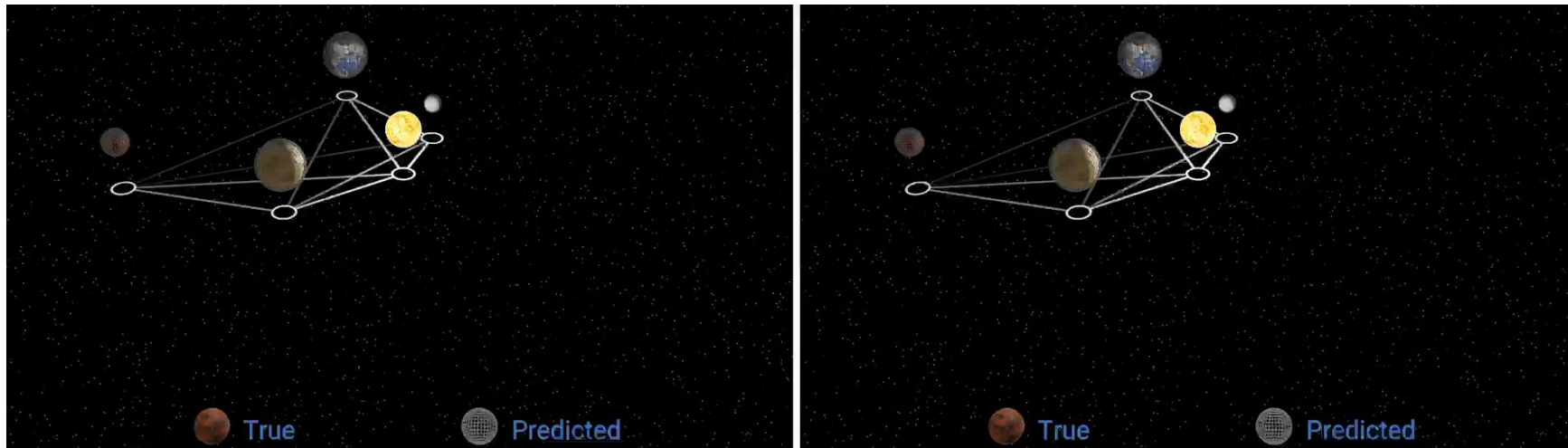




Riešenia a výzvy generatívnej umelej inteligencie



Ľubomír Antoni, Gabriel Semanišin a kolektív
Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta

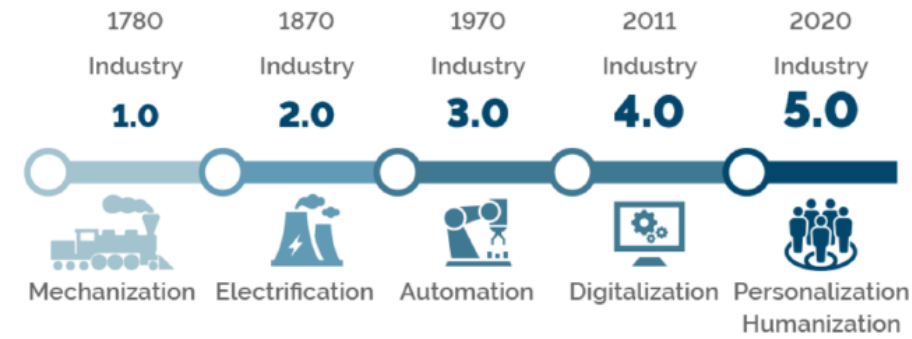
Stretnutie Klubu riaditeľov SŠ pri PF UPJŠ

Košice, 7. marec 2024

<https://www.upjs.sk/prirodovedecka-fakulta/pracoviska/ustavy-pf/uinf/>



Terminológia



ARTIFICIAL INTELLIGENCE

IS NOT NEW

Digital intelligence represents an integration of artificial intelligence, cloud computing, internet of everything, virtual reality

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Any technique which enables computers to mimic human behavior



MACHINE LEARNING

AI techniques that give computers the ability to learn without being explicitly programmed to do so



DEEP LEARNING

A subset of ML which make the computation of multi-layer neural networks feasible



1950's

1960's

1970's

1980's

1990's

2000's

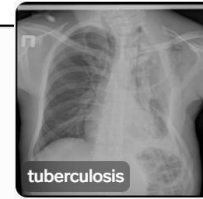
2010s



Základné typy úloh a nástrojov v oblasti umelej inteligencie/strojového učenia

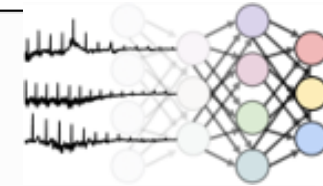
Klasifikácia obrázkov / videí (postupnosti obrázkov)

- **Kategórie:** tuberkulóza, normálny RTG snímok
- **Nástroje:** Microsoft Lobe, TensorFlow library in Python



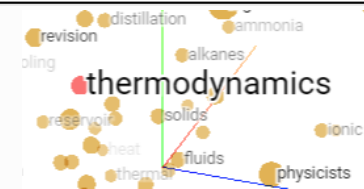
Klasifikácia signálov

- **Kategórie:** 20 typov diagnóz pri EKG záznamoch
- **Nástroje:** Cordelia, Scipy library in Python



Textová analýza

- Klasifikácia lekárskech správ, reprezentácia slov
- **Nástroje:** Embedding Projector, PoolParty



Tabuľkové dáta

- Pacienti a symptómy, diagnózy a lieky
- **Tools:** Minitab, RapidMiner, Weka

	Mass flow	Work	Heat
Open	1	1	1
Closed	0	1	1
Thermally isolated	0	1	0
Mechanically isolated	0	0	1
Isolated	0	0	0


I.

Klasifikácia obrázkov (študentský projekt)

- **Pripraviť dve alebo viac kategórií (tried, skupín) obrázkov.** (napr. dve diagnózy, tri kategórie zákazníkov a iné)
- **Každá kategória obrázkov je zahrnutá v samostatnom priečinku.**
- Microsoft Lobe (<https://www.lobe.ai/>): jednoduchá aplikácia na vytváranie modelov strojového učenia bez potreby programovania

Lobe_training

 Label


Training... 


 Use

All Images 20

normal 10

tuberculosis 10

 normal

 tuberculosis





Untitled

Label

Import

 Label

Train

Use


All Images 0

One 0

Two 0



To start training your model, import and label some images.

 Learn More

 Watch Tour

5 images per label needed to start training.

Lobe_training

Label

Train

Use

All Images 90 %

normal 90 %

tuberculosis 90 %

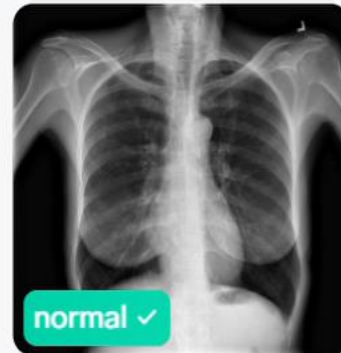
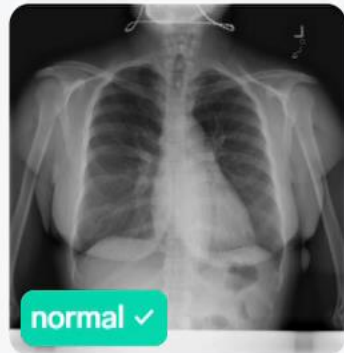
90% of your images are predicted correctly, 10% incorrectly.

