

Fizika - ne rizika: Trumpas įvadas į rizikos fiziką

Aleksejus Kononovičius

VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto doktorantas,
aleksejus.kononovicius@gmail.com

2012-10-18

Fizika:

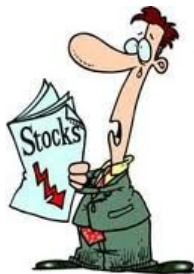
- valdomi eksperimentai
- dalelės negyvos
- empirinė analizė
- tikslas - suprasti ir paaiškinti



iš paprastų į sudėtingus

Socialiniai mokslai:

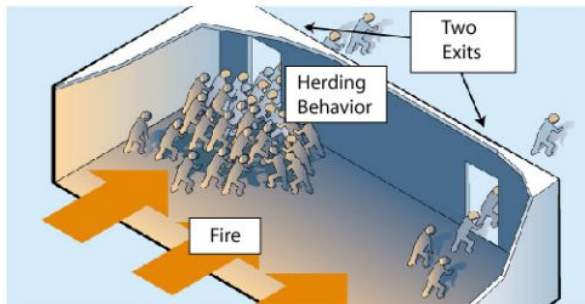
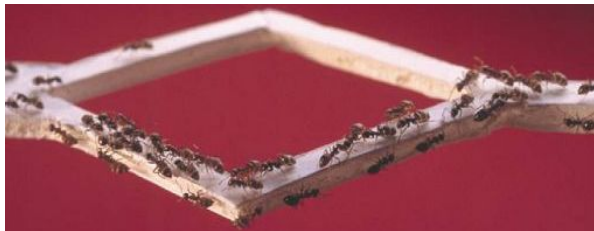
- nevaldomi eksperimentai
- dalelės gyvos
- bendros idėjos
- tikslas - sprendimai



(ne)laimei sudėtinga

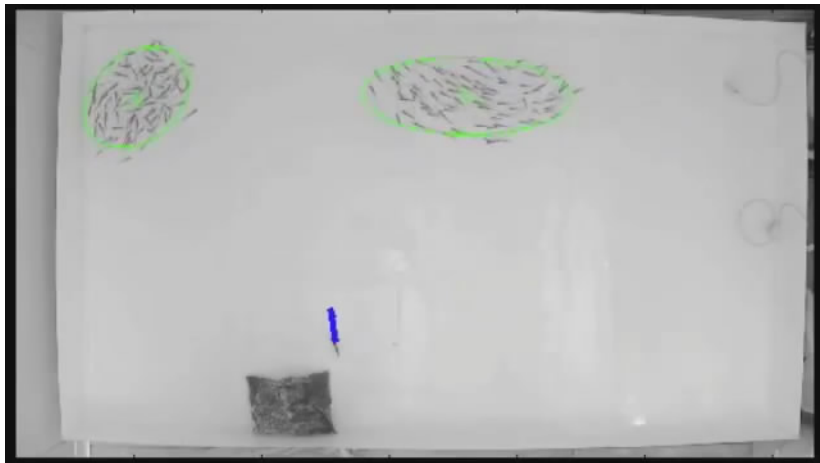
Eksperimentai - biologija I

Bandos jausmas - skruzdės prieš žmones



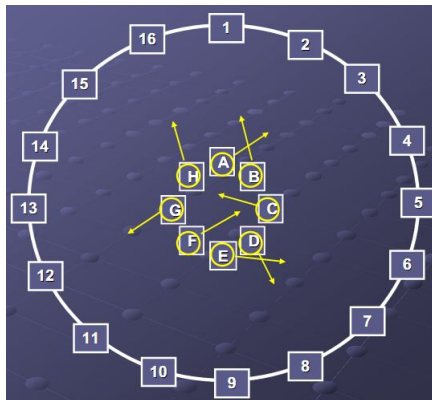
Eksperimentai - biologija II

Lyderystė gyvūnų kolonijose



Eksperimentai - biologija III

Lyderystė: žmonių eksperimentas



Išvada: 200 žmonių buvo nuvesti
“kur reikia” vos 10 lyderių.

