BI-VZD přednáška 0

Alexander Kovalenko

FIT ČVUT

14. 02. 2022

Authors: Karel Klouda, Daniel Vašata, Alexander Kovalenko
Please report any problems, suggestions etc. in GitLab.
File version: 14. února 2022 09:59.

Co bude v dnešní přednášce

- Organizace předmětu atp.,
- proč se to učit, příklady využití,
- přelet nad probíranou látkou,
- studijní materiály: z čeho se učit a co už umět,

Vyučující předmětu

- **Alexander Kovalenko** (cvičí a právě přednáší),

- **Pavel Kordík** (garant v pozadí, spoluautor sylabu, pečuje přednášky lidí z praxe)

Zápočet

- **Zápočet bude postaven na vypracovávání domácích úkolů.**
- Úkoly budou během semestru **tři, každý za max. 15 bodů**.
- Zadání a instrukce k vypracování a odevzdání najdete na stránkách předmětu:

---

courses.fit.cvut.cz/BI-VZD/

- Zadání prvního úkolu bude zveřejněno zde.
- Vyučující Vám také může udělit až **10 bonusových bodů** dle svého uvážení ;).
- **K získání zápočtu je třeba získat alespoň 25 bodů.**

Domácí úkoly

- Domácí úkoly budete vypracovávat v jazyce Python ve formátu Jupyter notebook (`.ipynb`).
- Zadání úkolu je notebook, ve kterém jsou podrobně popsány body zadání a který slouží k doplnění Vašeho kódu.
- Úkoly se budou odevzdávat přes fakultní GitLab, přesné instrukce najdete v sekci Domácí úkoly na stránkách předmětu.
- Váš cvičící bude komentovat a vysvětlovat své hodnocení v rámci *issue* Vašeho repozitáře. Má ale také právo si vyžádat **osobní konzultaci nad úkolem, kde musíte být schopni Vaše řešení vysvětlit a obhájit**.

Zkouška

- Zkouška bude mít **pouze ústní část**.

- U ústní zkoušky budou každému studentovi přiděleny **dvě otázky z předem zveřejněného seznamu**. Bude mít nějaký čas na vypracování písemné přípravy, nad kterou pak bude diskutovat postupně s dvěma přednášejícími.