All Images

View

Import

Correct 90 %



Incorrect 10 %



RTG hrudníka pri tuberkulóze

VSTUP:

Obraz v odtieňoch šedej môžeme reprezentovať 2D maticou s hodnotami od 0 do 255.

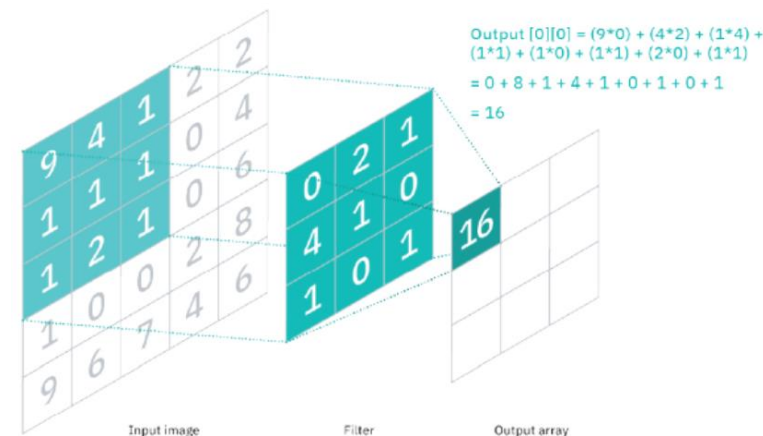


```
[[105 112 108 111 104 99 106 99 96 103 112 119 104 97 93 87]
 [ 91 98 102 106 104 79 98 103 99 105 123 136 110 105 94 85]
 [ 76 85 90 105 128 105 87 96 95 99 115 112 106 103 99 85]
 [ 99 81 81 93 120 131 127 100 95 98 102 99 96 93 101 94]
 [106 91 61 64 69 91 88 85 101 107 109 98 75 84 96 95]
 [114 188 85 55 55 69 64 54 64 87 112 129 98 74 84 91]
 [133 137 147 103 65 81 80 65 52 54 74 84 102 93 85 82]
 [128 137 144 140 109 95 86 70 62 65 63 63 60 73 86 101]
 [125 133 148 137 119 121 117 94 65 79 88 65 54 64 72 90]
 [127 125 131 147 133 127 126 131 111 96 80 75 61 64 72 84]
 [115 114 109 123 150 148 131 118 113 109 108 92 74 65 72 78]
 [ 89 93 90 97 108 147 131 118 113 114 113 109 100 95 77 80]
 [ 63 77 86 81 77 79 102 123 117 115 117 125 125 130 115 87]
 [ 62 65 82 80 78 71 80 101 124 126 110 101 107 114 131 119]
 [ 63 65 75 88 89 71 62 81 128 138 135 105 81 98 110 118]
 [ 87 83 71 87 100 95 89 45 76 130 120 107 92 94 105 112]
 [118 97 82 86 117 123 116 66 41 51 95 93 89 95 102 107]
 [164 146 112 80 82 128 124 104 76 48 45 66 88 101 102 109]
 [157 170 157 120 93 86 114 132 112 97 69 55 70 82 99 94]
 [138 128 134 161 139 100 109 118 121 134 114 87 65 53 69 86]
 [128 112 96 117 150 144 120 115 104 107 102 93 87 81 72 79]
 [123 107 96 86 83 112 153 149 122 109 104 75 80 107 112 99]
 [122 121 102 80 82 86 94 117 145 148 153 102 58 78 92 107]
 [122 164 148 103 71 56 78 83 93 103 119 139 102 61 69 84]]
```

Metóda:

Neurónová sieť

(„kreatívne násobenie matic“)



Zdroj dát:

<https://www.kaggle.com/datasets/tawsifurrahman/tuberculosis-tb-chest-xray-dataset>

VÝSTUP:

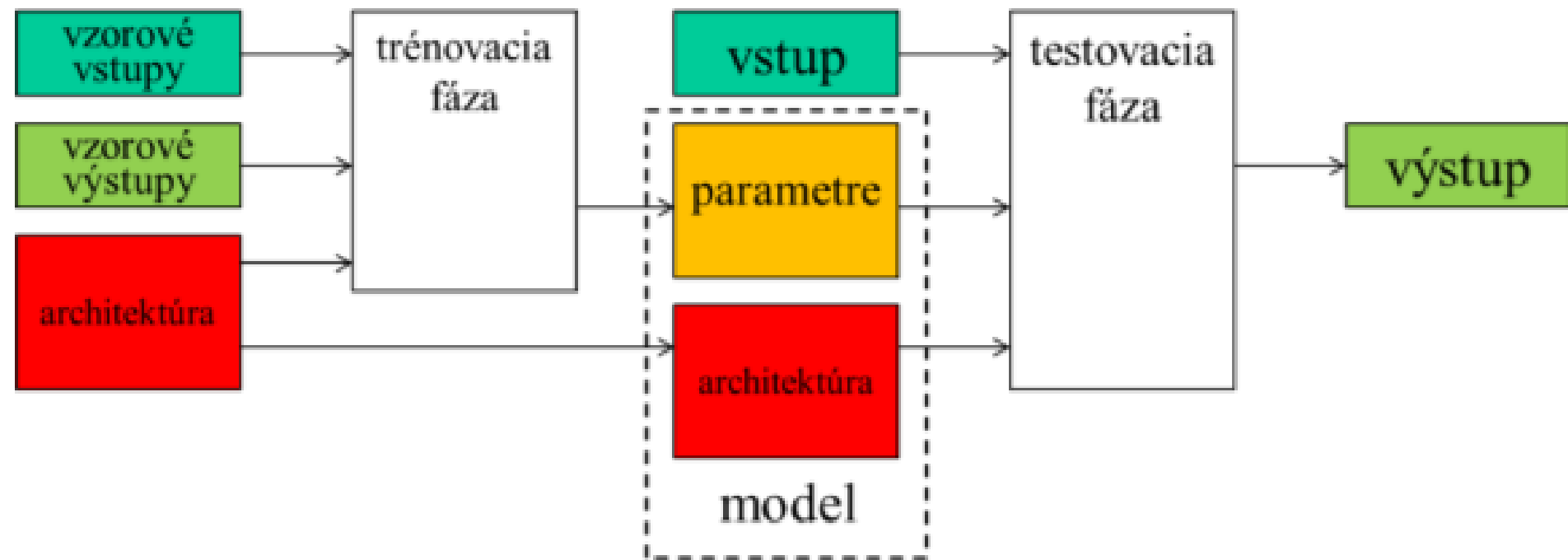
Pravdepodobnosť tuberkulózy



Klasické programovanie a strojové učenie



Základné pojmy strojového učenia

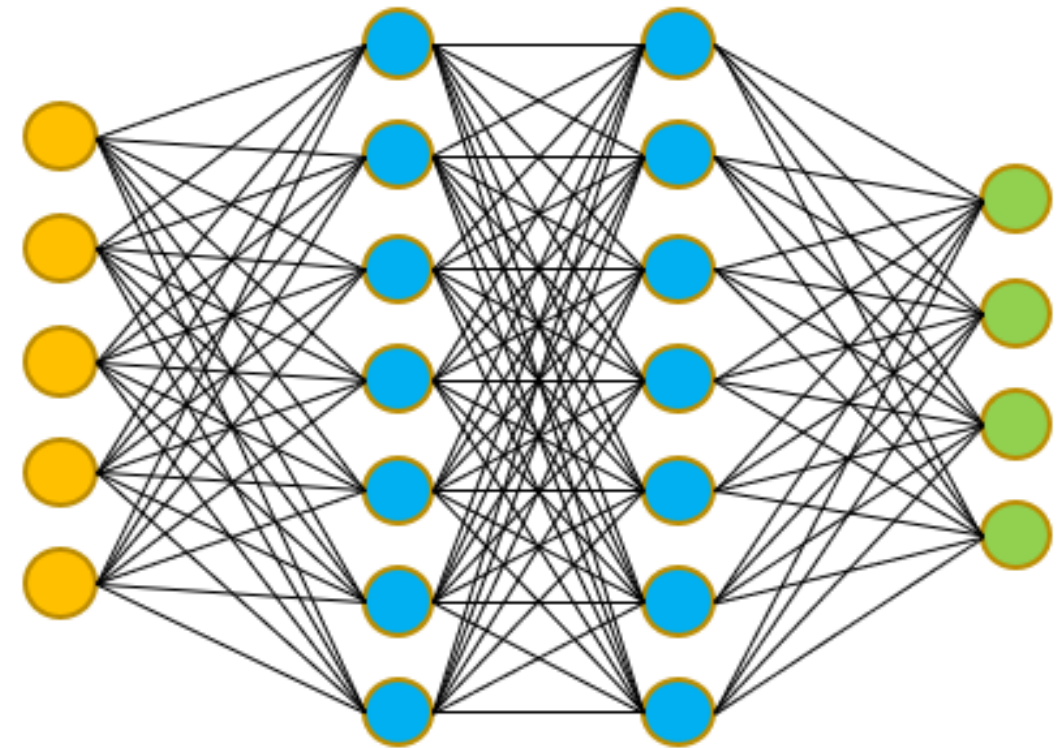


(Umelé) neurónové siete (Deep learning, hĺbkové učenie)

Výpočtové modely
zostavené na základe
abstrakcie vlastností
biologických nervových
systémov.

