

Rizikos fizika:

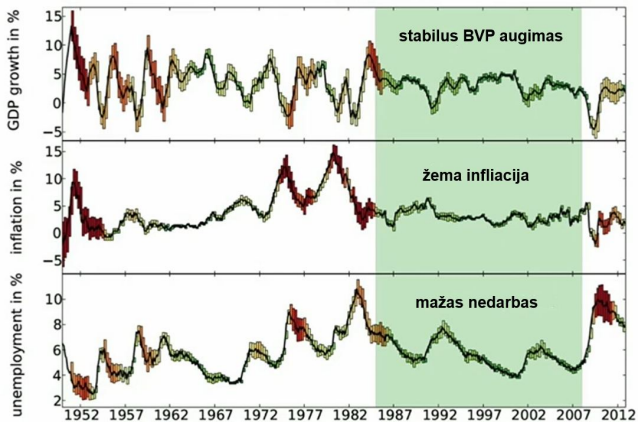
Kuo daugiau fizikos, tuo mažiau rizikos

Aleksejus Kononovičius

VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto doktorantas

2013-11-06

Gyveno kartą žmonija, ir gyveno ji visai gerai...

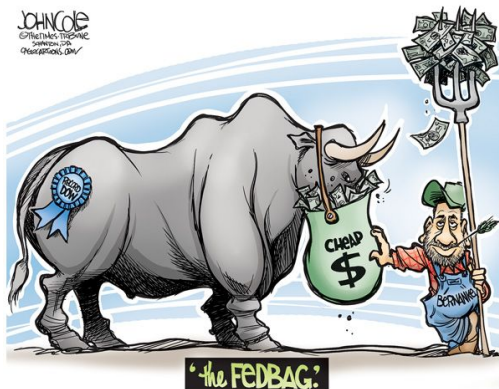


Paveikslas iš [D. Sornette, “How we can predict the next financial crisis”, TED, 2013]

... toli horizonte matėsi tik šviesus rytojus...

Juk “didysis moderavimas” davė savo vaisius:

- buvo sukurti geresni ekonomikos modeliai
- ir jais paremti tobulesni sprendimų darymo įrankiai,
- dėl kurių krizių prevencija tapo realiai išsprendžiamu uždaviniu.

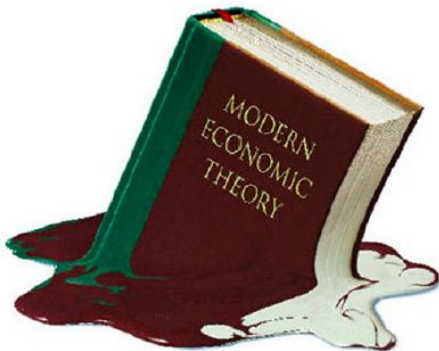


..., bet 2008 metais visos iliuzijos “ištirpo”!

The Economist

JULY 18TH - 24TH 2009 Economist.com

- Britain agonises about Afghanistan
- The rot in Japan's governing party
- Europe's energy insecurity
- Goldman Sachs's record profits
- Summer camp for atheists



**Where it went wrong-and how
the crisis is changing it**

“Prieinami įrankiai nesugebėjo numatyti krizės ir **įtikinamai paaiškinti to kas vyko jos metu**. Kaip asmuo atsakingas už sprendimus krizės metu, aš supratau kokia ribota egzistuojančių įrankių nauda. Tiesa pasakius, aš pasakyčiau dar griežčiau - **krizės metu įprasti įrankiai mus paliko vienus kovoti su krize ir jos padariniais.**”





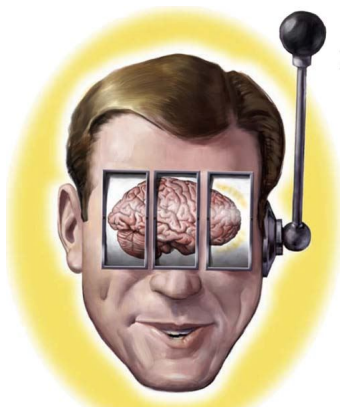
“Šiuo metu yra stiprus įsitikinimas, kurį aš palaikau, kad **perdėtai supaprastintas ekonomikos supratimas ir per didelis pasitikėjimas ekonomika padėjo sukelti šią krizę**. Lyg šiol buvo įsikerojęs klaidingas įsitikinimas, kad **rinkos visada yra racionalios ir save sureguliuojančios**, kad rinka pati savaime užtikrina ekonominį efektyvumą ir stabilumą, ...”

