Kuo fizikams įdomus žmonių elgesys?

Aleksejus Kononovičius

aleksejus.kononovicius@tfai.vu.lt

kononovicius.lt rf.mokslasplius.lt

VILNIAUS UNIVERSITETAS · 1579 · UNIVERSITAS VILNENSIS

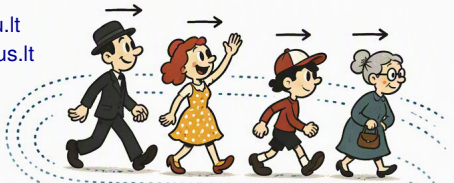
Fizikos fakultetas

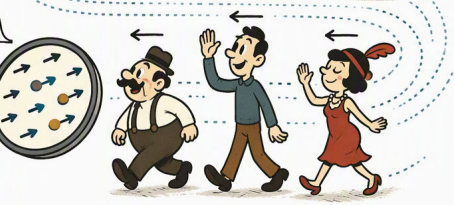
tfai

RISK Physics

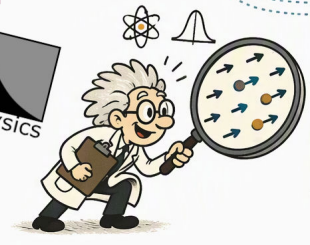








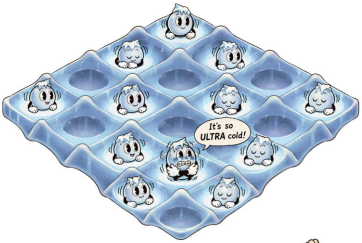




Fono elementai generuoti naudojant Dirbtinį Intelektą (DI)

Teorinė fizika ir astronomija





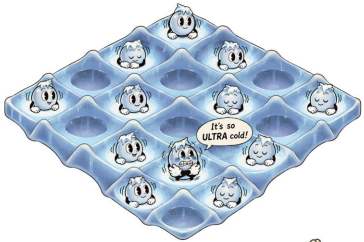




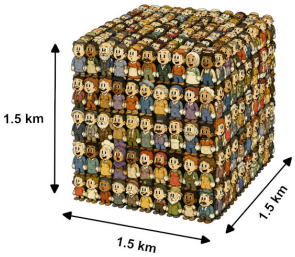
DI

Teorinė fizika ir astronomija, ir “kompleksinės” sistemos





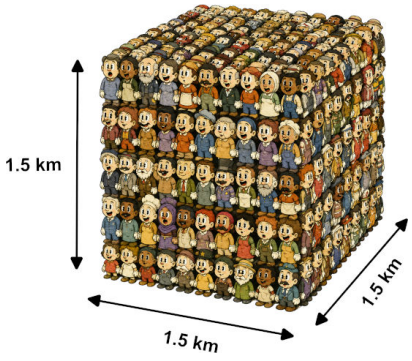






DI

“Žmonijos kubas” yra įmanomas, nes...



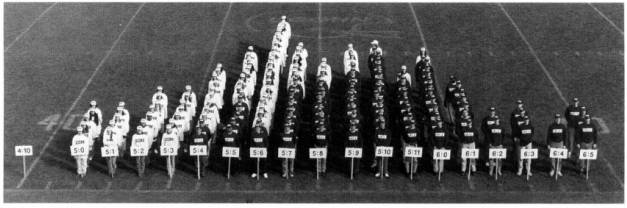
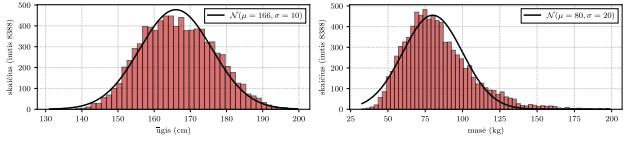


Figure 7. Living histogram of 143 student heights at University of Connecticut.