1943 McCulloch-Pitts:
matematický model
neurónu

Použitie: rozpoznávanie
obrazu, textu, signálov

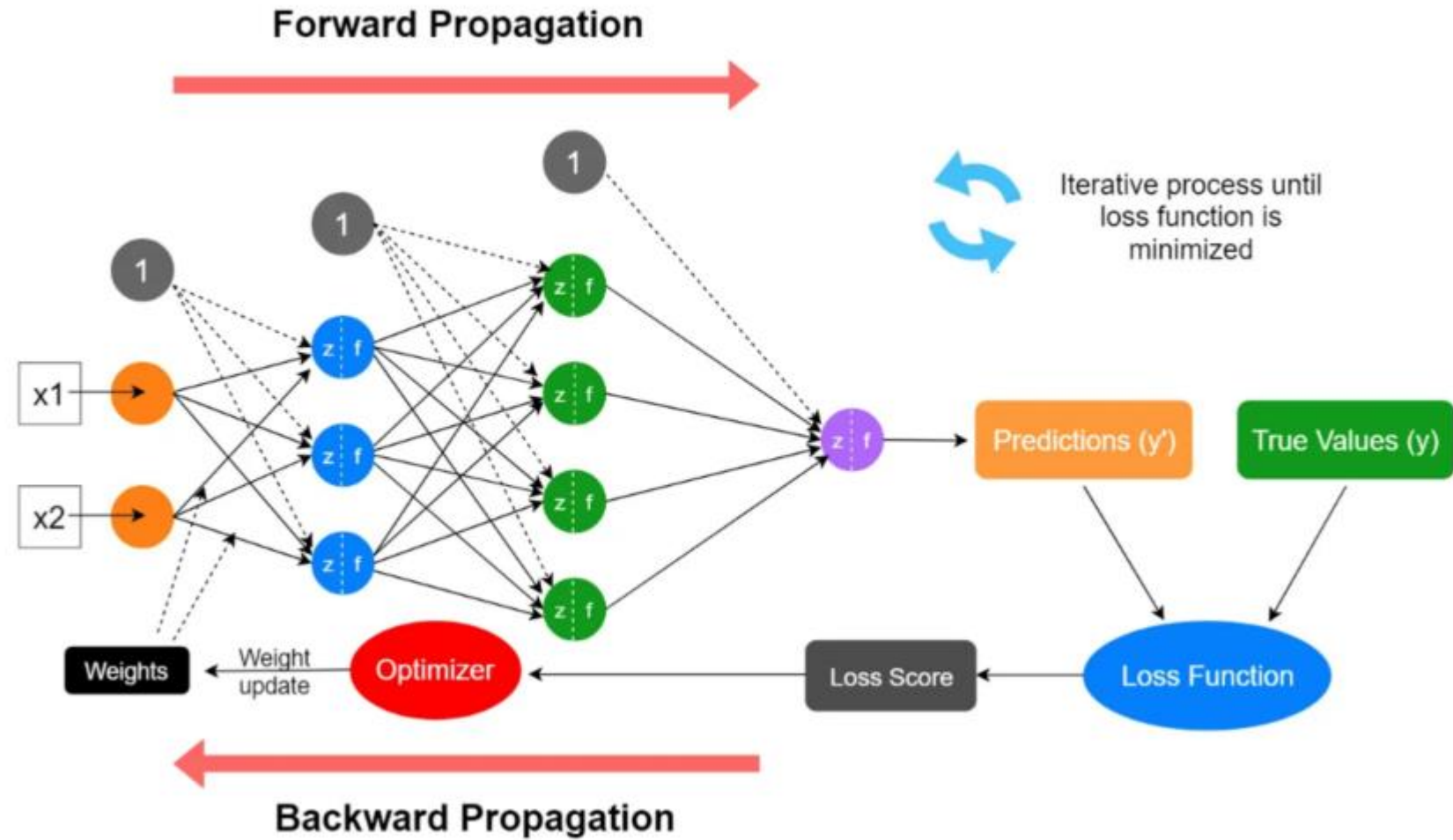


● vstupná vrstva ● skrytá vrstva ● výstupná vrstva

Example in TensorFlow simulator:
<https://playground.tensorflow.org/>



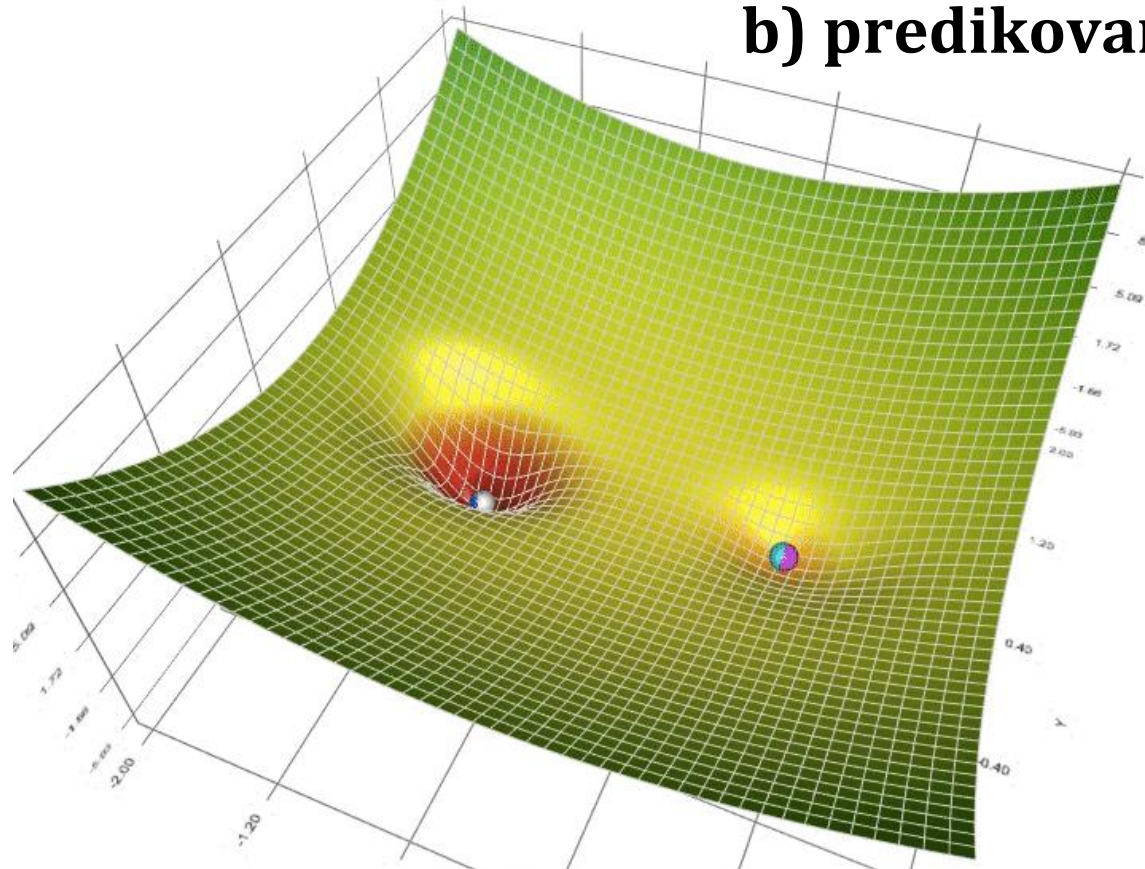
Umelé neurónové siete (matematické funkcie s parametrami)



Chybová funkcia v neurónovej sieti

vyjadruje vzdialenosť medzi:

- a) reálnym (želaným) výstupom
- b) predikovaným výstupom



Hlavné typy úloh v oblasti analýzy obrazu

Single-label multi-class classification



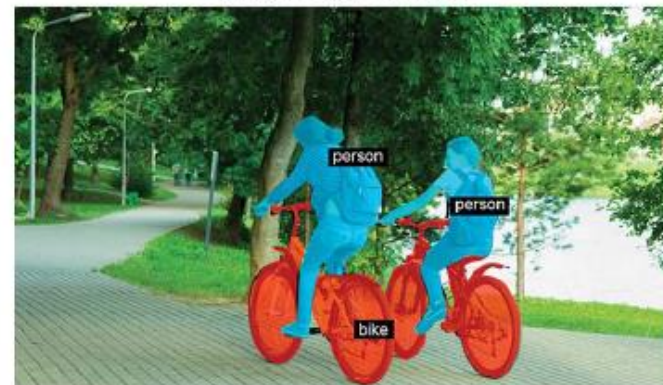
- Biking
- Running
- Swimming

Multi-label classification



- Bike
- Tree
- Person
- Car
- Boat
- House

Image segmentation



Object detection



Generatívna umelá inteligencia

- Obrázky imaginárnych ľudí, imaginárnych miest, imaginárnych mačiek a psov na základe **GAN neurónových sietí** (Generative Adversarial Networks)



This Cat Does Not Exist

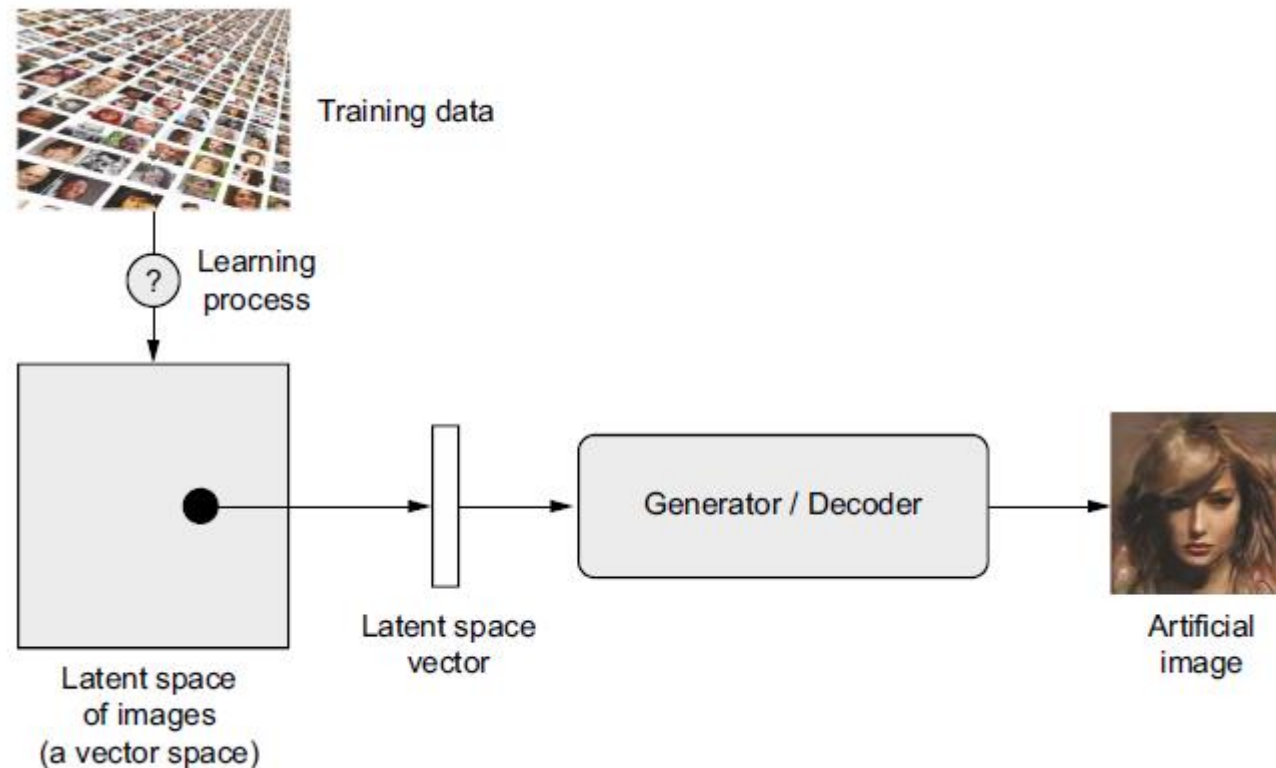


This Rental Does Not Exist



Generatívna umelá inteligencia

- GAN siete generujú obrázky, ktoré môžu byť **potenciálne vysoko realistické**.
- Na vytvorenie nových obrázkov **interpolovaných zo skutočných** sa používa **strojové učenie sa latentného priestoru obrázkov** a výber z neho.