“Aš teigčiau, kad dabartinė krizė puikiai iliustruoja poreikį keisti klasikinį požiūrį ekonomiką ir finansus - reikia pereiti nuo dogmatiškų aksiomų ir susikoncentruoti ties duomenimis, bei įtikinamais argumentais.” (J. P. Bouchaud)

“Mano pagrindinis teiginys yra tas, kad esminė problema slypi perėjime nuo mikroekonominės analizės prie bendro kolektyvinio elgesio ekonomikoje.” (A. Kirman)

“Šiuo metu prieinami įrankiai nesugeba užčiuopti spontaniškų kolektyvinio elgesio pokyčių.” (D. Sornette)





(c) <http://antroperplejo.wordpress.com>

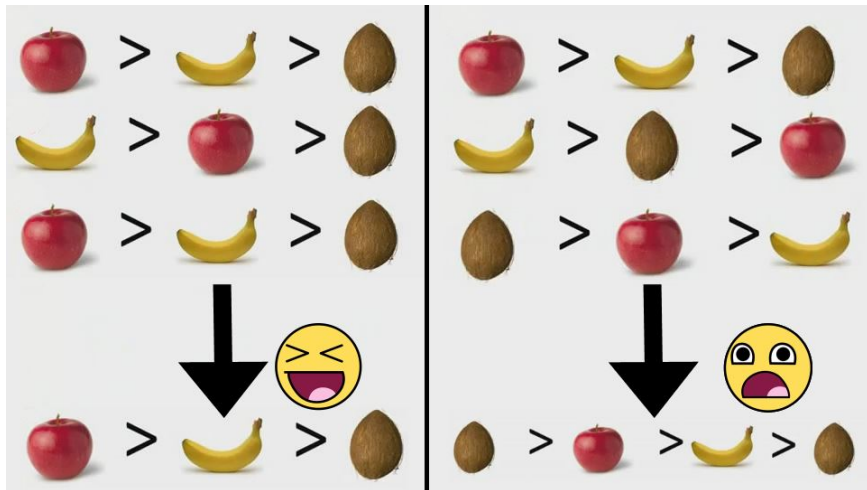
Homo economicus:

- turi visą reikalingą informaciją,
- sugeba priimti racionalius sprendimus,
- yra visiškai savanaudis.

O kadangi “yra tik vienas būdas būti teisiu,” tai visą **homo economicus** bendruomenę galime pakeisti vienu (ar keliais) **representatyviais agentais**.

Individualaus ir kolektyvinio racionalumo ryšys

Condorcet paradoksas





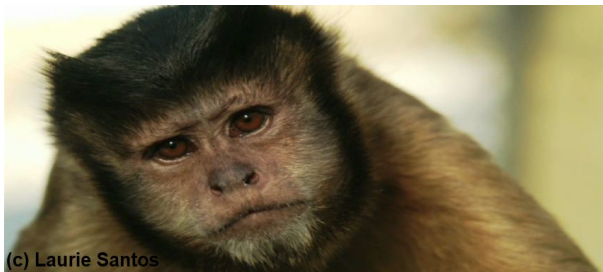
Ar unikalus žmogiškas racionalumas?

Tarkime Jums duoda 100 Lt ir pasiūlo rinktis:

- pasiimti dar 50 Lt
- arba mesti monetą:
 - skaičius - jūs gaunate dar 100 Lt,
 - herbas - jūs liekate su pradine suma.

