

УДК 004.82

ВИКОРИСТАННЯ ЕВОЛЮЦІОНУЮЧОЇ ГРАФОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

Антонов Д. О.

e-mail: danylo.antonov@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., проф. Корабльов М. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІСТ

м. Харків, Україна

An evolving graph neural network is proposed for stock price forecasting on financial markets, in which the relationship graph structure is generated and evolved using a Dendritic Artificial Immune Network (DaiNet). Price sequences are encoded via transformers and aggregated through a temporal graph attention layer, with final prediction performed by an MLP. Experiments on 16 technology companies show the evolving graph approach outperforms static methods by 5–10%, achieving ~65% accuracy.

Моделювання багатовимірних часових рядів (Multivariate Time Series – MTS) відіграє важливу роль у сучасних інтелектуальних системах. Для прогнозування MTS ефективно використовуються графові нейронні мережі (GNN), в яких взаємодії часових рядів представлені як структура графа зв'язків, а змінні представлені як вузли графа [1]. Одними з перших моделей прогнозування MTS на основі глибокого навчання були LSTNet та TPA-LSTM [2], які поєднують згорткову нейронну мережу (CNN) та рекурентну нейронну мережу (RNN) для вилучення як внутрішніх, так і міжчасових залежностей.

Існуючі методи прогнозування зазвичай припускають, що структура графа зв'язків, яка описується матрицею відносин та визначає метод агрегації графової нейронної мережі, є фіксованою (статичною) за визначенням. Тому вони не можуть ефективно враховувати динамічні зміни у графах взаємозв'язків. У реальних застосуваннях взаємодія змінних є динамічною та еволюційною, а взаємодія часових рядів у різних часових масштабах також може бути різною [3].

Для прогнозування цін акцій на фінансовому ринку пропонується використання еволюціонуючої графової нейронної мережі. Для отримання динамічних кореляцій між рухами цін у фінансових часових рядах будується граф взаємозв'язків у вигляді кластерів, генерація та еволюція структури та параметрів якої реалізуються з використанням дендритної штучної імунної мережі (Dendritic Artificial Immune network – DaiNet). Архітектура запропонованої моделі містить наступні компоненти (рис. 1):

1. Генерація графа взаємозв'язків. За вхідними часовими рядами торгівлі акціями будується граф взаємозв'язків між компаніями з кластерами за

допомогою DaiNet. Вершини графа – антитіла (характеристики цін), ребра – спорідненість між ними.

2. Кодування цін. Трансформери вибирають центральні часові вузли кластерів та їхніх сусідів для визначення цінової інформації кожного кластера.

3. Агрегація повідомлень. Шар уваги часового графа адаптивно розраховує важливість сусідніх вузлів та агрегує інформацію зі структури графа і вхідних послідовностей.

4. Класифікація акцій. Останній шар GNN з функцією активації SoftMax виконує ймовірнісний прогноз майбутнього руху ціни кожної акції за допомогою багатшарового перцептрона (MLP).

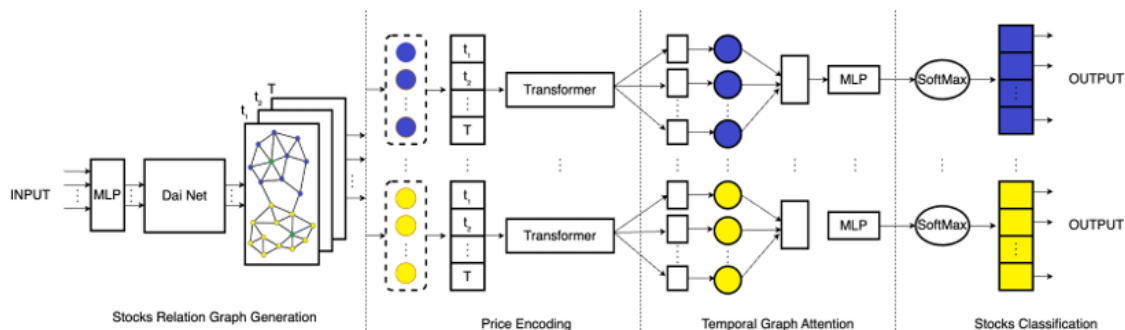


Рисунок 1 – Архітектура нейронної мережі на основі часового графу

Експериментальні дослідження проводилися з акціями 16 технологічних компаній: Apple, Amazon, Cisco, EA, eBay, Meta, Google, IBM, Intel, Microsoft, Netflix, NVIDIA, Oracle, Qualcomm, Tesla і Adobe. Кластеризація DaiNet виявила три кластери з центрами в Meta, Microsoft та IBM. Результати показали, що модель еволюціонуючого графа перевершує статичний підхід на 5–10%, досягаючи точності прогнозування близько 65%. Проведені експериментальні дослідження показали, що використання динамічної побудови графів та кластеризації акцій на основі DaiNet не лише відстежує часовий характер зв'язків між акціями, але й покращує ефективність прогнозування.

Список використаних джерел:

1. M. Patel, K. Jariwala, and C. Chattopadhyay. A Systematic Review on GNN-based Methods for Stock Market Forecasting. ACM Computing Surveys, Vol. 57, Iss. 2, 2024, pp. 1–38. <https://doi.org/10.1145/3696411>.
2. S.-Y. Shih, F.-K. Sun, and H.-Y. Lee. Temporal pattern attention for multivariate time series forecasting. Machine Learning 108, 8, 2019, pp. 1421–1441. DOI: 10.48550/arXiv.1809.04206
3. D. Cheng, F. Yang, S. Xiang, and J. Liu. Financial time series forecasting with multi-modality graph neural network. Pattern Recognition 121, 2022, 108218. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2021.108218>.