Generatívna umelá inteligencia pre video

- **Refik Anadol** je umelec a priekopník v estetike strojovej inteligencie.
- Experimenty založené na sieťach GAN inšpirovaných dynamikou tekutín
- Použité environmentálne údaje v reálnom čase, ako je vietor, teplota a vlhkosť zo svetových miest
(napr. Winds of Košice na Hlavnej 27 do konca novembra 2023)



II. Motivácia a výzvy pre analýzu signálov

- Aplikácie umelej inteligencie môžu napomôcť udržať **dobrú kvalitu života**.
- **Časovo náročné vyhodnocovanie** dlhodobých záznamov EKG a iných fyziologických signálov (PPG, PCG, EEG, ...) odborníkmi.
- Na zisťovanie **súvislostí** vo fyziologických signáloch, ktoré môžu byť náročnejšie rozpoznateľné ľudským okom.
- Monitorovanie dát zo senzorov na diaľku.

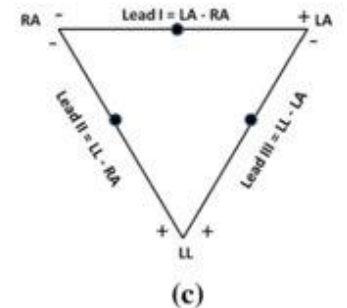
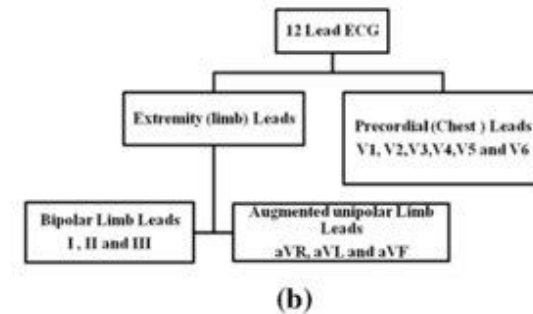
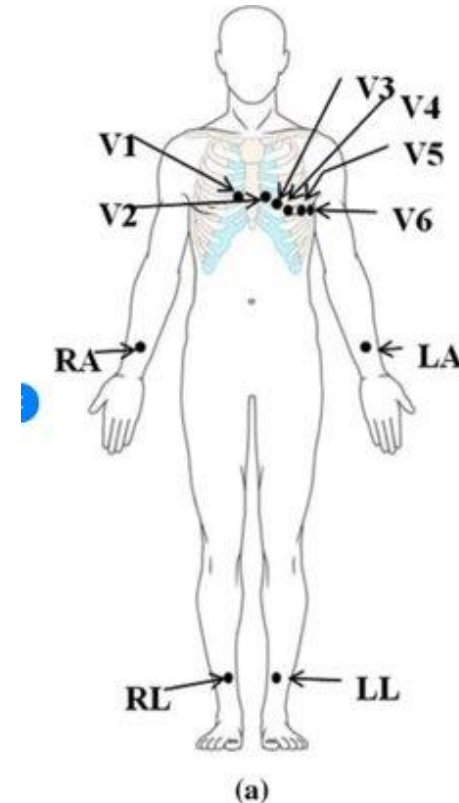
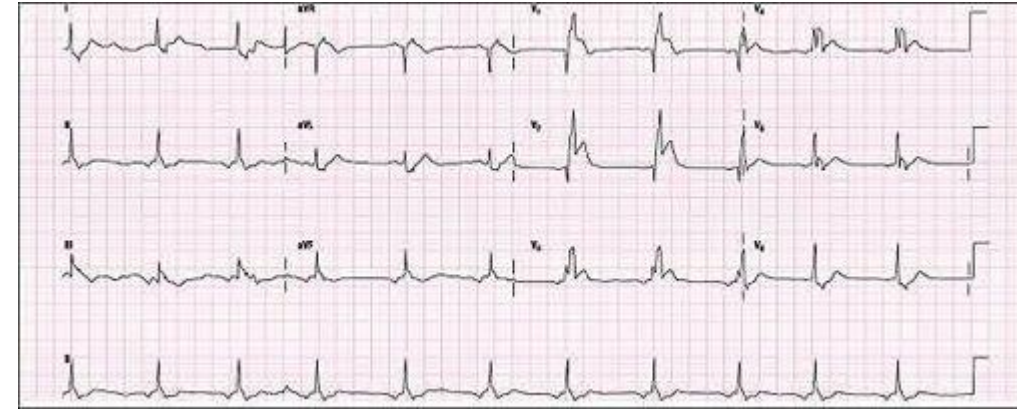


Elektrokardiografia

Rôzne počty zvodov (signálov) v elektrokardiografii (ECG):

- **Klasické zariadenie v nemocnici:**
12 zvodov (signálov) súčasne (z rôznych uhlov).
- **Holter ECG (dlhodobé):**
2, 5, 6 or 12 leads
- **Smart hodinky**
1 alebo 2 zvodov (signály)

Sú dva zvodov dostatočné na predpovedanie srdcových abnormalít?



a Electrode placement in 12 lead system, b 12 Lead ECG, c Einthoven's triangle describing lead I, II, and III (Goldberger et al. 2018)



Naše riešenie

System pre automatické vyhodnocovanie dlhodobých EKG záznamov:

<https://cordelia.vsl.sk/>

cordelia



SCAN ME

High Quality ECG Diagnostics

Trained on more than 120,000 ECG recordings
Opinions of several specialists
Thousands of hours of learning
Automatic diagnostics in seconds