Tarkime Jums duoda 200 Lt ir pasiūlo rinktis:

- atiduoti 50 Lt
- arba mesti monetą:
 - skaičius - jūs liekate su pradine suma,
 - herbas - jūs netenkate 100 Lt.



(c) Laurie Santos

Kapucino požiūris į nelygbę



F. de Waal pranešimo ištrauka (<http://www.youtube.com/watch?v=gOtlN4pNArk>).

“Occupy the...” (“Užgrobk ...”) protestai



Ir kuo gi čia padėti galėtų fizikai? Juk...

Socialiniai mokslai:

- nevaldomi eksperimentai
- dalelės gyvos
- bendros idėjos



Fizika:

- valdomi eksperimentai
- dalelės negyvos
- empirinė analizė

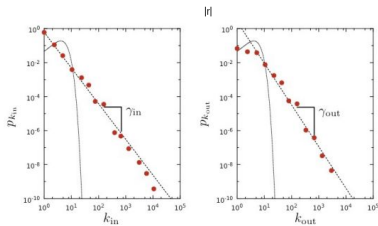
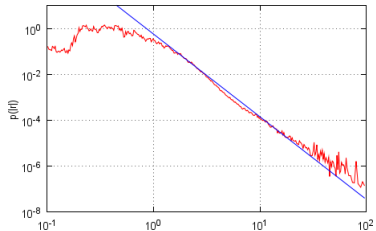
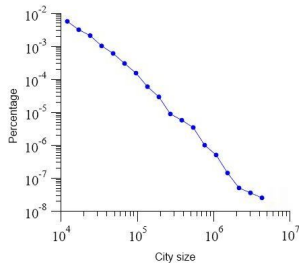
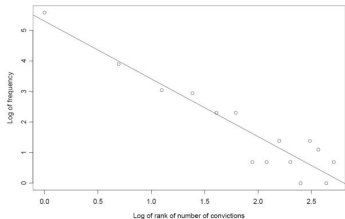


Fizika turi perėjimo iš paprastų į sudėtingus patirtį.

Empirinė analizė - laipsniniai skirstiniai

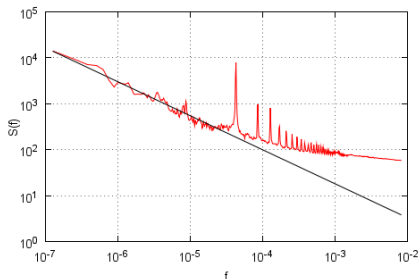
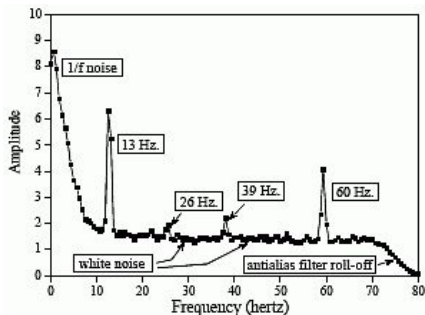
$p(x) \sim x^{-\lambda}$: nusikalstamumas, finansų rinkų graža, miestų dydis, internetas...

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



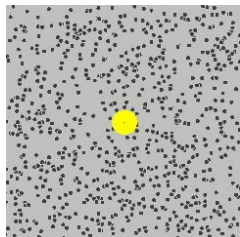
Ilgą atmintis:

$$S(f) = |\mathcal{F}[x(t)]|^2 \sim f^{-\beta}, \quad \beta \rightarrow 1, \quad C(\tau) \sim \tau^{-\gamma}, \quad \gamma \rightarrow 0.$$



Trumpa istorija:

- 1827 m. R. Browno stebėjimai,
- 1900 m. L. Bachelier tezės,
- 1905-1906 m. Einšteinas ir Smoluchovskis
- 1908 m. J. Perrin eksperimentas