Eksperimentai - biologija IV

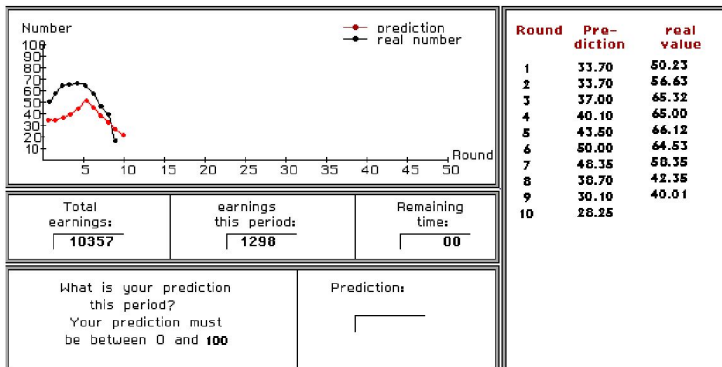
Kapucino požiūris į nelygbę



Frans de Waal pranešimo ištrauka (<http://youtube.com/watch?v=g8mynrRd7Ak>).

Eksperimentai - finansai I

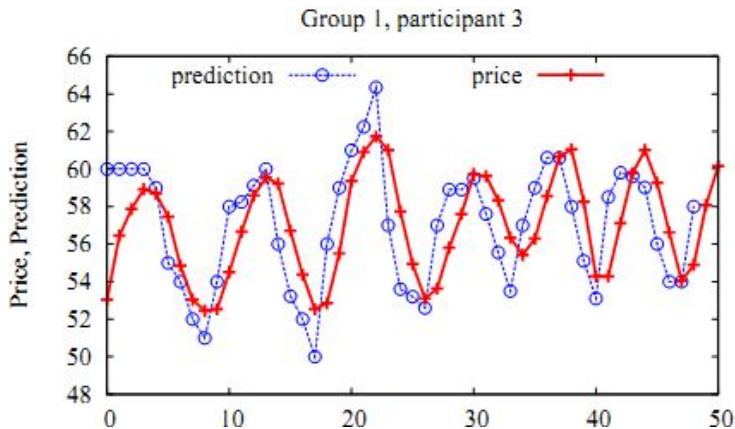
Tiesiog eksperimentai biržoje galėtų kainuoti kiek per daug...



Dalyviai žino kokybinę informaciją apie rinką, kad kaina nustatoma sąžiningai, praities istoriją. Dalyviai negali tarpusavyje bendrauti. Sėkmingi dalyviai gauna atlygį.

Eksperimentai - finansai II

O kaip jame sekėsi ekonomistams?



Frydmano hipotezė: “Iracionalūs agentai praras visus pinigus ir bus išvaryti iš rinkos racionalių agentų.”

Eksperimentai ir empirinė analizė - eismas I

Daug nevaldomų eksperimentų kartais atstoja valdomą



Eksperimentai ir empirinė analizė - eismas II

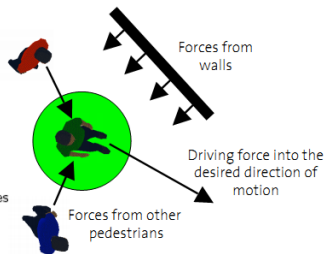
Elementarus modelis sukonstruotas iš duomenų ir jo papildymas eksperimentu

[Helbing & Molnar, 1995]

$$\frac{dx_\alpha}{dt} = v_\alpha(t) \quad (\text{equation of motion})$$
$$\frac{dv_\alpha}{dt} = \frac{1}{\tau_\alpha}(v_\alpha^0 e_\alpha^0 - v_\alpha) + \sum_{\beta(\neq\alpha)} F_{\alpha\beta}^{\text{int}} + F_\alpha^{\text{walls}}$$

acceleration = driving force + interactions + boundaries

(acceleration equation)



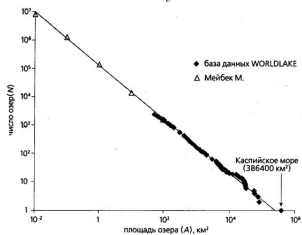
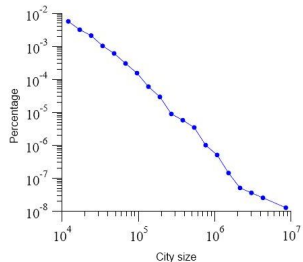
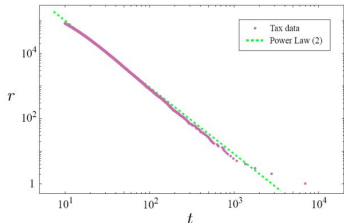
Eksperimentai ir empirinė analizė - eismas III