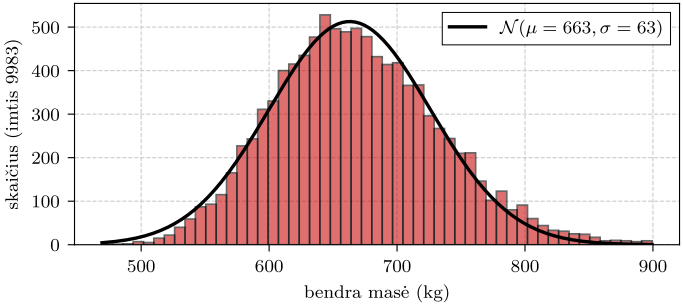
...beveik kiekvieno žmogaus ūgis yra $\mu \pm 3\sigma$.

Paveiksle $\mathcal{N}$ žymi normalųjį (Gauso) skirstinį (μ – vidurkis, σ – std. nuokrypis)

DI, [Schilling *et al.*(2012)], AK NHANES 2018(Kaggle)

“Normalumas” yra patogus

Jei 8 atsitiktiniai žmonės lipa į liftą, tai…





NHANES 2018 (Kaggle); AK, DI

O jei žmonės būtų kaip miestai...

8 (beveik) atsitiktiniai miestai:

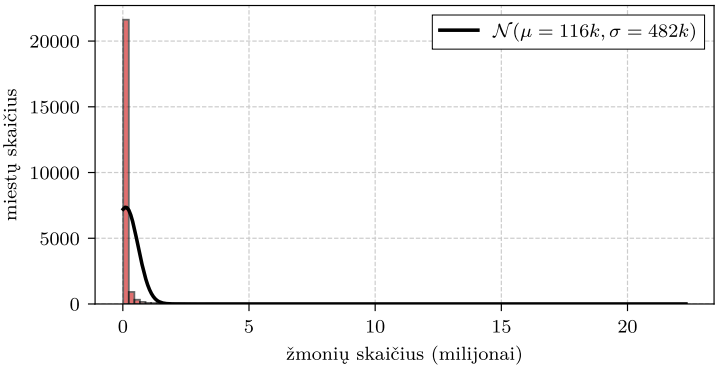
- Balezino, RU ($\sim 17k$)
- Gartenstadt, DE ($\sim 18k$)
- Shrirangapattana, IN ($\sim 24k$)
- Pocito, AR ($\sim 41k$)
- Macclesfield, GB ($\sim 64k$)
- Hasuda, JP ($\sim 65k$)
- Vilnius, LT ($\sim 542k$)
- Mexico, MX ($\sim 12.3M$)

Viso: $\sim 13M$.



geonames.org 2017 (Kaggle) DI

Miestai nėra “normalūs”!

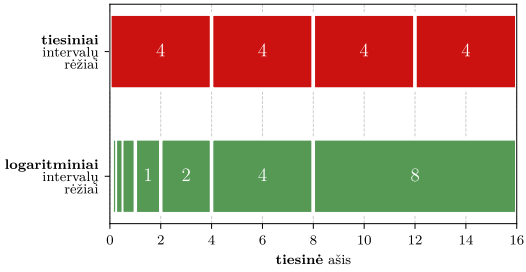


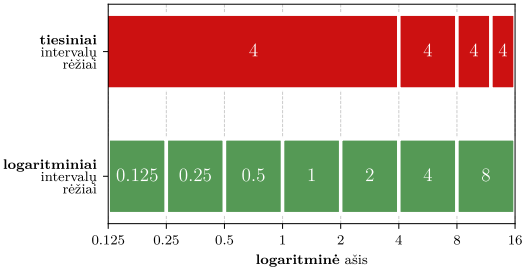


geonames.org 2017 (Kaggle) AK, DI

Kaip pažvelgti detaliau?