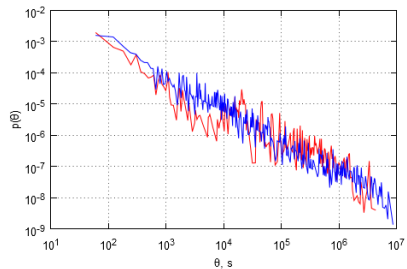
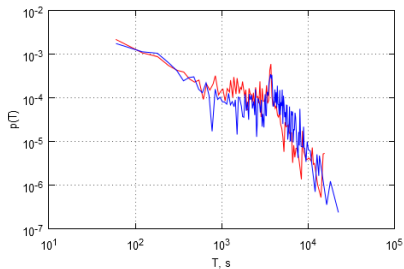
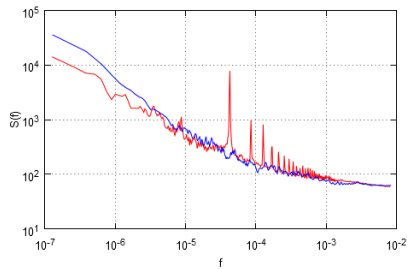
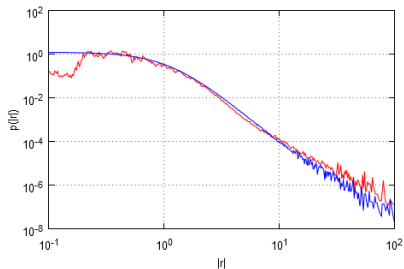
“Gražus” deterministinis modelis:

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

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

$$\sum_{i=1}^N F_i(x_0, x_i) \rightarrow \xi(x_0, t).$$

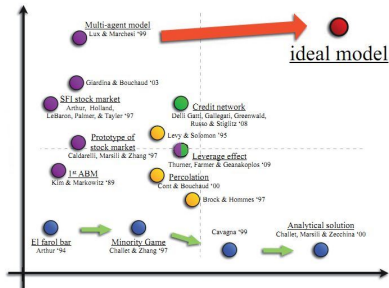
Stochastinio finansų rinkų modelio rezultatai



Agentų modeliavimas

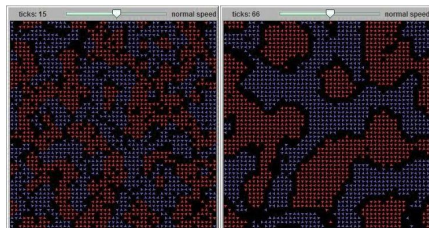
Kas tai yra ir kam to reikia?

Fizikinėse sistemose sąveikauja dalelės, o socialinėse - žmonės. Kurdami modelius mes juos supaprastiname, o jų supaprastintus atitikmenis bendrai galėtume vadinti agentais.



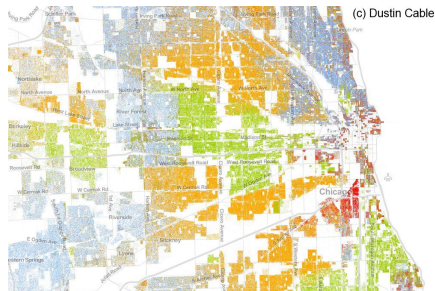
Stochastiniai modeliai atkuria dinamiką, bet vienareikšmiškai nepaaiškina vyksmo!

Kultūrinės atskirties (Schelling'o) modelis



Bent 2/4

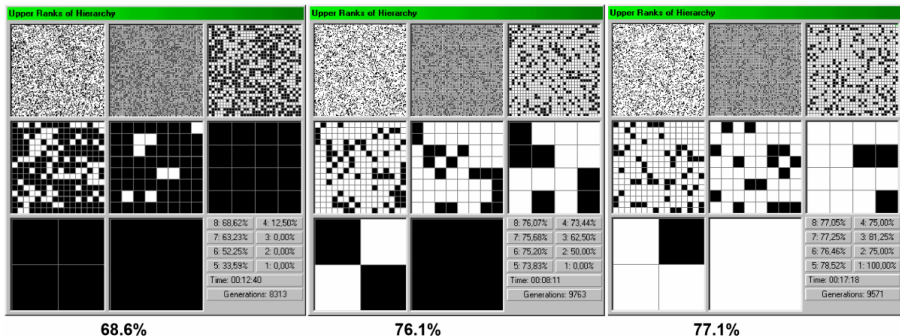
Bent 3/4



Kairėje - modelis, o dešinėje - Čikaga. Skirtingos spalvos atspindi skirtingas rases.