Automobiliniai kamščiai

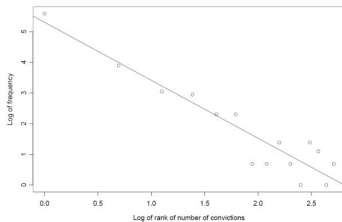


Empirinė analizė - skirstiniai I

Pareto principas ir Zipfo dėsnis: turtas, miestų ir ežerų dydis, nusikalstamumas



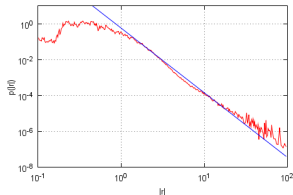
Log-log plot of frequency and rank of number of convictions



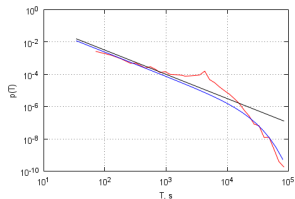
Empirinė analizė - skirstiniai II

Tik keli pavyzdžiai iš finansų rinkų...

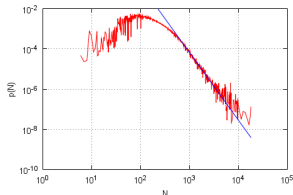
$$r(t) = \ln P(t) - \ln P(t - \Delta t)$$



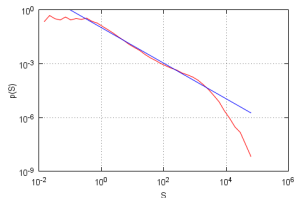
Didelio sužadavimo trukmės



Sandorių skaičius per 5 min



Didelių sužadimų “dydžiai”



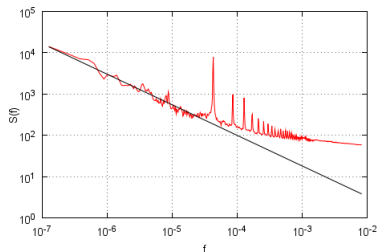
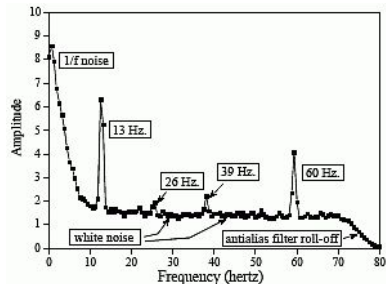
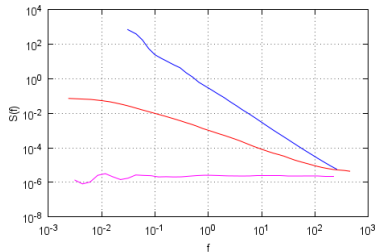
Empirinė analizė - dinamika

Ilgą atmintis arba rožinis triukšmas arba $1/f$ triukšmas

Ilgą atmintis:

$$C(\tau) \sim \tau^{-\gamma}, \quad \gamma \rightarrow 0.$$

$$S(f) = |\mathcal{F}[x(t)]|^2 \sim f^{-\beta}, \quad \beta \approx 1.$$

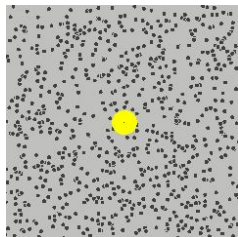


Stochastinis modeliavimas I

Kas tai? Kam to reikia?

Trumpa istorija:

- 1827 m. R. Browno stebėjimai,
- 1900 m. L. Bachelier “Theory of speculation”,
- 1905-1906 m. Einšteinas ir Smoluchovskis
- 1908 m. J. Perrin eksperimentas



“Gražus” deterministinis modelis:

$$M\ddot{x}_0 = -F(x_0, \dot{x}_0) + \sum_{i=1}^N F_i(x_0, x_i, \dot{x}_0, \dot{x}_i).$$

O jei N yra 10^{23} eilės? Nepraktiška! Stochastinis modelis:

$$M\ddot{x} = -F(x_0, \dot{x}_0) + \xi(t), \quad \Rightarrow \quad dx = f(x, t)dt + g(x, t)dW.$$

Stochastinis modeliavimas II

Ką nuveikė mūsų grupė? Universalus $1/f$ modelis.