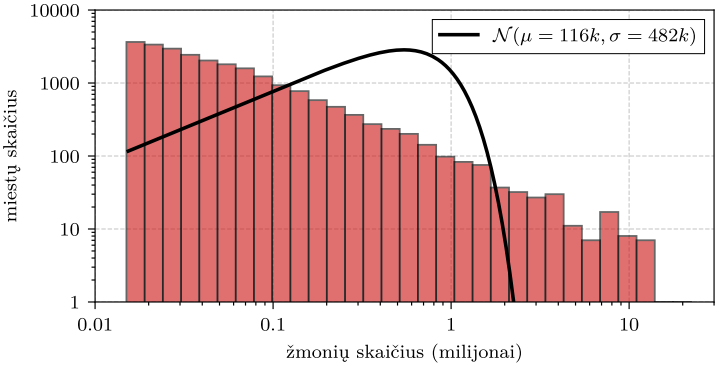
Pakeiskime **histogramos intervalų rėžius** ir **paveikslo ašis**.





AK

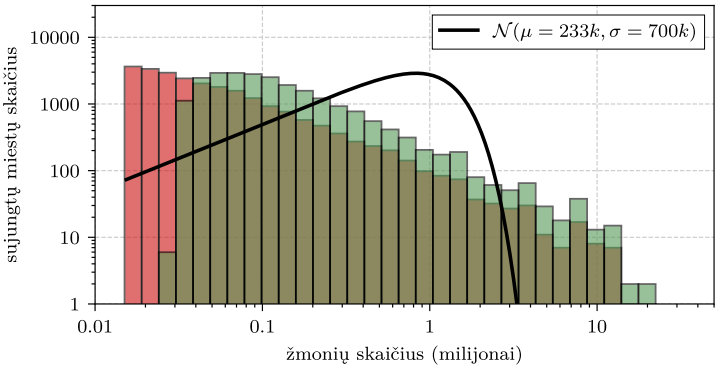
Įdomesnis paveikslas





geonames.org 2017 (Kaggle) AK, DI

Kai “uodegos” yra “storos”, tai sudėtis veikia kitaip





geonames.org 2017 (Kaggle) AK, DI

Kodėl mūsų miestai yra tokie keisti?



Fonas sugeneruotas naudojant DI

Malthus'o augimo modelis

XVIII a. pabaigoje *Thomas Malthus* pasiūlė žmonijos augimo modelį. Jį užrašykime

$$X_{t+1} = X_t + \alpha X_t, \quad \text{arba} \quad \Delta X_t = \alpha X_t.$$

Čia matematiniai žymėjimai:

- X_t yra žmonių skaičius laiko momentu t,
- ΔX_t yra žmonių skaičiaus pokytis laiko momentu t (t.y., $\Delta X_t = X_{t+1} - X_t$),
- α yra savitas augimo greitis.



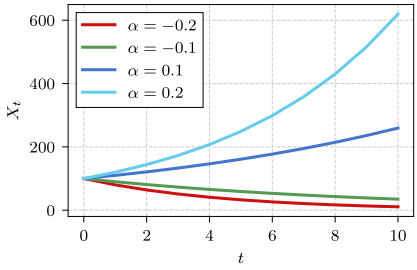
[Malthusian growth model (Wikipedia)] J. Linnel (Wikimedia)

Malthus'o modelis yra nuobodus

Modelis turi vieną pusiausvyros ($\Delta X = 0$) tašką,

$$0 = \alpha P \quad \Rightarrow \quad P = 0.$$

Ar žmonija augs (iki begalybės), ar išmirs, nulemia tik α vertė.



AK

Pasaulio pabaiga 2026?



← Delfi Naujienos Sportas Verslas Veidai Laisvalaikis Delfi TV Delfi fone

MOKSLAS | Mokslas LOGIN

Tik dabar visas turinys **1,05 €/mėn.** NORIU

Delfi › Mokslas › Mokslas 2026.10.03 16:43 **ATNAUJINTA** 2026.10.07 09:29

Mokslininkai prieš 66 metus apskaičiavo pasaulio pabaigos datą – ir ji bus jau kitą mėnesį (18)

Parengė Indrė Kochmanaitė-Buran

Šaltinis: **Delfi**



Doomsday: Friday,
13 November, A.D. 2026

At this date human population will approach infinity
if it grows as it has grown in the last two millenia.