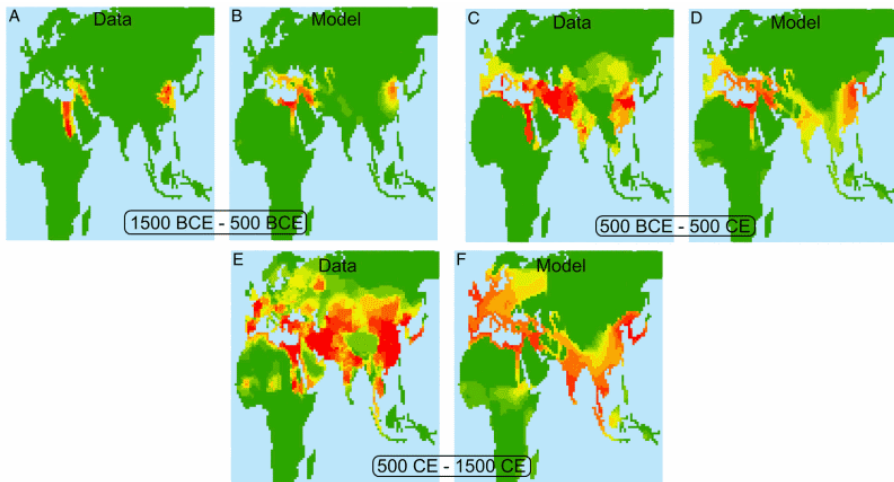
Gallam'o "referendumų" modelis

Kodėl airiai pasakė "Ne" Lisabonos sutarčiai?



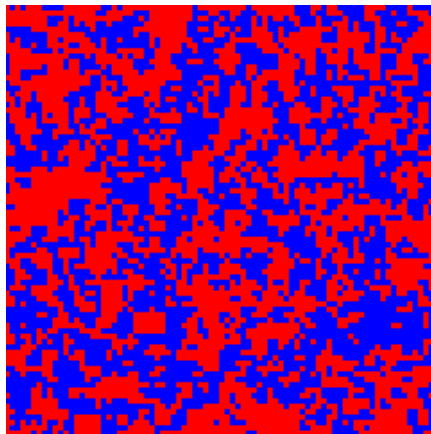
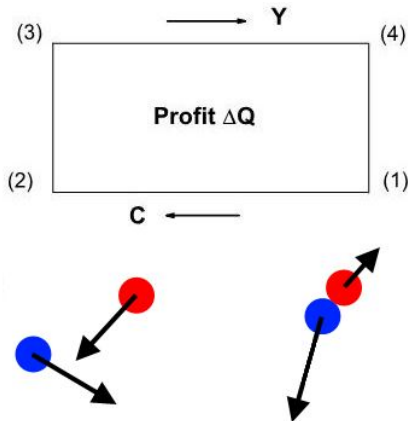
Juoda spalva žymimi balsuojantys "prieš", o balta spalva balsuojantys "už".

Skaičiuojamoji... istorija!



