]. Одной из главных причин такого успеха является способность трансформеров видеть связи между «далекими» частями последовательности — свойство, потенциально очень важное для анализа временных рядов, особенно таких сложных, как график акций.

Одной из самых удачных попыток адаптировать трансформер для временных рядов стала архитектура iTransformer [3]. Цель работы — проверить трансформеры в прогнозировании временных рядов на примере акций.

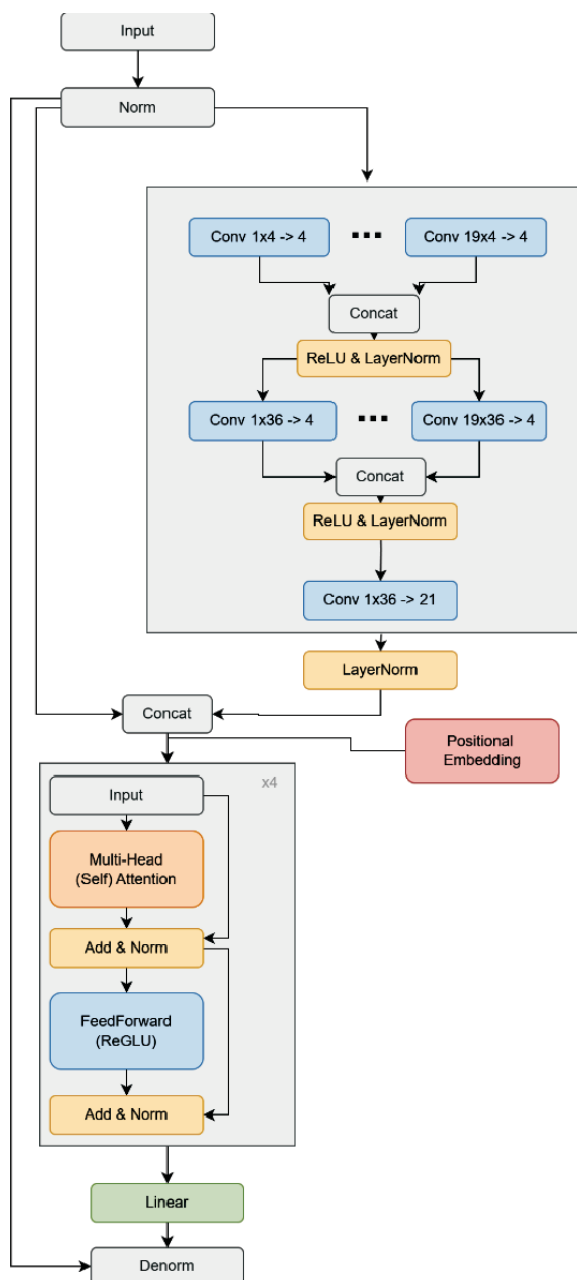
В представленной работе была реализована нейросеть и ее обучение на базе архитектуры iTransformer с использованием GLU [4] на базе фреймворков JAX и Flax. Кроме того, были рассмотрены и использованы некоторые индикаторы из технического анализа, а также свертки для нахождения новых факторов. В частности, был рассмотрен новый подход в области — OSBlock [5]. Представленная архитектура выглядит следующим образом (см. рисунок).

Набор показателей на рисунке рассчитывается по следующим формулам:

$$MultiHead(Q, K, V) = Concat(head_1, \dots, head_n) W^O; \quad (1)$$

$$head_i = Attention(QW_i^Q, KW_i^K, VW_i^V), i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$Attention(Q, K, V) = softmax\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V; \quad (3)$$



Архитектура конечной модели

$$\text{softmax}(x_1, \dots, x_n)_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_k e^{x_k}}; \quad (4)$$

$$\text{AddNorm}(A, f) = \text{LayerNorm}(A + f(A)); \quad (5)$$

$$\text{SwiGLU}(x) = (\text{swish}(xW_a) \otimes xW_b)W_c. \quad (6)$$

Набор данных, на котором тренировалась модель, имеет 8203 уникальные котировки и 18'174'604 строки с информацией о торгах.

