

# Sandorių srautas finansų rinkose, kaip nuomonių dinamikos laboratorija

Vygintas Gontis

2022 m. sausio 12 d.

## Ižangai

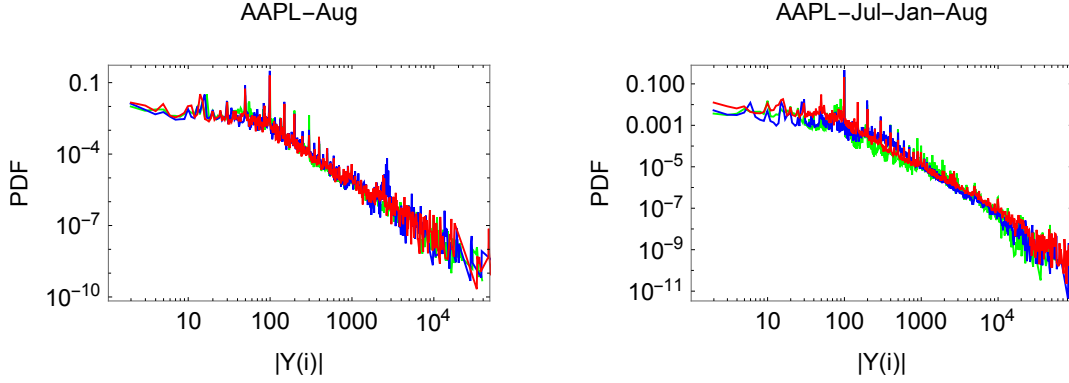
Jau daug metų domimės socialinių sistemų modeliavimo galimybėmis. Šis susidomėjimas išaugo iš mūsų bandymų savaip interpretuoti fizikoje gerai žinomą  $1/f$  triukšmo problemą, kuri gamtoje ir gyvenime sutinkama dažniau, nei sugebama paaiškinti jos kilmę. Sistemų įvairovė, kuriose šis reiškinys sutinkamas, ir rezultatų teorinis apibendrinimas leidžia žiūrėti į šiuos tyrimus visai kitu, ilgos atminties pasireiškimo tiriamose sistemose aspektu. Mūsų grupės tyrimus ir jų interpretacijas ašvelgėme žurnale *Entropy* [1], kurio numeris buvo skirtas Ekonofizikos trisdešimtmečiui paminėti. Visi grupės nariai turi savo matymą, kokius tyrimus dar turėtome artimiausiu metu atlikti ir tikrai mus praturtins naujomis savo įžvalgomis. Čia norėčiau trumpai pristatyti savo naujausią darbą žurnale *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation (CNSNS)* [2], kuriame sandorių srauto finansų rinkose pavyzdžiu norime atskleisti labai svarbų ne Gauso triukšmo vaidmenį interpretuojant socialinių sistemų ilgą atmintį ir fraktališkumą.

## Apie atliktos empirinių duomenų analizės metodą

Mokslo žinias ir supratimą, įgytą tyrinėjant fizines sistemas, dažnai norime perkelti ir į socialines sistemas, nors net pradinės prielaidos būtinos socialinei sistemai aprašyti labai esmingai skiriasi. Savo naujausiame darbe [2] sandorių knygos finansų rinkoje duomenis naudojame, kaip empirinių duomenų pavyzdį, formuodami nuomonės disbalanso laiko eilutes. Tokios empirinės laiko eilutės yra puikus nuomonių disbalanso socialinėje sistemoje pavyzdys (laboratorija), kai būtina atsižvelgti į triukšmo ne Gausinį pobūdį ir galimas koreliacijas. Tiriamas laiko eilutes apibrėžiame pačiu paprasčiausiu būdu, sumuodami pavedimų apimtis: pirkti  $v_k^+(t_j)$  ir parduoti  $v_k^-(t_j)$  akcijas

$$X(j) = \sum_{k=1}^{10} (v_k^+(j) - v_k^-(j)) = V^+(j) - V^-(j) = \sum_{i=1}^j Y(i). \quad (1)$$

Čia  $X(j)$  yra sandorių (nuomonių) disbalansas laiko momentu  $j$ , indeksas  $k$  žymi 10 kainos lygių virš ir žemiau pirkti-parduoti tarpo,  $V^+(j), V^-(j)$  atitinkamai reiškia bendras apimtis pirkti ar parduoti akcijas momentu  $j$ ,  $Y(i)$  yra disbalanso pokyčiai, kurie atsiranda dėl prekiautojų teikiamų pavedimų pirkti parduoti akcijas.