Prasminga išmesti
priklausomybę nuo laiko:

$$dx = f(x)dt + g(x)dW.$$

Viena sąlyga dėl skirstinio:

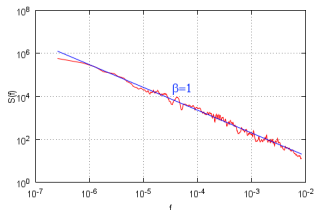
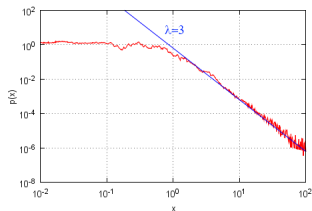
$$\frac{\partial_x p(x)}{p(x)} = 2 \left[\frac{f(x)}{g^2(x)} - \frac{\partial_x g(x)}{g(x)} \right].$$

Antroji sąlyga yra spektrinis
tankis. Formaliai neužrašoma.

Rezultatas:

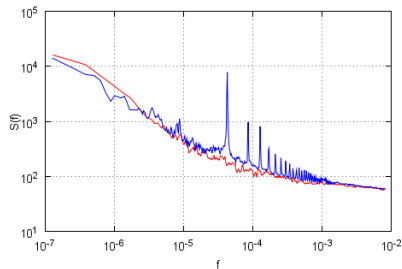
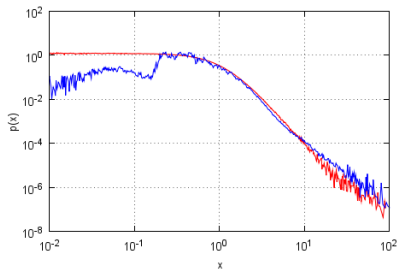
$$dx = \left(\eta - \frac{\lambda}{2} \right) x^{2\eta-1} dt + x^\eta dW.$$

$$p(x) \sim x^{-\lambda}, \quad S(f) \sim 1/f^\beta, \quad \beta = 1 + \frac{\lambda-3}{2(\eta-1)}$$



Stochastinis modeliavimas III

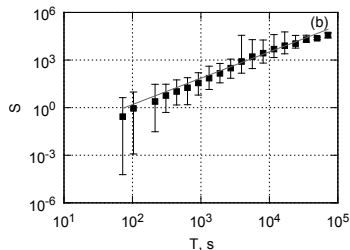
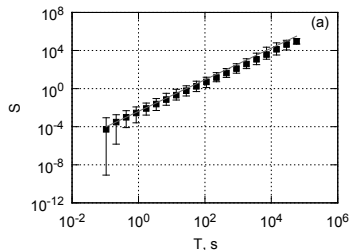
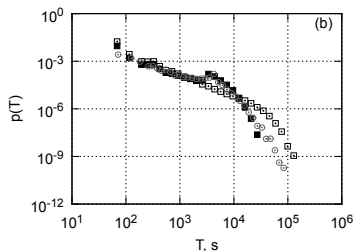
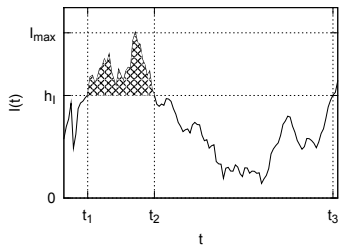
Ką nuveikė mūsų grupė? Sudėtingesnis modelis.



$$dx = \left(\eta - \frac{\lambda}{2} - \frac{x^2}{x_{max}^2} \right) \frac{(1+x^2)^{\eta-1}}{\left(1 + \epsilon\sqrt{1+x^2}\right)^2} x dt + \frac{(1+x^2)^{\frac{\eta}{2}}}{1 + \epsilon\sqrt{1+x^2}} dW.$$

Stochastinis modeliavimas IV

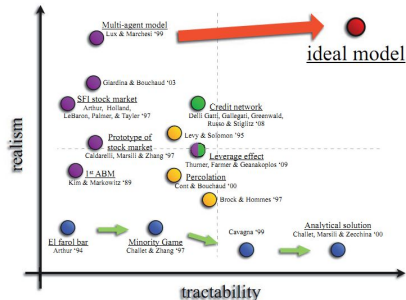
Ką veikia mūsų grupė? Didelių sužadimų statistika.