Heinz von Foerster, Patricia M. Mora, Lawrence W. Amiot

Among the many different aspects which may be of interest in the study of biological populations (I) is the one in which attempts are made to estimate the past and the future of such a population in terms of the number of its elements, if the behavior of this population is observable over a reasonable period of time.

All such attempts make use of two fundamental facts concerning an individual element of a closed biological population—namely, (i) that each element comes into existence by a sexual or asexual process performed by another element of this population ("birth"), and (ii) that after a finite time each element will cease to be a distinguishable member of this population and has to be excluded from the population count ("death").

Under conditions which come close to being paradise—that is, no environmental hazards, unlimited food supply, and no detrimental interaction between elements—the fate of a biological population as a whole is completely determined at all times by reference to the two fundamental properties of an individual element: its fertility and its mortality. Assume, for simplicity, a fictitious population in which all elements behave identically (equivivant population, 2) displaying a fertility of γ- offspring per element per unit time and having a mortality $\phi_t = 1/t_m$, derived from the life span for an individual element of t_m units of time. Clearly, the

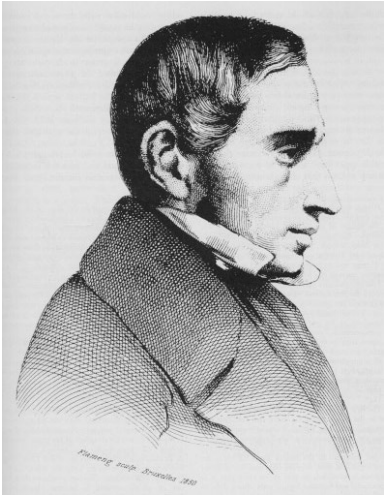
[delfi.lt], [Foerster et al. (1960)]

Verhulst'o apriboto augimo modelis

XIX a. viduryje *Pierre Verhulst* pasiūlė Malthus'o augimo modelio patobulinimą,

$$\Delta X_t = \alpha X_t \left(K - X_t\right).$$

Čia, naujas žymėjimas, K žymi "talpą".



[Pierre Francois Verhulst (Wikipedia)], [Verhulst model (Physics of Risk)] Wikimedia

Verhulst'o modelis yra įdomesnis

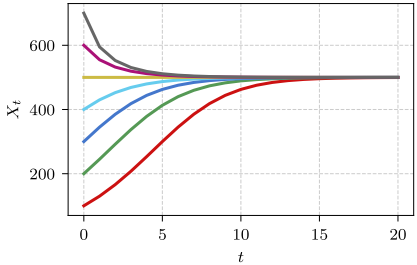
Ieškodami pusiausvyros taškų,

$$0 = \alpha P\left(K - P\right),$$

randame du taškus:

$$P_{(1)} = 0, \quad P_{(2)} = K.$$

Po ilgo laiko, nepriklausomai nuo pradinės vertės, žmonių skaičius nusistovės ties K.

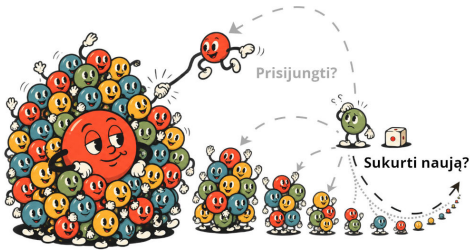


Skirtingiems pradžios taškams (X_0) žmonių skaičius laikui bėgant pasiekia vertę K.

AK

Simon’o prisijungimo pagal populiarumą modelis

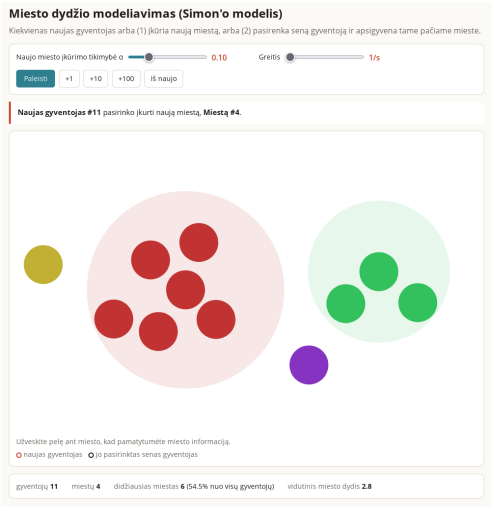
XX a. viduryje *Herbert A. Simon* pasiūlė modelį, kurį nesunku pritaikyti miestams.