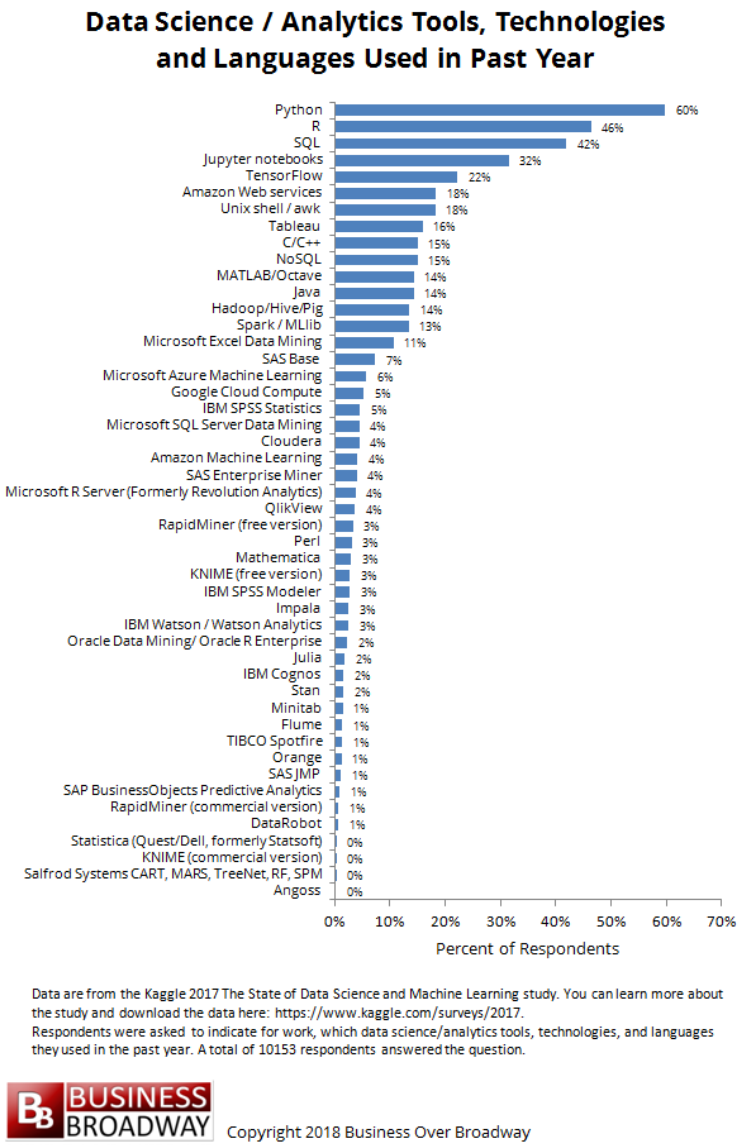
Předpokládaný FAQ

Je u ústní části právo veta?
Po kratší diskuzi vyučujících jsme veto nezavedli, ale bylo to těsně. Můžete ovšem dostat 0 bodů ;).

Jak dlouho bude zkouška trvat?
Budete pozvaní na konkrétní čas, na přípravu budete mít alespoň 20 minut, zkoušení pak trvá dalších max. 20 minut.

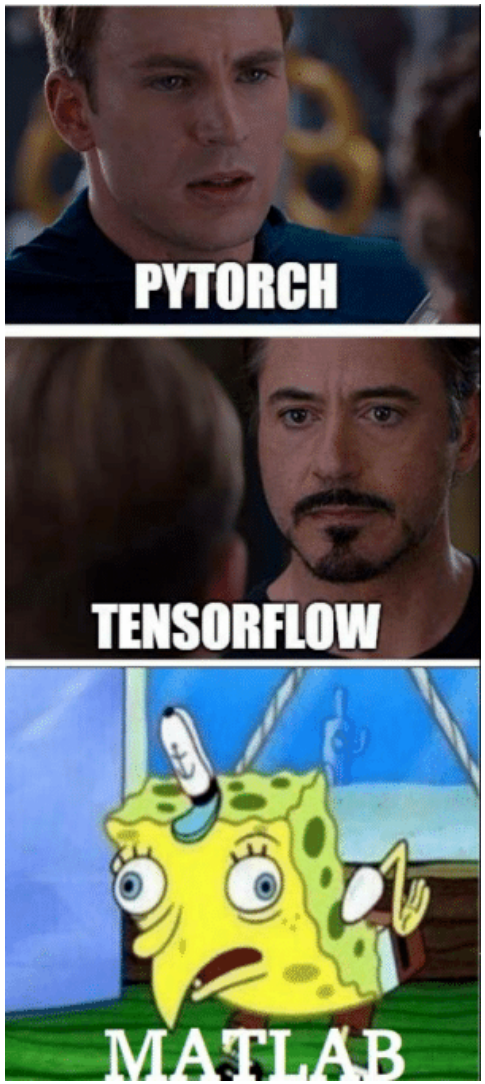
O čem to všechno vlastně bude?

- Ve vší obecnosti: budeme se učit, jak z dat získat informace.
- Anglická *buzz words*, která popisují náplň tohoto předmětu, jsou **data mining** a **machine learning**; mezi těmito oblastmi je tenká a nezřetelná hranice.
- V tomto předmětu budeme používat jazyk **Python** a zejména balíčky, které se pro práci s daty používají.



O čem to všechno vlastně bude?

- Ve vší obecnosti: budeme se učit, jak z dat získat informace.
- Anglická *buzz words*, která popisují náplň tohoto předmětu, jsou **data mining** a **machine learning**; mezi těmito oblastmi je tenká a nezřetelná hranice.
- V tomto předmětu budeme používat jazyk **Python** a zejména balíčky, které se pro práci s daty používají.