Agentų modeliavimas I

Kas tai? Kam to reikia?

Fizikoje sąveikauja dalelės, socialinėse sistemose žmonės. Kurdami modelius mes juos supaprastiname, o tuos supaprastinimus bendrai galėtume vadinti **agentais**.

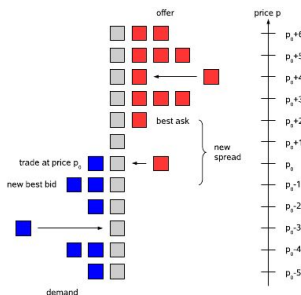
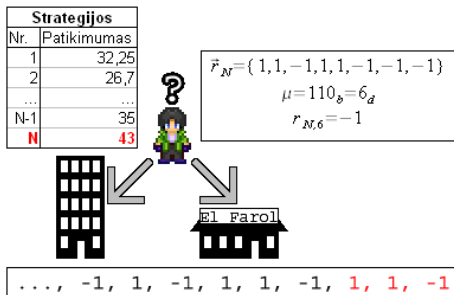
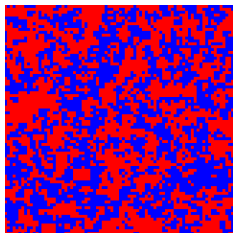


Stochastiniai modeliai - atkuria dinamiką, bet vienareikšmiškai nepaaiškina vyksmo!

Agentų modeliavimas II

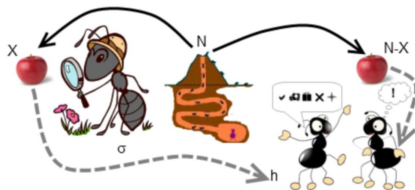
Kas daroma? Esminė kryptis - mikroskopinis paaiškinimas

- fizikinių modelių taikymai,
- elementarių modelių kūrimas ir taikymas,
- empirinių pastebėjimų taikymai,
- dirbtiniai neuronų tinklai,
- genetinis apmokymas.



Agentų modeliavimas III

Ką veikia mūsų grupė? Kirmano agentų modelio taikymai I



Elementarus matematinis modelis:

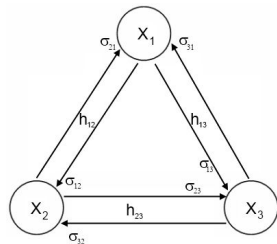
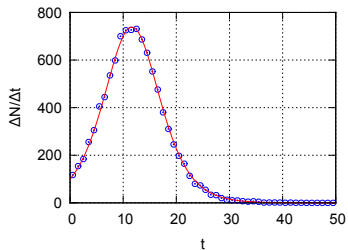
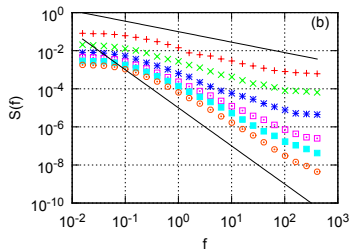
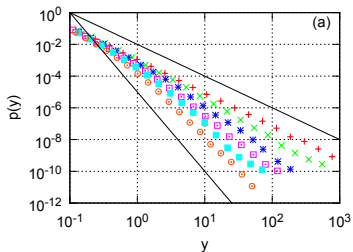
$$\begin{aligned} p(X \rightarrow X + 1) &= [(N - X)\sigma_1 + hX(N - X)]\Delta t, \\ p(X \rightarrow X - 1) &= [X\sigma_2 + hX(N - X)]\Delta t. \end{aligned}$$

Jei maisto šaltinius laikyti prekybos strategijomis, tai:

$$dy = \left[\varepsilon_1 + y \frac{2 - \varepsilon_2}{\tau(y)} \right] (1 + y) dt_s + \sqrt{\frac{2y}{\tau(y)}} (1 + y) dW_s.$$

