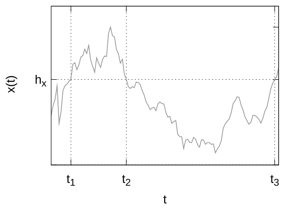
Pliūpsnių statistika ir netikra ilga atmintis Forex duomenyse

Bursting statistics and spurious long-range memory in Forex

Aleksejus Kononovicius, Vygintas Gontis
Vilniaus universitetas, Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius
aleksejus.kononovicius@tfai.vu.lt

Ankstesniuose darbuose mes daug dėmesio skyrėme netiesiniams Markovo modeliams, kurių generuojamos laiko eilutės pasižymi $1/f$ triukšmu. Pastarasis yra siejamas su ilgos atminties fenomenu, nes kai spektrinis tankis yra artimas $1/f$ formai, tai laiko eilučių autokoreliacijos gęsta ypatingai lėtai - kaip laipsninės, o ne eksponentinės funkcijos. Tačiau kyla savotiškas paradoksas, nes pagal apibrėžimą Markovo procesai neturi atminties. $1/f$ spektras tokiuose modeliuose atsiranda dėl netiesiškmų. Ši problema taip pat yra nagrinėjama ekonometrijoje, bet pastarojoje dažniausiai nagrinėjami tiesiniai arba sub-tiesiniai Markovo modeliai [1]. Taip pat dažnai naudojami įvairūs ARCH šeimos modeliai (pvz., [2]), kurie priklauso daugiau nei nuo vienos sistemos praeities būsenos, tad pagal apibrėžimai jie nėra Markovo procesai. Žinoma, mes siekiame parodyti, kad netiesiniai Markovo modeliai yra geresni finansų rinkų, ir jose vyraujančios ilgos atminties, modeliai.

Viena galimybių tą parodyti yra nagrinėti empirinių duomenų, netiesinių Markovo modelių ir ne-Markovo modelių pliūpsnių statistiką (angl. *bursting statistics*). Pliūpsnių statistika yra įvertinama pasirinkus tam tikrą ribą h_x ir nubraižius ją kartu su laiko eilute (1 pav.).

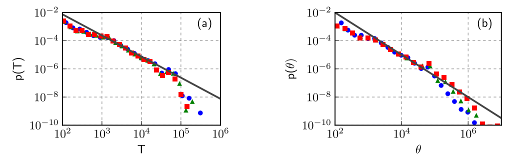


1 pav. Pavyzdinė laiko eilutė, $x(t)$: t_i ribos kirtimo laikai. Laiko tarpas tarp t_1 ir t_2 yra vadinamas pliūpsnio trukme, o laiko tarpas tarp t_2 ir t_3 yra vadinamas duobės trukme.

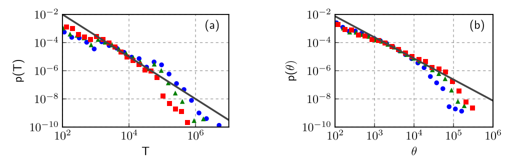
Tokiu atveju gauname įvykių laikų t_i rinkinį, kurių metu laiko eilutė kerta mūsų pasirinktą ribą. Taigi t_i atžvilgiu galime apibrėžti kelis skirtingus kirtimo „tipus" – kai riba kertama iš viršaus (prieš tai procesas buvo virš ribos), kai riba kertama iš apačios (prieš tai procesas buvo žemiau ribos). Visais atvejais mus domina grįžimo laikai, $\tau_i = t_i - t_{i-1}$. Jeigu kirtimo įvykio i metu procesas kirto ribą iš viršaus, tai i-tąjį grįžimo laiko vadiname pliūpsnio trukme (angl. *burst duration*) ir žymime T_j (indeksas j numeruoja pliūpsnius), o priešingu atveju tą patį laiką vadiname duobės trukme (angl. *inter-burst duration*) ir žymime θ_k (indeksas k numeruoja duobes).

Ankstesniuose darbuose mes esame parodę [3, 4, 5], kad tiek pliūpsnių, tiek duobių trukmių skirstiniai mūsų modeliuose yra laipsninės formos su rodikliu $3/2$. Šis rezultatas yra labai bendras, nes tokia forma ir jos rodiklis yra gaunama vienmačiams difuziniams procesams bendru atveju [6]. Daugiamačiams difuziniams procesams ir ne-Markovo procesams šis rodiklis turėtų būti kitoks [6, 7].

Turėdami mintyje šį teorinį skirtumą analizuojame realius empirinius duomenis iš Forex (trump. angl. *Foreign exchange market*). Mes nagrinėjame išvalytos vienos minutės grąžos (logaritminio kaino pokyčio) ir prekybos aktyvumo (sandorių skaičius per minutę) laiko eilutes. Taip pat analizuojame išvalytas vienos dienos grąžas. Valymo procedūros metu siekiame panaikinti tikrosios laiko eilutės iškraipymus rinkų diskretumu ir išoriniu triukšmu. Prekybos aktyvumo laiko eilutės valomos naudojant Anscombe transformaciją. Grąžos laiko eilutės valomos naudojant standartinio nuokrypio filtrą. Visais trim skirtingais atvejais galime patvirtinti, kad gavome pliūpsnių ir duobių skirstinius, kurie turi laipsninę formą su rodikliu $3/2$.



2 pav. Prekybos aktyvumo pliūpsnių ir duobių tikimybės tankio funkcijos. Ištisinė kreivė atitinka $3/2$ dėsnį.



3 pav. Absoliučios grąžos pliūpsnių ir duobių tikimybės tankio funkcijos. Ištisinė kreivė atitinka $3/2$ dėsnį.

Reikšminiai žodžiai: ilga atmintis, rožinis triukšmas, pliūpsnių statistika

Literatūra

[1] M. Jeanblanc, *et al.*, *Mathematical Methods for Financial Markets* (Springer, 2009).
[2] L. Giraitis, *et al.*, *ARCH(∞) models and long memory*, Handbook of Financial Time Series, 71–84 (Springer Verlag, 2009).
[3] V. Gontis, A. Kononovicius, ACS 15, 1250071 (2012).
[4] V. Gontis, *et al.*, Physica A 462, 1091-1102 (2016).
[5] V. Gontis, A. Kononovicius, Physica A 483, 266-272 (2017).
[6] S. Redner, *A guide to first-passage processes* (CUP, 2001).
[7] M. Ding, W. Yang, Phys. Rev. E 52, 207-213 (1995).