1 pav.: AAPL akcijos disbalanso pokyčių  $|Y(i)|$  histogramos, suskaičiuotos skirtingais laikotarpiais ir skirtingiems laiko intervalams. Histogramos kairiame paveikslėlyje yra suskaičiuotos trijų skirtingų dienų laikotarpiais: (žalia) 03.08.2020; (mėlyna) 14.08.2020; (raudona) 28.08.2020. Histogramas dešiniajame paveikslėlyje suskaičiuotos trijų skirtingų mėnesių laikotarpiais: (žalia) 2012 m. liepa; (mėlyna) 2020 m. sausis; (raudona) 2020 m. rugpjūtis.

Šių empirinių laiko eilučių savybės, akivaizdu, priklauso nuo pokyčių  $Y(i)$  ar pavedimų apimčių statistinių savybių. Darbe atliktas tyrimas parodė, kad kiekviena akcija turi jai charakteringą pavedimų apimčių laipsninį pasiskirstymą su laipsnio rodikliu kintančiu nuo 2.25 AAPL akcijai iki 3.86 ACN. Šią statistinę sandorių pavedimų savybę iliustruojame APPL pavyzdžiu Pav. 1. Matome, kad skirtingais laikotarpiais ir skirtingais laiko intervalais suskaičiuoti skirstiniai skiriasi nežymiai. Šios ir kitų tirtų akcijų charakteringi skirstiniai aiškiai turi laipsnines uodegas, kurios rodo ženklus skirtumus nuo fizikoje įprastų Gauso skirstinių. Ši aplinkybė lemia, kad, tirdami šios ir kitų panašių socialinių sistemų kitas statistines savybes, privalome rimtai atsižvelgti į fluktuacijų nukrypimus nuo normalaus jų pobūdžio.

Šiuo darbu norime parodyti, kaip keičiasi ilgos atminties interpretacija, kai atsižvelgiame į triukšmo nukrypimus nuo Gausinio pobūdžio. Tie nukrypimai yra labai svarbūs, nes dauguma ilgos atminties tyrimo metodų yra susieti su laiko eilučių fraktališkumu ir Hursto parametro  $H$  vertinimais. Pagal bendriausią fraktalinių procesų teoriją  $H$  priklauso ir nuo atminties parametro  $d$  ir nuo laipsninio triukšmo rodiklio  $\alpha$ .

Darbe tiriamos empirinės laiko eilutės artimiausiai yra susijusios su matematiniu diskrečių eilučių modeliu ARFIMA(0,d,0) [3, 4].

$$Y(i) = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma(j+d)}{\Gamma(d)\Gamma(j+1)} Z(i-j) = X_F(i-1), \quad (2)$$

kur  $Z(i)$  žymi nekoreliuotus atsitiktinius dydžius generuojamus naudojant stabilų Levy skirstinį. Šiuo atveju  $Y(i)$  yra koreliuotų atsitiktinių dydžių seka su koreliacijos parametru  $d$ . Sąmoningai, atsitiktiniu būdu permaišydami empirinių laiko eilučių pokyčius  $Y(i)$ , mes galime pasiekti, kad jie būtų nekoreliuoti  $d \neq 0$ . Tokiu būdu pavyksta atskirti Hursto parametro  $H$  priklausomybę nuo  $d$  ir  $\alpha$ . Darbe siūlomas empirinių duomenų manipuliavimo metodas padeda naujai pažvelgti į sandorių

srauto finansų rinkose koreliacines savybes ir fraktališkumą.