Agentų modeliavimas IV

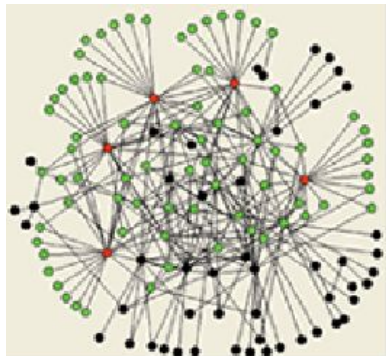
Ką veikia mūsų grupė? Kirmano agentų modelio taikymai II



Tinklų modeliavimas I

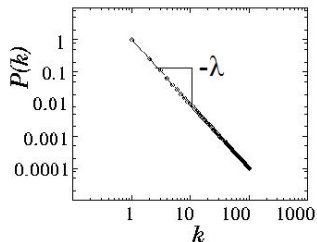
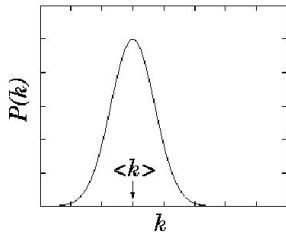
Kas tai? Kam to reikia?

- Kaip sparčiai paplis liga?
Kaip efektyviai stabdyti jos plitimą?
- O kaip informacija? Kokia geriausia jos paskleidimo strategija?
- Kas nutiks, jei vienas sistemos elementas žlugs?
Sistema atlaikys ar irgi žlugs?



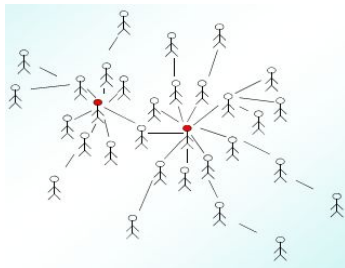
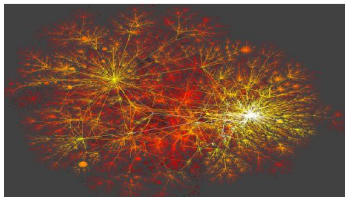
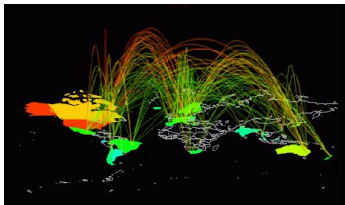
Tinklų modeliavimas II

Pavyzdžiai - transportas



Tinklų modeliavimas III

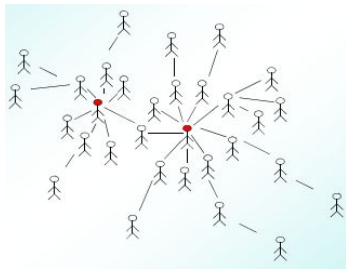
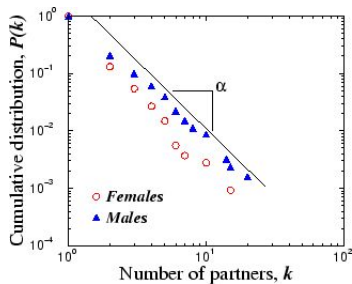
Visuomenės organizacija



Tinklų modeliavimas IV

Konkreči problema - LPL problema

Kodėl LPL yra ir civilizuoto pasaulio rykštė? Juk dauguma žmonių turi iki 6-12 partnerių per visą gyvenimą.



Lemiamą vaidmenį suvaidina tinklo struktūra - didieji tinklo mazgai.

FuturICT - rizikos fizikos (ir viso pasaulio) ateitis?

“Šiandien apie visatą mes žinome daugiau nei apie visuomenę. Yra pats laikas pradėti naudoti sukauptos informacijos galią tirti socialinį ir ekonominį gyvenimą Žemėje ir atrasti darnios plėtros ateityje galimybes. Derindami geriausius pažinimo rezultatus kartu mes galime įveikti XXI amžiaus iššūkius.” (FuturICT šūkis)



<http://www.futurict.eu>

<http://www.futurict-baltic.eu>

<http://www.futurict.lt>

Ačiū už dėmesį

aleksejus.kononovicius@gmail.com

<http://mokslasplius.lt/rizikos-fizika>, <http://futurict.lt>