Příklad: prenatální (1/4)

- S prvním *datovým modelem* jste se pravděpodobně setkali ještě v prenatálním období Vašeho života.
- Při odhadování porodní váhy plodu pomocí ultrazvuku (tzv. SONO) se používá mj. následující model:

Model pro porodní váhu (Shephard et al.)

$$\log_{10}(eFW) = -1.749 + 0.017 \cdot BPD + 0.005 \cdot AC - \frac{2.646}{1000} \cdot (BPD \cdot AC),$$

eFW = odhadovaná hmotnost při narození, BPD = biparietal diameter (příčný průměr hlavy), AC = abdominal circumference (obvod břicha).

- Pro nás to bude **lineární regresní model** (6. přednáška), kde je
  - porodní váha eFW tzv. **vysvětlovaná proměnná** (angl. **target variable**),
  - BPD, AC a $BPD \cdot AC$ jsou pak tři tzv. **příznaky** (anlg. a často i česky **features**),
  - čísla $1.749, 0.017$ atd. jsou takzvané **regresní koeficienty** (příp. váhy), obecně **parametry modelu**.

Příklad: prenatální (2/4)

Model pro porodní váhu (Shephard et al.)

$$\log_{10}(eFW) = -1.749 + 0.017 \cdot BPD + 0.005 \cdot AC - \frac{2.646}{1000} \cdot (BPD \cdot AC),$$

- **Jak se tento model používá?**
  1. Na ultrazvuku se změříte veličiny BPD a AC,
  2. získaná čísla dosadíte do pravé strany vzorce,
  3. výsledek je odhad hodnoty $\log_{10}(eFW)$ a tedy i kýžené porodní váhy eFW.

- **Kde se vzala ta divná čísla jako 2.646 apod.?**
  To se právě budeme učit v tomto kurzu: Jsou to parametry zvoleného modelu a ty se vždy nějakým způsobem odhadují na základě dostupných dat, to je tzv. **učení modelu**.

Příklad: prenatální (3/4)

Jak asi pan Shephard et al. došli právě k tomuto modelu:

1. Z nějakého důvodu věřili, že příznaky BPD a AC jsou pro porodní váhu důležité. Nejspíše ale zkoušeli i jiné, ale ty buď nepřinášely velké zlepšení nebo se daly BPD a AC plně nahradit.

2. Pomocí různých testovacích procedur si jako model zvolili lineární regresní model s třemi příznaky a čtyřmi koeficienty:

$$\log_{10}(eFW) = w_0 + w_1 \cdot BPD + w_2 \cdot AC + w_3 \cdot (BPD \cdot AC).$$

3. Předchozí fázi, kdy hledáme „tvar“ modelu, se říká **ladění hyperparametrů** (angl. **hyperparameter tuning**).

4. Koeficienty w_i pak odhadli z dat o již narozených dětech, u kterých měli přesnou porodní váhu i prenatálně naměřené hodnoty BPD a AC.

Příklad: prenatální (4/4)

Zmíněná data, na kterých se model učil (a testoval), mohla vypadat nějak takto:

`kid_id`	FW	BCD	AC
1	číslo	číslo	číslo
2	číslo	číslo	číslo
⋮	⋮	⋮	⋮

Pro zajímavost (detaily v 6. přednášce):

- Označme sloupec pod FW jako vektor $\boldsymbol{Y}$
- a vytvořme matici $\mathbf{X}$ o čtyřech sloupcích, kde v každém řádku je vektor $(1, BCD, AC, BCD \cdot AC)$.
- Nejpoužívanější metoda pro výpočet koeficientů w_i je **metoda nejmenších čtverců**, ta nám říká, že

$$(w_0, w_1, w_2, w_3)^T = (\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\boldsymbol{Y}.$$

- Tento vzorec jsme získali vyřešením jistého optimalizačního problému (a.k.a. *hledání extrémů*), což je velice častý případ: **učení modelu = optimalizace**!