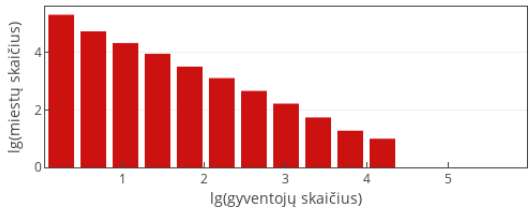




Panašų modelį kiek anksčiau pasiūlė *Udny Yule* [Simon model (Wikipedia)] DI, Wikimedia

Simon’o modelis yra tai ko pakanka





Gyventojų: 3017001 Miestų: 302287 Didžiausias: #1 (854025 gyv.)
Vidutinis: 10.0

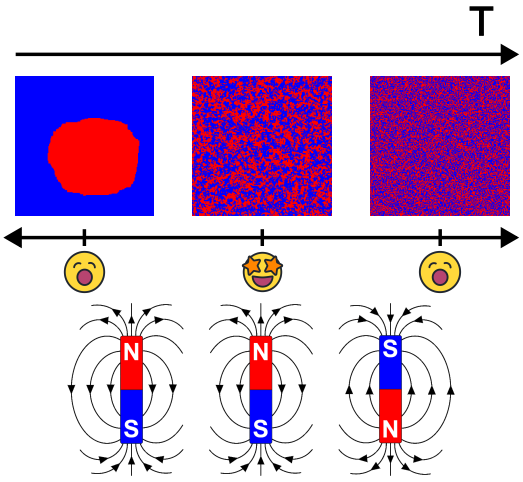
α = 0.10

Pradėti | Tęsti | +1M

Panašų vaizdą matėme duomenyse!

Claude, AK

Tai kuo fizikams įdomus žmonių elgesys?

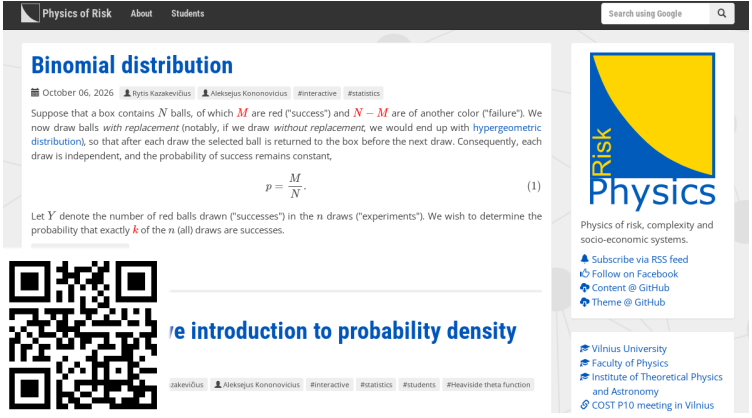


- Pavieniai žmonės yra “normalūs”, nors ir nenuspėjami.
- Didelės žmonių grupės gali būti “keistos”, bet nuspėjamos.
- Lygiai kaip ir įprasti fizikų tyrinėjami objektai.

“Visi modeliai yra klaidingi, bet kai kurie jų yra naudingi” (George Box)

flaticon.com Physics of Risk, AK

Dėkui už dėmesį! Klausimų?



Daugiau “Rizikos fizikoje” (ir rf.mokslasplius.lt).

Fizikos fakultetas



Aleksejus Kononovičius
VU FF TFAI
kononovicius.lt

Physics of Risk, DI

STUDENTAS VIENAI DIENAI

Dėkojame, kad dalyvavote VU renginyje „Studentas vienai dienai“

Savo atsiliepimą galite palikti nuskanavę QR kodą.

