Кравець О.С.
ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»
lexa24820zuma@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДНИХ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Успішне моделювання та прогнозування процесів, які протікають в таких складних системах, як технічні, екологічні, соціальні, економічні тощо, і дотепер залишається однією з найактуальніших і до кінця не розв'язаних проблем, що відносяться до цілого комплексу наук про природу, людину і суспільство.

Різноманіття підходів до побудови моделей таких систем, а також часто більш ніж скромні успіхи в прогнозуванні їх динаміки, вимушують шукати причини невдач не тільки в частковостях, але і в аксіоматиці, що стосується постановки задачі, використовуваних засобів моделювання, інтерпретації його результатів, зв'язків з іншими науковими напрямами

Нові підходи до моделювання та прогнозування динаміки складних нелінійних систем з пам’яттю у переважній більшості базуються на використанні технологій детермінованого хаосу та нейронних мереж [1]. Для цих технологій є спільним використання рекурентного обчислювального процесу:

$$x_{n+1} = f_n\left(f_{n-1}\left(\ldots\left(f_1\left(x_1\right)\right)\ldots\right)\right), n = 1,2,\ldots, \quad (1)$$

де $f(\ldots)$ - деяке нелінійне відображення багатовимірного вектора x_i , i – дискретний час. Ідентифікація моделі (1) зводиться до визначення функції f , а відмінності між моделями детермінованого хаосу та нейронних мереж зв’язані з видом та методами визначення цих функцій (в моделях нейронних мереж звичайно використовується достатньо вузький клас відображень [1]). Стійкість чи збіжність процесу (1) в загальному вигляді не вимагається, але інтерес може викликати як одномоментний набір компонент вектору x_i , так і динаміка їх зміни в часі.

Нехай існує послідовність дискретних станів недетермінованої системи. За цією послідовністю можна оцінити значення ймовірностей переходів з одного стану в інший. Складним ланцюгом Маркова називають випадковий процес, в якому ймовірність наступного стану залежить не тільки від поточного стану, але і від послідовності декількох попередніх станів (передісторії). Кількість станів у передісторії є порядок ланцюга Маркова.

Процес, що досліджується, задано у вигляді часового ряду ціни або значення індексу ринку $p_i = p(t_0 + i\ \Delta t)$із заданим проміжком дискретизації Δt. Ряд вихідних значень необхідно перетворити у ряд дискретних станів. Позначимо кількість таких станів через S, а елементи множини станів позначимо s_1, s_2, … s_S. Кожен зі станів зв’язаний з величиною абсолютного або відносного приросту величини $p(t)$. Алгоритми класифікації приростів детально розглянуто в роботі [2].

Після кодування часового ряду у вигляді послідовності дискретних станів, відбувається прогнозування ряду дискретних станів. Для заданого порядку ланцюга Маркова та останнього узагальненого стану визначається вектор ймовірності наступних станів. В якості прогнозного стану вибирається стан з найбільшою ймовірністю. Спрогнозований стан додається до ряду реальних станів і процедура прогнозування повторюється.

В даній роботі метод багатосценарного прогнозування фінансових активів на основі складних ланцюгів Маркова застосовано для двох активів, що суттєво відрізняються за динамікою, волатильністю тощо: індексу Доу Джонса фондового ринку США [3] та ціни біткойна відносно американського долара [4]. У першому випадку проноз проводився для часового ряду щоденних значень індексу DJIA з 01.01.1984 по 28.03.2018рр. Навчальна вибірка для щоденних значень біткойна охоплювала весь доступний у наявний у відкритому доступі часовий проміжок з 16.07.2010 по 28.03.2018рр.

Результати прогнозування представлені на рисунку.

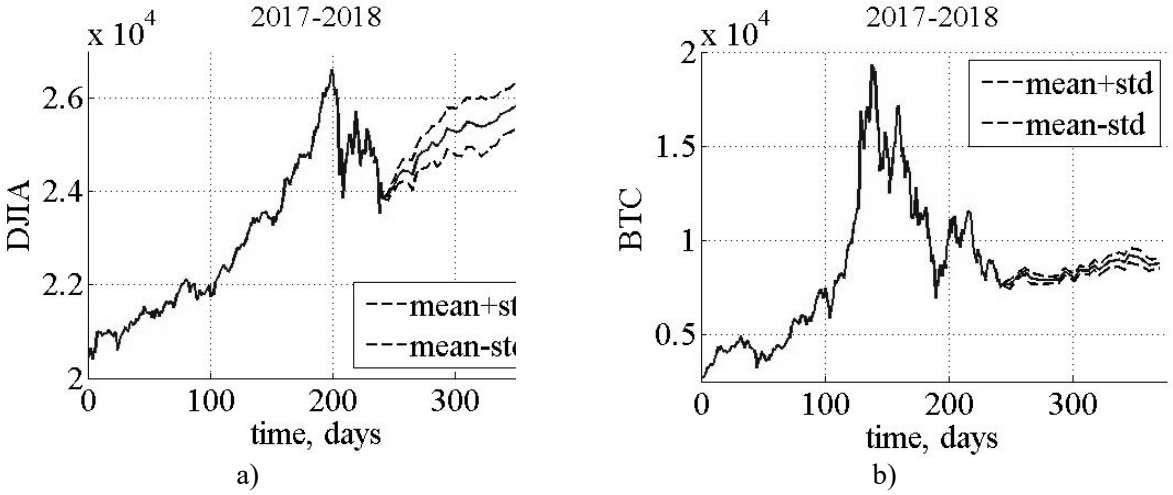

Рисунок. Прогнозні значення індексу Доу Джонса DJIA (a) та біткойну BTC (b). Штриховими лініями відзначенні стандартні відхилення від прогнозу

Видно, що в першому випадку, не дивлячись на корекцію індексу останні півтора місяця, має місце зростаючий тренд. Щодо ціни біткойну, тиск фундаментальних факторів не дає їй повернутись до максимальних значень кінця 2017р.

У подальшому планується провести нейрокомп'ютинг вказаних та інших фінансових активів та порівняти з результатами Маркізьких прогнозів, а також розглянути альтернативні методи прогнозування.

Список використаних джерел

1. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. / А.А. Ежов, С.А. Шумский – М ., 1998. . – 222 с.

2. Soloviev V. Financial time series prediction with the technology of Complex Markov chains / V. Soloviev, V. Saptsin, D. Chabanenko // Computer Modelling and New Technologies. – 2010. – Vol. 14, № 3. – P. 63-67.

3. Індекси світових фондових ринків // [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://finance.yahoo.com/world-indices

4. Ціни ключових криптовалют // [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies

Науковий керівник: Соловйов В.М., д.ф-м.н., професор, завідувач кафедри інформатики та прикладної математики ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»