Supervizované vs. nesupervizované učení

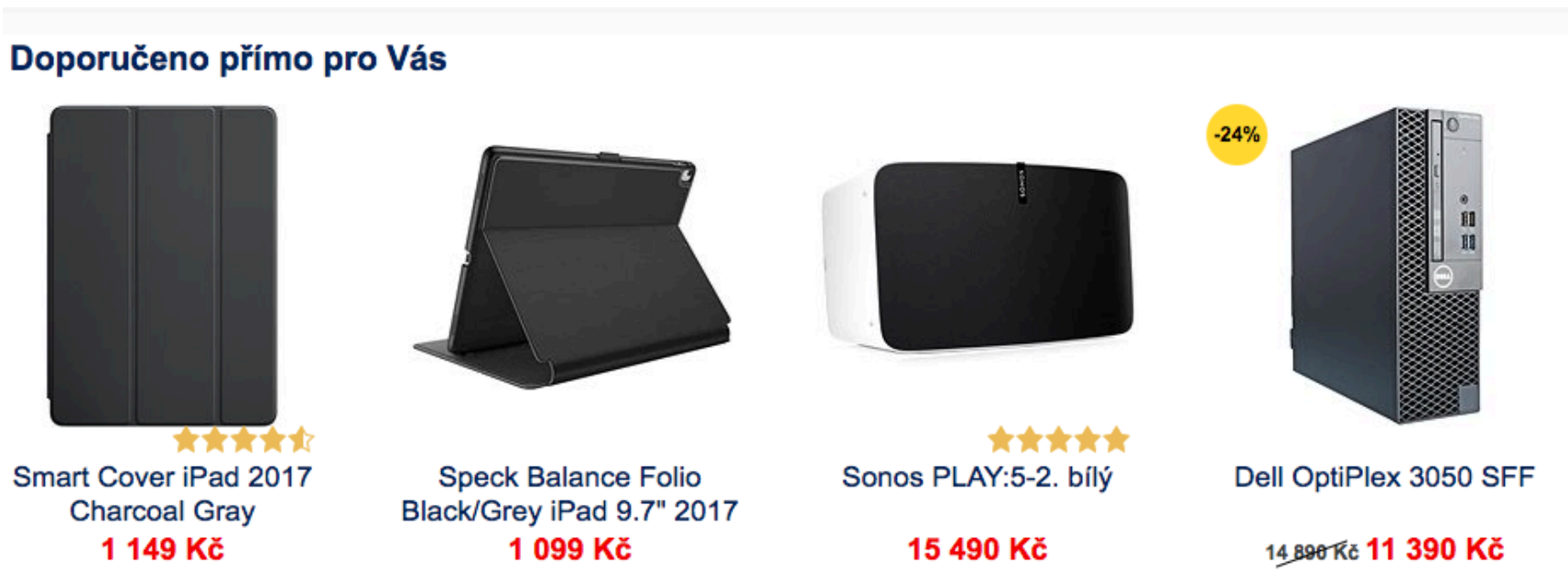
- Předchozí *prenatální* příklad je typickou ukázkou **supervizovaného učení** (učení s učitelem, angl. **supervized learning**).
- Tím „učitelem“ jsou zde známé hodnoty porodních vah u dětí, což je veličina, kterou se snažíme pomocí modelu *predikovat* resp. pochopit, na čem závisí.
- Někdy takovou veličinu ale ani nemáme a prostě se v datech pokoušíme nějak vyznat a najít jejich skrytou strukturu.
- Takovým problémům se říká **nesupervizované učení** (učení bez učitele) a typickým příkladem je **clusterování** dat (téma 4. přednášky).

Příklady nesupervizovaného učení

- Problém clusterování je velice obvyklý v praxi.
- Pokud máte například e-shop (nebo banku, nebo telefonního operátora), chcete se vyznat ve svých zákaznících, o kterých máte nasbíraná různá data (tzv. *customer segmentation*).
- Můžete tak hledat např. podmnožinu „nejlepších“ zákazníků, kterým má cenu věnovat speciální péči. Nebo naopak skupinu, která potřebuje k polepšení pomoci nějakou reklamní akcí (cílení reklamy je velký byznys).
- Do nesupervizovaného učení také (obvykle) spadá i **detekce anomálií** (angl. **anomaly detection**).
- Např. banka se snaží najít podezřelé transakce (fraud detection, ochrana proti zneužití karty, atp.).