Įkvėpimo galima semtis iš fizikinių modelių

Karno ciklas, dujų kinetika ir Izingo modelis



“Dideli duomenys” kaip eksperimento pakaitalas

Daug duomenų kartais atstoja valdomą eksperimentą

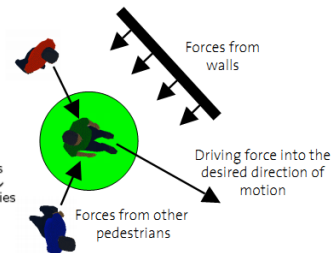


Surinktą informaciją galima panaudoti modeliui kurti

[Helbing & Molnar, 1995]

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

(acceleration equation)



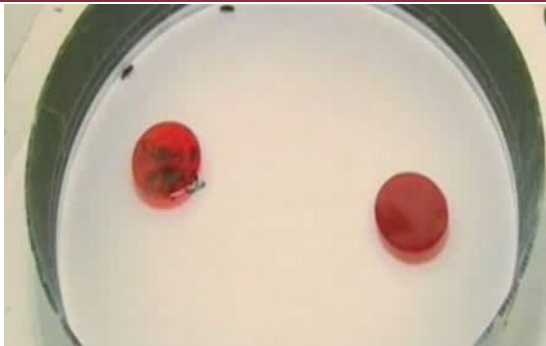
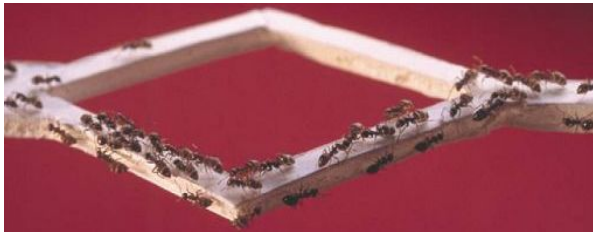
Ir modeliuojant gauti neakivaizdžias išvadas



SHOCKWAVE TRAFFIC JAMS
RECREATED FOR FIRST TIME

Footage courtesy of
University of Nagoya,
Nagoya, Japan

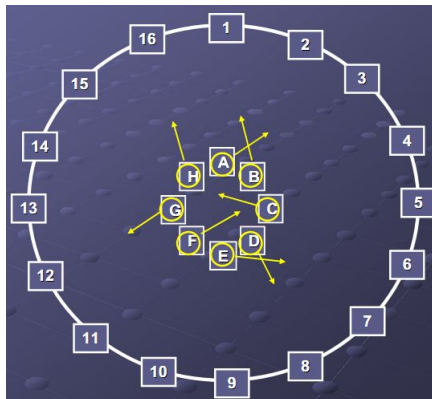
Bandos jausmas gamtoje



Lyderystė gyvūnų kolonijose

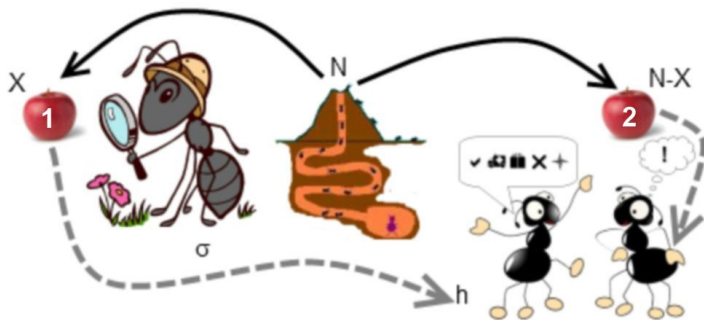


Lyderystė - žmonių eksperimentas



Rezultatas: 200 žmonių judėjimą gali kontroliuoti vos 10 individų.

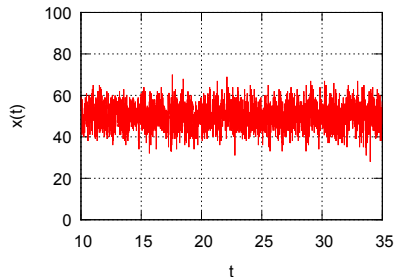
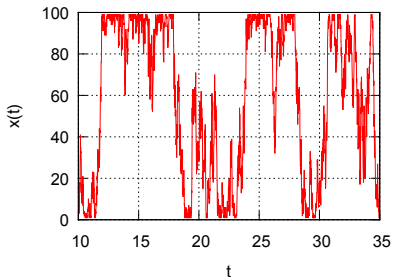
Matematinis bandos jausmo modelis



