

Оценка энтропии переноса для моделей временных рядов

Научный руководитель – Булинский Александр Вадимович

Сулейманов Асхаб Магомедович

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории вероятностей, Москва, Россия
E-mail: suleymanow2002@gmail.com

Изучение сложных систем, описываемых набором случайных процессов, представляет не только теоретический интерес, но и важно для разнообразных приложений. Например, в области биологии, а также в экономике и финансах требуется понять, как одни временные ряды влияют на другие. Связь между различными процессами часто носит нелинейный характер. Поэтому коэффициента корреляции, отражающего линейную зависимость случайных величин, может быть недостаточно. Энтропия переноса, введённая в статье [1], позволяет улавливать направленное воздействие, поскольку является асимметричной величиной. Эта величина нашла широкое применение в различных областях, см., например, работы, посвящённые информационному потоку в нейронных сетях [2] и физических системах [3]. Для моделирования временных рядов используется аппарат стохастических процессов, описывающий физические среды или финансовые рынки. Стоит отметить, что нахождение энтропии переноса, как правило, требует знания совместных распределений случайных векторов, и это создаёт значительные трудности. Исследователями применяются методы фильтра частиц или методы приближения совместных распределений распределениями меньшего порядка. В данной работе развиваются результаты работы [4], в которой теоретически обосновывается используемый алгоритм статистического оценивания энтропии переноса. При этом приводятся примеры аналитического вычисления энтропии переноса для некоторых классических процессов, таких, как процесс Орнштейна — Уленбека. Кроме того, демонстрируются результаты практического применения найденных оценок энтропии переноса к анализу реальных финансовых данных (о применении в финансах см. [5]).

Источники и литература

- 1) Schreiber, T. (2000). Measuring Information Transfer. *Phys. Rev. Lett.*, 85, 461–464.
- 2) Shorten DP, Spinney RE, Lizier JT (2021) Estimating Transfer Entropy in Continuous Time Between Neural Spike Trains or Other Event-Based Data. *PLOS Computational Biology* 17(4): e1008054.
- 3) Spinney, R., Lizier, J., & Prokopenko, M. (2016). Transfer entropy in physical systems and the arrow of time. *Phys. Rev. E*, 94, 022135.
- 4) Gao, J., Tulsyan, A., Yang, F., & Gopaluni, B. (2016). A Transfer Entropy Method to Quantify Causality in Stochastic Nonlinear Systems. *Elsevier IFAC-PapersOnLine*, 49(7), 454–459.
- 5) Jiayi He, & Pengjian Shang (2017). Comparison of transfer entropy methods for financial time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 482, 772-785.