## Svarbiausi darbo rezultatai

Šis darbas yra mūsų naujausios pastangos paaiškinti ilgos atminties prigimtį socialinėse sistemose [1]. Viename iš ankstesnių darbų [5] tyrėme sandorių disbalanso laiko eilučių fluktuacijų trukmių statistines savybes tikėdamiesi atskirti tikros ir apgaulingos ilgos atminties atvejus. Tie rezultatai, kaip ir daugelis kitų autorių darbų [6, 7, 8] rodė, kad sandorių srautas turi aiškiai išreikštą teigiamą autokoreliciją. Detalesnis sandorių srauto ir pavedimų dydžių tyrimas šiame darbe atskleidė, kad jų laipsniniai skirstiniai yra charakteringa pačių akcijų savybė. Empiriniai skirstiniai pasirodė tikrai ne Gauso pobūdžio ir net pastebimai besiskiriantys nuo stabilios Levy formos.

Pirmoji šio darbo išvada yra, kad Hursto parametras visoms 18 tirtų akcijų yra mažesnis už 0.5, nors daugelyje ankstesnių darbų jis buvo arti 0.7. Vis dėlto, svarbiusias kiekybinis rezultatas yra, kad Hursto parametru lyginimas empirinėms ir stochastizuotoms laiko eilutėms leidžia įvertinti atminties parametru  $d$ , kuris visoms akcijoms yra arti  $-0.3$ . Todėl visoms akcijoms sandorių srauto disbalansas yra antikoreliuotas su panašiu antikoreliacijos parametru  $d = -0.3$ .

Mes atlikome netiesioginį prielaidos apie ARFIMA procesą patikrinimą formaliai atlikdami stochastizuotų empirinių laiko eilučių transformaciją atgal prie antikoreliuotų, naudodami sąryšį 2. Po šios atgalinės laiko eilučių transformacijos Hursto parametro įverčiai grįžo prie pradinių verčių. Tai patvirtina, kad empirinės sandorių disbalanso laiko eilutės turi ARFIMA procesams būdingas fraktališkumo savybes.

Nors tirtų laiko eilučių fluktuacinių trukmių analizė davė truputį kitus koreliacijos parametro įverčius, rezultatas yra panašus ir bendras visoms akcijoms  $d = -0.2$ . Deja, šiame darbe neradome atsakymo, kodėl stochastizuotoms empirinėms eilutėms Hursto parametro vertės gaunamos ženkliai didesnės nei  $H = 0.5$ , kaip numato Andersono teorema, galiojanti nekoreliuotiems, simetriniams Levy šuoliams.

## Literatūra

- [1] R. Kazakevičius, A. Kononovicius, B. Kaulakys, V. Gontis, [Understanding the nature of the long-range memory phenomenon in socioeconomic systems](#), Entropy 23 (9) (2021) 1125. [arXiv:2108.02506](#), doi:10.3390/e23091125. URL <https://doi.org/10.3390/e23091125> (document)
- [2] V. Gontis, [Order flow in the financial markets from the perspective of the fractional lévy stable motion](#), Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation 105 (2022) 106087. [arXiv:2105.02057](#), doi:<https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2021.106087>. URL <https://authors.elsevier.com/a/1e0sp3b6551xRP> (document)
- [3] S. Stoev, M. Taqqu, Simulation methods for linear fractional stable motion and farima using the fast fourier transform, Fractals 12 (2004) 95. (document)
- [4] K. Burnecki, G. Sikora, Identification and validation of stable arfima processes with application to umts data, Chaos, Solitons and Fractals 102 (2017) 456–466. (document)

- [5] V. Gontis, Long-range memory test by the burst and inter-burst duration distribution, *Journal of Statistical Mechanics* 093406 (2020) 1–16. ([document](#))
- [6] F. Lillo, J. Farmer, The long memory of the efficient market, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics* 8 (3) (2001) 1–35. ([document](#))
- [7] J. P. Bouchaud, Y. Gefen, M. Potters, M. Wyart, Fluctuations and response in financial markets: The subtle nature of ‘random’ price changes, *Quantitative Finance* 4 (2004) 176–190. ([document](#))
- [8] B. Toth, I. Palit, F. Lillo, J. Farmer, Why is equity order flow so persistent?, *Journal of Economic Dynamics & Control* 51 (2015) 218–239. ([document](#))