UPLOAD YOUR ECG

DEMO

Naše riešenie

Patient identification: Example 17, Male, 75+ years Satisfactory ECG

Demo ECG

Upload next ECG

ECG findings

Heart rate (bpm): 73 Irregular rhythm

Sinus rhythm

99.87%

Premature atrial complex

98.78%

AV block 1st degree

92.14%

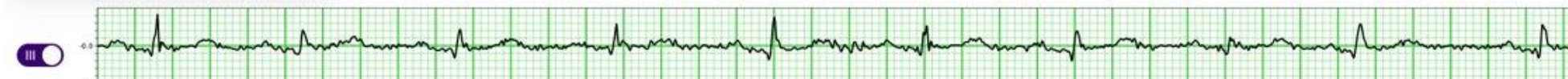
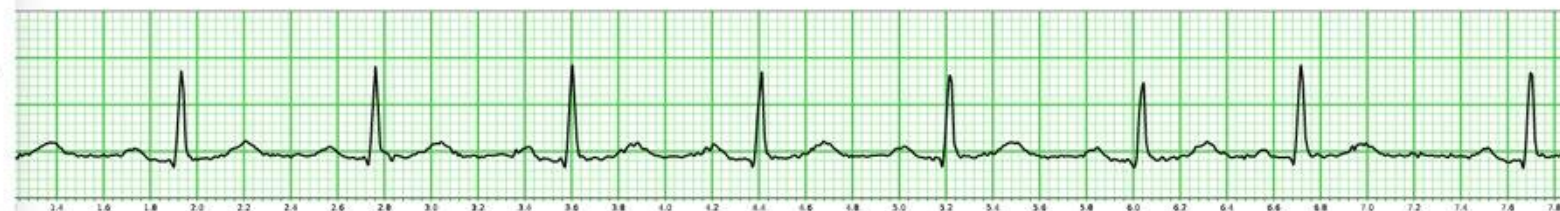
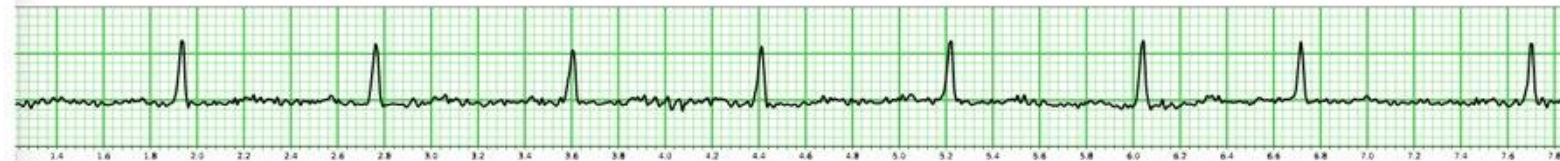
The model prediction is only indicative and the finding cannot be considered equivalent to a professional physician evaluation.

Current range of predicted findings

Show more predicted findings

Premature ventricular complex: 25.40%
 T wave abnormality: 19.41%
 Sinus arrhythmia: 15.17%
 Q wave abnormality: 0.28%
 Sinus tachycardia: 0.23%
 Sinus bradycardia: 0.18%
 Atrial fibrillation: 0.09%
 Right bundle branch block: 0.05%
 Pacemaker: 0.05%
 Low QRS voltage: 0.03%
 Left axis deviation: 0.01%
 Complete left bundle branch block: 0.01%
 Normal ECG: 0.01%
 Right axis deviation: 0.00%
 Left anterior hemiblock: 0.00%
 Atrial flutter: 0.00%

Switch to raw sig



- Zdravotnícka pomôcka (nástroj) pri výučbe vysokoškolákov medicíny.

III. Umelá inteligencia pri analýze textu

- Natural Language Processing (NLP), Text Corpus
- Word2Vec (Mikolov et al., 2013):
 - model neurónovej siete
 - vektorová reprezentácia (word embedding) každého slova v jazyku
 - použité v Google Translator
 - cca 40.000 citácií článku

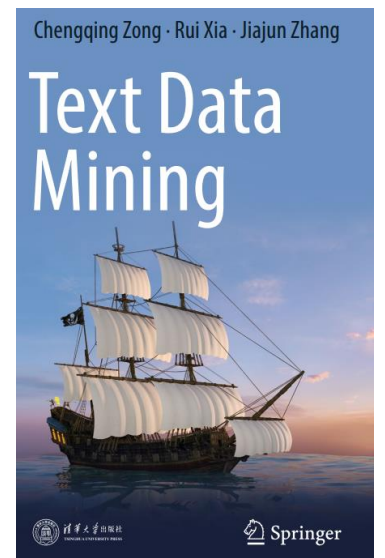
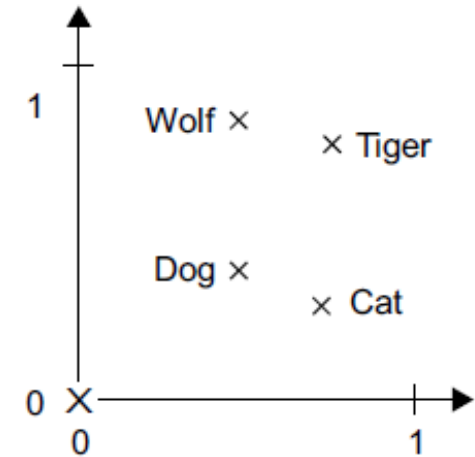
- Applications:

Klasifikácia textov (spam, sentiment, text jazyka, autor)