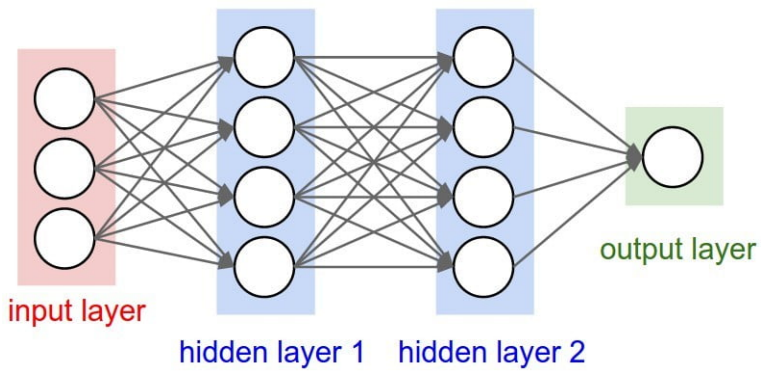
Další příklady: doporučovací systémy

- Dalším příkladem problému řešeného pomocí zkoumání dat je tzv. **doporučování** (angl. **recommendation**).
- Například: vlastníte-li e-shop (příp. internetový časopis, iTunes, Netflix atp.), snažíte se na základě dat o zákaznících a zejména zákazníkovi, který právě prohlíží Vaše stránky, odhadnout, co by si tak mohl ještě chtít koupit (přečíst, podívat, poslechnout) a to mu ukázat.



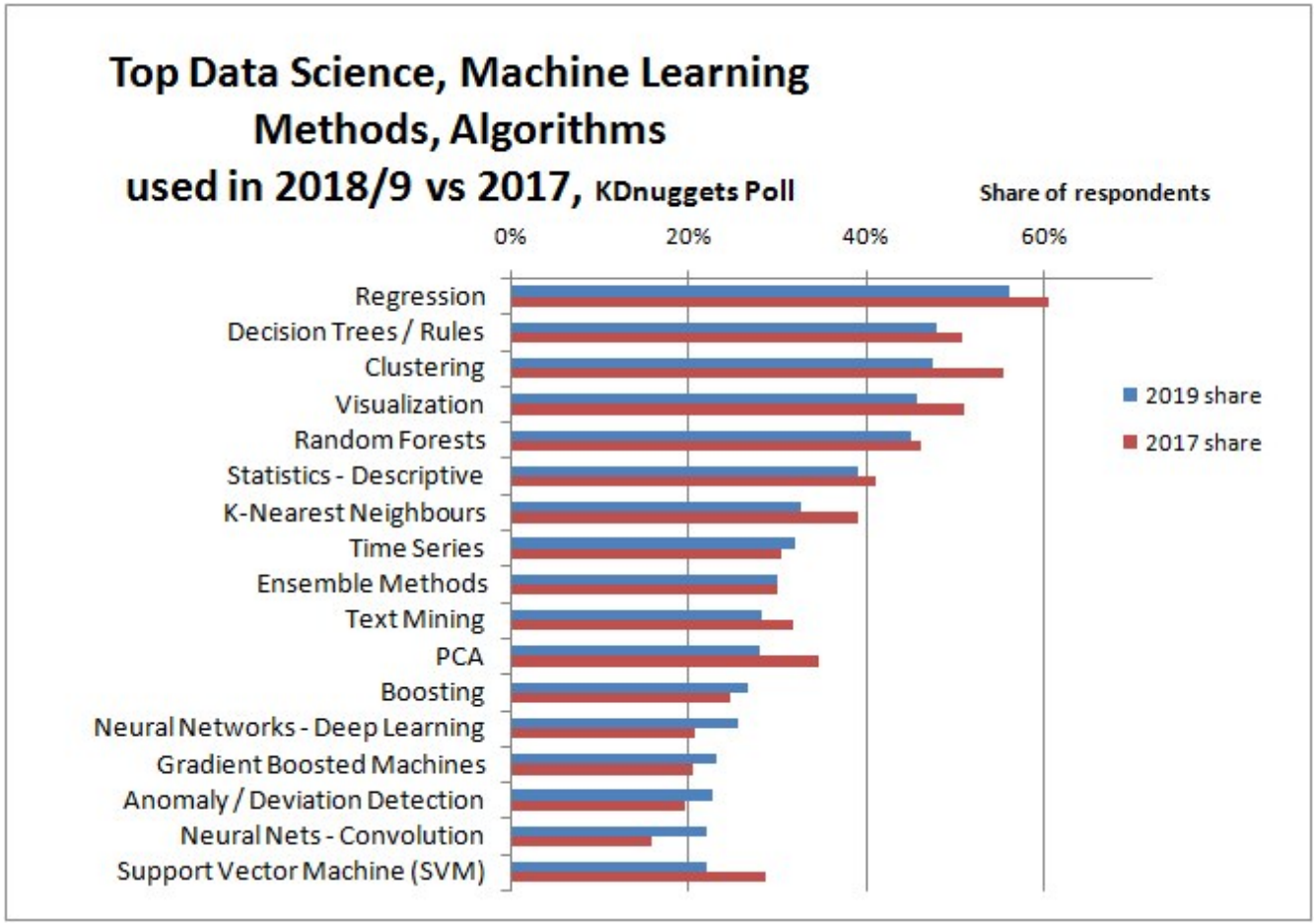
Další příklady: data bez jasných příznaků