После этого были проведены тесты и получены хорошие результаты в такой сложной задаче, как прогнозирование курса акций. В частности, из семи акций Amazon, Google, Apple, Shopify, Tesla, Pfizer и Airbnb модель показывает среднюю относительную ошибку в 4–5 %.

В работе также представлены метрики для оценки моделей прогнозирования акций *MRP* и *MYRP*, которые позволяют оценить потенциальную прибыль от сделок, предложенных моделью.

$$\text{MRP}_i = e^{\frac{1}{n} \sum_t d(y_t, \hat{y}_{t+1}) \log\left(\frac{y_{t+i}}{y_t}\right)} - 1; \quad (7)$$

$$\text{MYRP}_i = (1 + \text{MRP}_i)^{\frac{251}{i}} - 1. \quad (8)$$

Несмотря на то, что модель не является полноценной стратегией, и на то, что не учитывается возможность адаптации стратегии со временем, модель показывает прибыль значительно выше простого удерживания акций на четырех тикетах из семи.

Таким образом, данная работа выступает проверкой концепта применения трансформеров и их вариантов в задачах финансового прогнозирования, при этом оставляя значительное пространство для дальнейших улучшений, таких как оптимизация гиперпараметров, эксперименты с архитектурой, анализ новостей и др.

Источники

1. Language Models are Few-Shot Learners / Tom B. Brown, Benjamin Mann, Nick Ryder [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2020. — № 33. — P. 1877–1901.

2. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale / A. Dosovitskiy [et al.] // ICLR. — 2021.
3. iTransformer: Inverted Transformers Are Effective for Time Series Forecasting / Yong Liu [et al.] // ICLR. — 2024.
4. *Shazeer, N.* GLU Variants Improve Transformer / Noam Shazeer // Papers with code. — URL: <https://paperswithcode.com/paper/glu-variants-improve-transformer> (date of access: 03.12.2024).
5. Omni-Scale CNNs: a simple and effective kernel size configuration for time series classification / Wensi Tang [et al.] // ICLR. — 2022.

И.О. Тутин
Научный руководитель — Л.С. Черепица
БГЭУ (Минск)

БЛОКЧЕЙН В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ

Цифровизация гостиничной индустрии обострила проблемы защиты персональных данных гостей и прозрачности процессов бронирования и обслуживания. Блокчейн представляет собой мощный инструмент, способный решить эти задачи. В нем данные группируются в блоки, связанные друг с другом криптографическими хешами и обновляемые по процедуре консенсуса всех узлов сети. Такая архитектура исключает единые точки отказа, делает записи неизменяемыми и полностью прозрачными для участников сети, а смарт-контракты позволяют автоматизировать заключение и исполнение соглашений без посредников.

В настоящем исследовании ставилась цель выявить, каким образом блокчейн-технологии могут оптимизировать операционные и информационные процессы в отелях, обеспечивая безопасность, неизменяемость и доверие участников. В основе гипотезы лежит предположение, что децентрализованный реестр с механизмом консенсуса и смарт-контрактами позволит исключить централизованные уязвимости и автоматизировать операции без посредников. Для проверки гипотезы проведен анализ практических кейсов на примере децентрализованных платформ Winding Tree и Travalat, пилотных проектов TUI Group на базе Hyperledger и решений по цифровой идентификации гостей (SelfSovereign Identity) в контексте требований GDPR (Общий регламент защиты персональных данных).

Результаты анализа показали, что переход на децентрализованное бронирование позволяет отелям снизить посреднические комиссионные сборы благодаря прямым сделкам и фиксированной в блокчейне информации о брони, а автоматизированные смарт-контракты позволяют ускорить подтверждение и исключить человеческие ошибки [3, 4]. Внедрение SSI-идентификации ускоряет процедуру checkin в среднем на 30 % и полностью соответствует требованиям GDPR, по-