**Generovanie textu ChatGPT
(sumarizácia, preklady)**

Spracovanie znakovkej reči

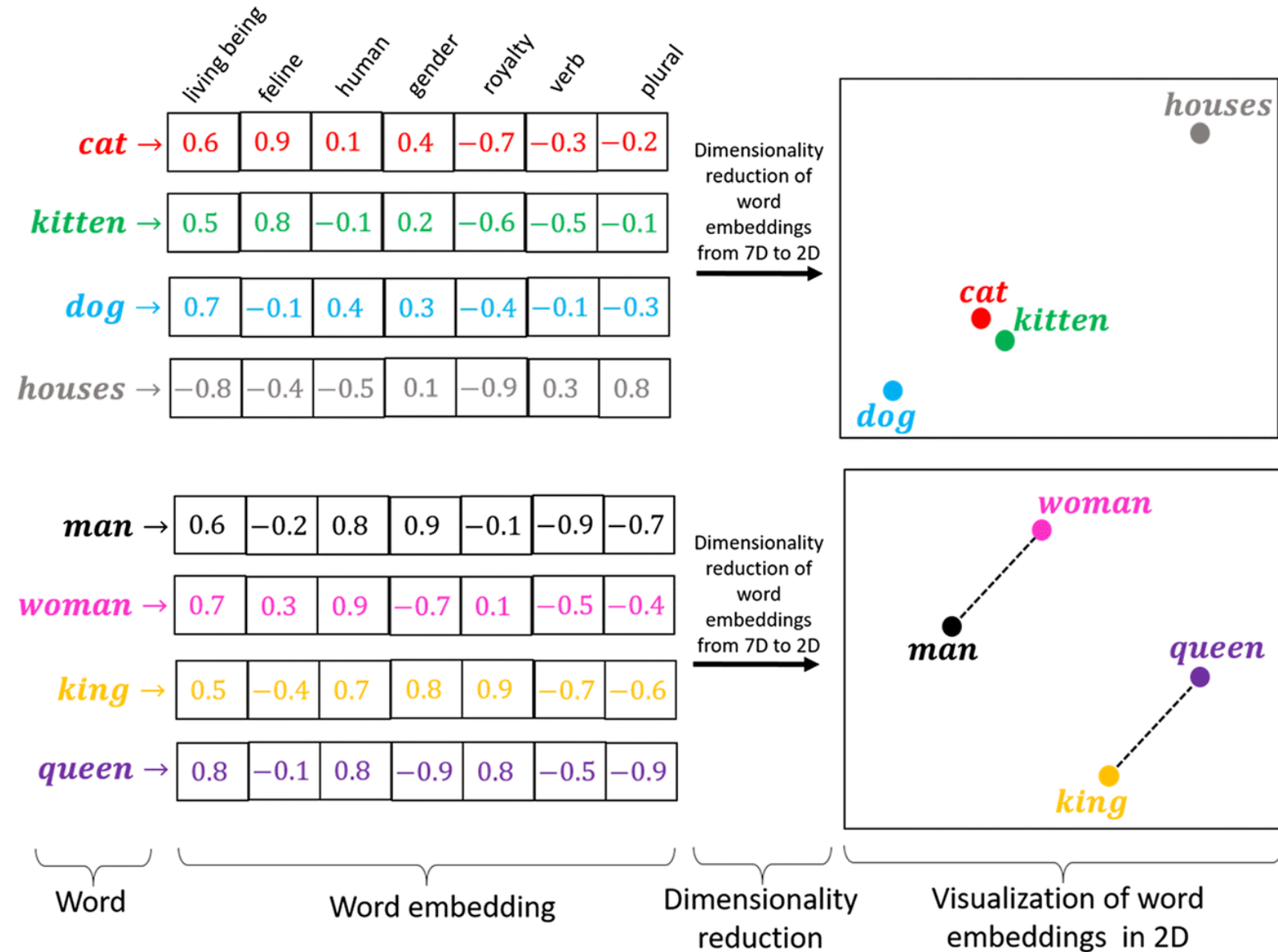
Detekcia a oprava gramatických chýb



Dr. Tomáš Mikolov – Google prekladač



- **Tomáš Mikolov** je český vedec, ktorý vo svojej diplomovej práci pracoval na jazykovom modelovaní pomocou neurónových sietí.
- Navrhol novú metódu prekladu jazyka **transformáciou slov na číselné vektory** pomocou rekurentných neurónových sietí, čím sa mu mnohonásobne podarilo zvýšiť výkonnosť prekladačov.
- Absolvoval stáž v Microsoft Research a následne bol prijatý do skupiny Google Brain, kde svoju **metódu Word2Vec** významne zlepšil a urýchlil tak prácu prekladača **Google Translate**.
- Google jeho program vydal ako **prvý open-source program strojového učenia**.
- Dve z jeho konferenčných príspevkov spoločnosti Google (prvoautor) majú približne:
 - **42 tisíc citácií (2024)**: *Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality* (konferencia NIPS 2013 – Neural Information Processing Systems)
 - **40 tisíc citácií (2024)**: *Efficient estimation of word representations in vector space* (konferencia ICLR 2013 – International Conference on Learning Representation).

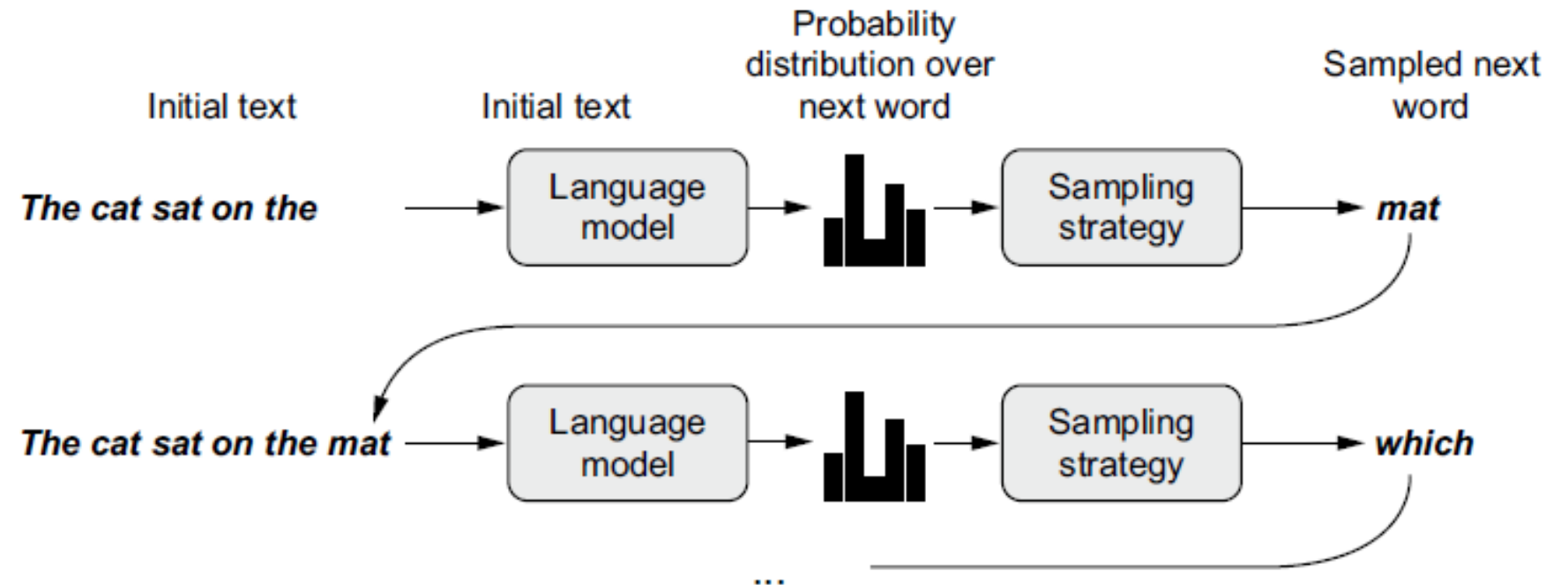


Example in **Embedding Projector** (<https://projector.tensorflow.org/>)



ChatGPT (jazykový model)