- Data ale vždy nemusí mít formu tabulky. Může se jednat o obrázky, videa, časové řady, dlouhé texty atp., ze kterých je těžké získat pro modely příznaky.
- V takovém případě si musíte dát práci a nějaké příznaky z dat vydolovat (tzv. **feature extraction**).
- Nebo použijete algoritmy a metody, které si příznaky vytvářejí samy automaticky.
- Mezi takové metody patří (čím dál populárnější) umělé **neuronové sítě** (angl. artificial **neural networks**, ANN)
- ANN se používají k všemožným úkolům (překlady, detekce objektů v obrázku videu, hraní GO, clusterování, detekci anomálií, ...).



Metody a algoritmy

- Cílem tohoto kurzu je naučit Vás základy dané problematiky, a tedy se zaměříme především na základní metody a algoritmy a na řešení problémů spojených s jejich použitím.
- Ovšem i úplně základní metody stále patří k nejpoužívanějším v praxi!



Témata přednášek (orientační)

1. Úvodní a přehledová přednáška
2. Rozhodovací stromy
3. Ensemble metody (náhodný les / Adaboost / Bagging / Bootstrapping)
4. Clustering (K-means, hierarchical clustering)
5. Lineární regrese
6. Logistická regrese
7. Redukce dimenzionality (SVD, PCA)
8. NLP = natural language processing
9. Vizualizace
10. *host z praxe???*
11. *host z praxe???*

Z čeho se učit

- Studijní materiály tohoto předmětu by Vám měly stačit pro jeho absolvování: jsou to prezentace k přednáškám (vč. jejich handout formátu), Jupyter notebooky ke cvičením a svým způsobem i úkoly.

- Probírané metody patří ke klasické látce a lze k nim najít nepřeberné množství videí a textů.

- Pěkným zdrojem je dokumentace ke knihovně `scikit-learn`, kterou budeme pro aplikování probíraných modelů především používat.

- Užitečným zdrojem (nejen) zajímavých datasetů je server www.kaggle.com. Tam najdete uživateli vytvořené příklady použití různých metod, tipy a triky, soutěže (i o docela slušné peníze) atp. **Silně doporučujeme se tam zaregistrovat.**

Co už byste měli umět (1/2)

- Předpokládáme, že už umíte programovat, ale nepředpokládáme znalost Pythonu.
- Naučit se základy Pythonu, hlavně specializovaných knihoven, je součást tohoto kurzu.
- O některých metodách už jste slyšeli v *BI-PST: Pravděpodobnost a statistika*, ale fakticky o látce nemusíte vědět nic ;).
- Předpokládáme znalost lineární algebry (*BI-LIN*) a matematické analýzy (*BI-ZMA, MI-MPI*), neb tabulky jsou matice a strojově učit znamená optimalizovat!!!
- Také předpokládáme základní nalosti pravděpodobnosti a statistiky z *BI-PST: Pravděpodobnost a statistika*

Co už byste měli umět (2/2)

Machine Learning in a nutshell

[zdroj: xkcd.com/1838/]

Tak jsme si popovídali a teď začneme naostro!