Maisto šaltinio keitimo tikimybės:

$$\begin{aligned}\mu_{1 \rightarrow 2} &= \sigma_2 + h(N - X), \\ \mu_{2 \rightarrow 1} &= \sigma_1 + hX.\end{aligned}$$

Bandos jausmo modelio dinamika

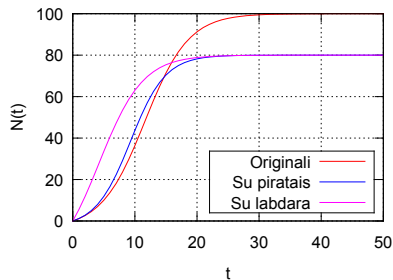
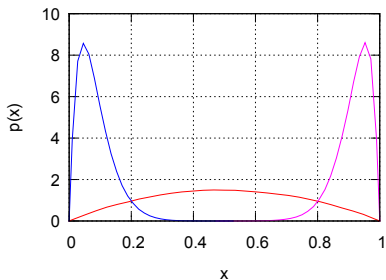


Priklausomai nuo pasirinktų parametru galime stebėti du skirtingus elgesio pobūdžius. Ir viename jų dideli nuokrypiai kyla iš sistemos vidaus.

Realistiška?



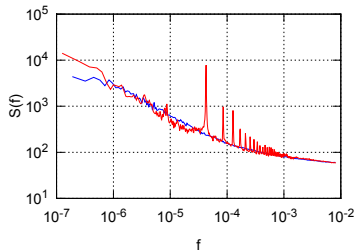
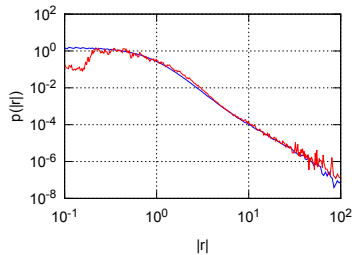
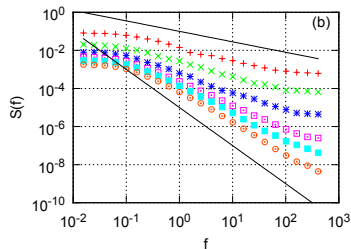
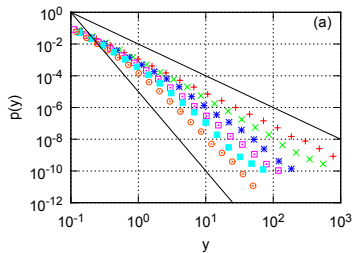
Lyderystė ir efektyvaus marketingo strategijos



Kas nutiktų, jei maža dalis agentų būtų valdomi (kairėje)?
Kaip pardavimų spartą veikia piratavimas ir labdara (dešinėje)?

Pritaikoma sudėtingesniais atvejais?



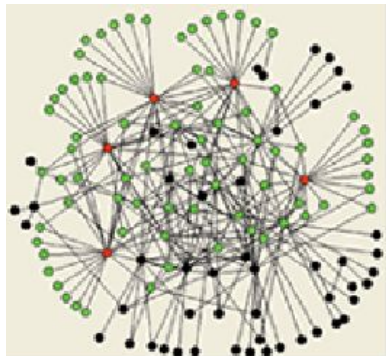


Tinklų modeliavimas

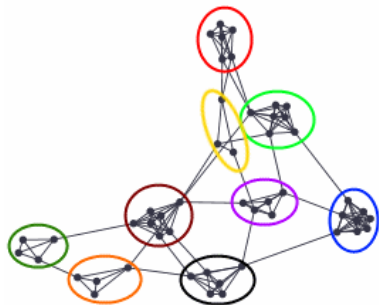
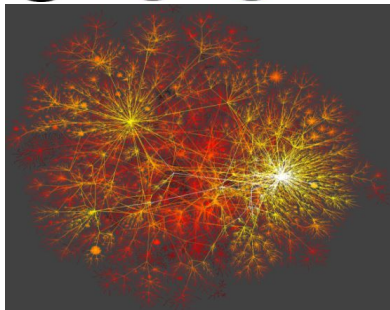
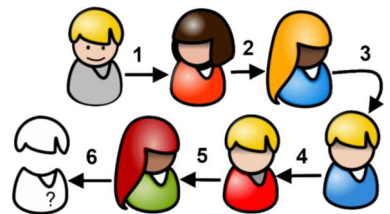
Kas tai? Kam to reikia?

Tinklų modeliavime ypatingai svarbi tampa **pati sąveikų struktūra**.

- Kaip sparčiai paplis liga? Informacija? Kaip stabdyti ar skatinti jos plitimą?
- Kas nutiks, jei vienas sistemos elementas žlugs? Sistema atlaikys ar irgi žlugs?

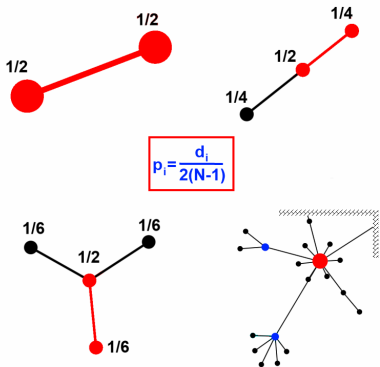


Mūsų didelis pasaulis yra iš tiesų itin mažas

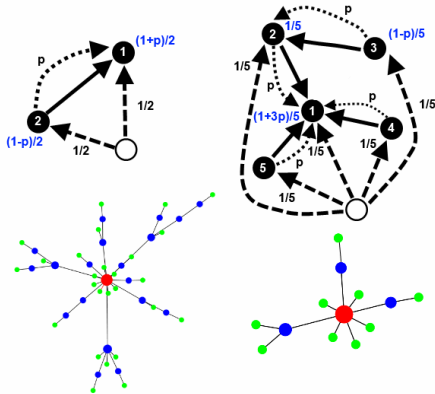


Iš kur atsiranda laipsniniai skirstiniai tinkluose?

Barabasi-Albert modelis

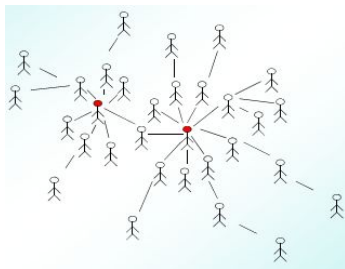
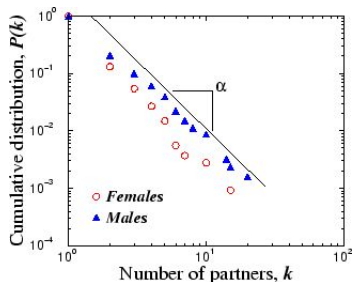


Brianų nukreipimo modelis



Ką nulemia laipsniniai skirstiniai?

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.

Žinutė parsinešimui namo

Žmonės sako, kad matematika yra sudėtinga. Netikėkit jais - gyvenimas yra sudėtingas, o matematika palyginus su juo yra paprasta.

Handwritten mathematical notes on grid paper. The visible expressions include:

$$\frac{-i}{2\pi\beta a} [q(s) - a - \beta a \xi] (\ln(q(s) - a - \beta a \xi))$$
$$\frac{-i}{2\pi\beta b} [q(s) - b + \beta b \xi] (\ln(q(s) - b + \beta b \xi))$$
$$-q(s) \left(\frac{1}{\beta a} + \frac{1}{\beta b} \right) + \frac{a}{\beta a} + \frac{b}{\beta b}$$

Dėl viso to sudėtingumo kaltos netiesinės sąveikos - bandos jausmas.

Ačiū už dėmesį

aleksejus.kononovicius@gmail.com

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