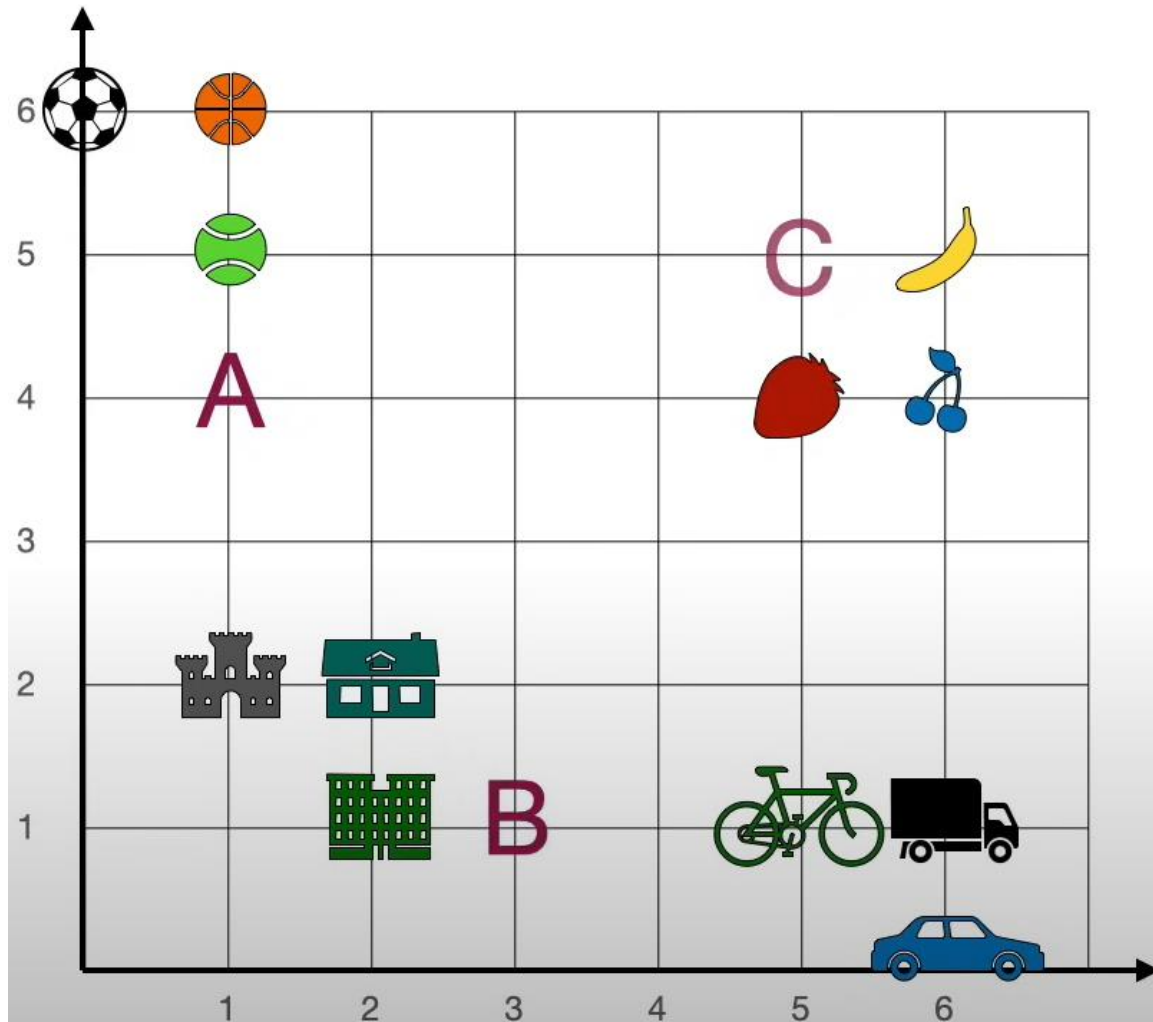
- **ChatGPT-3** je model na generovania textu so 175 miliardami parametrov trénovaný startupom OpenAI na veľkom textovom korpuse, vrátane:
 - väčšiny digitálne dostupných kníh,
 - Wikipedia a veľká časť textov z celého internetu.
- Proces generovania textu slovo po slove:



Situácia č. 1:

Na ktoré z písmen A, B, C by sme umiestnili slovo „apple“?

 Serrano.Academy

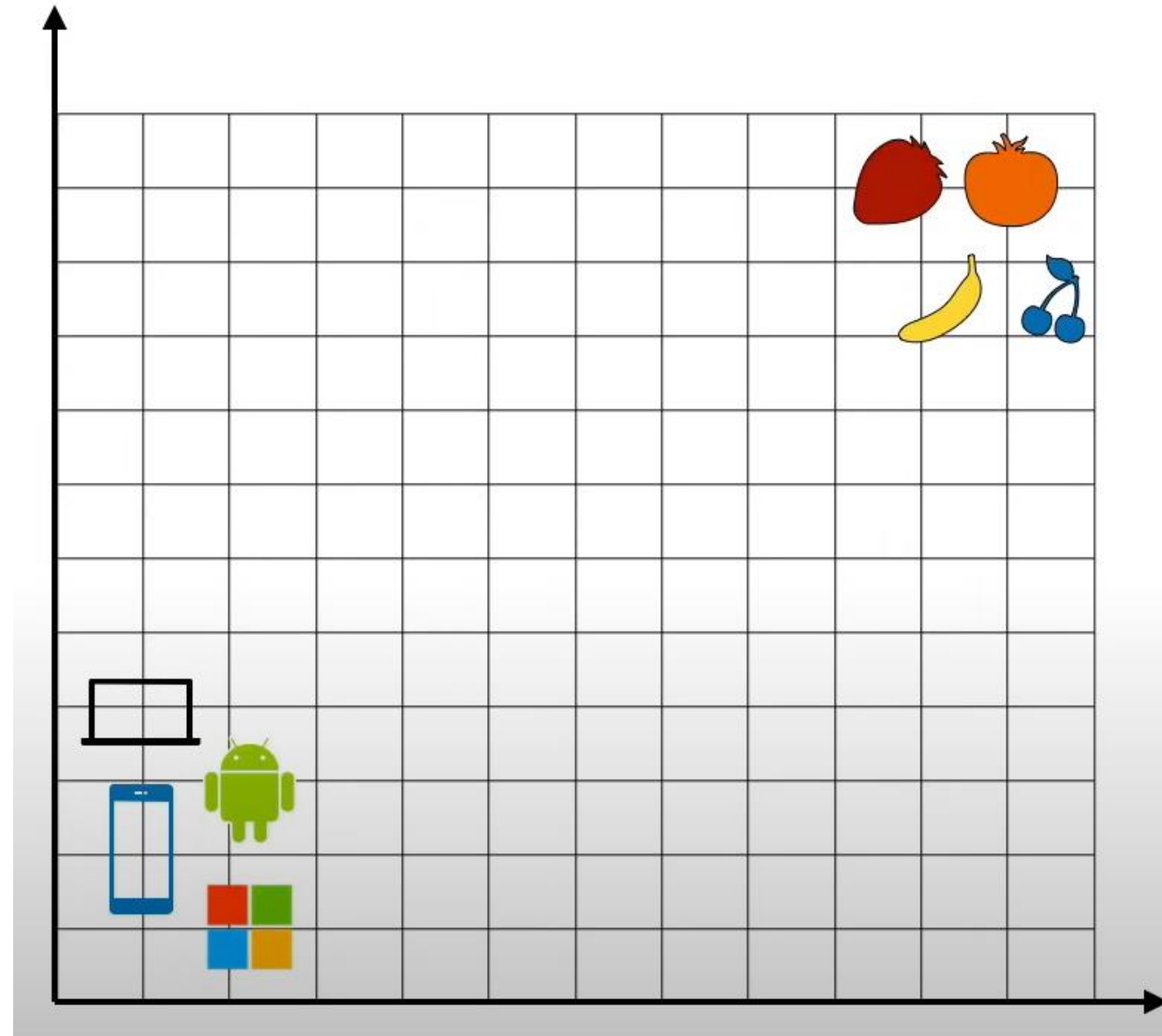


Word	Numbers	
Apple	?	?
Banana	6	5
Strawberry	5	4
Cherry	6	4
Soccer	0	6
Basketball	1	6
Tennis	1	5
Castle	1	2
House	2	2
Building	2	1
Bicycle	5	1
Truck	6	1
Car	6	0



Situácia č. 2:

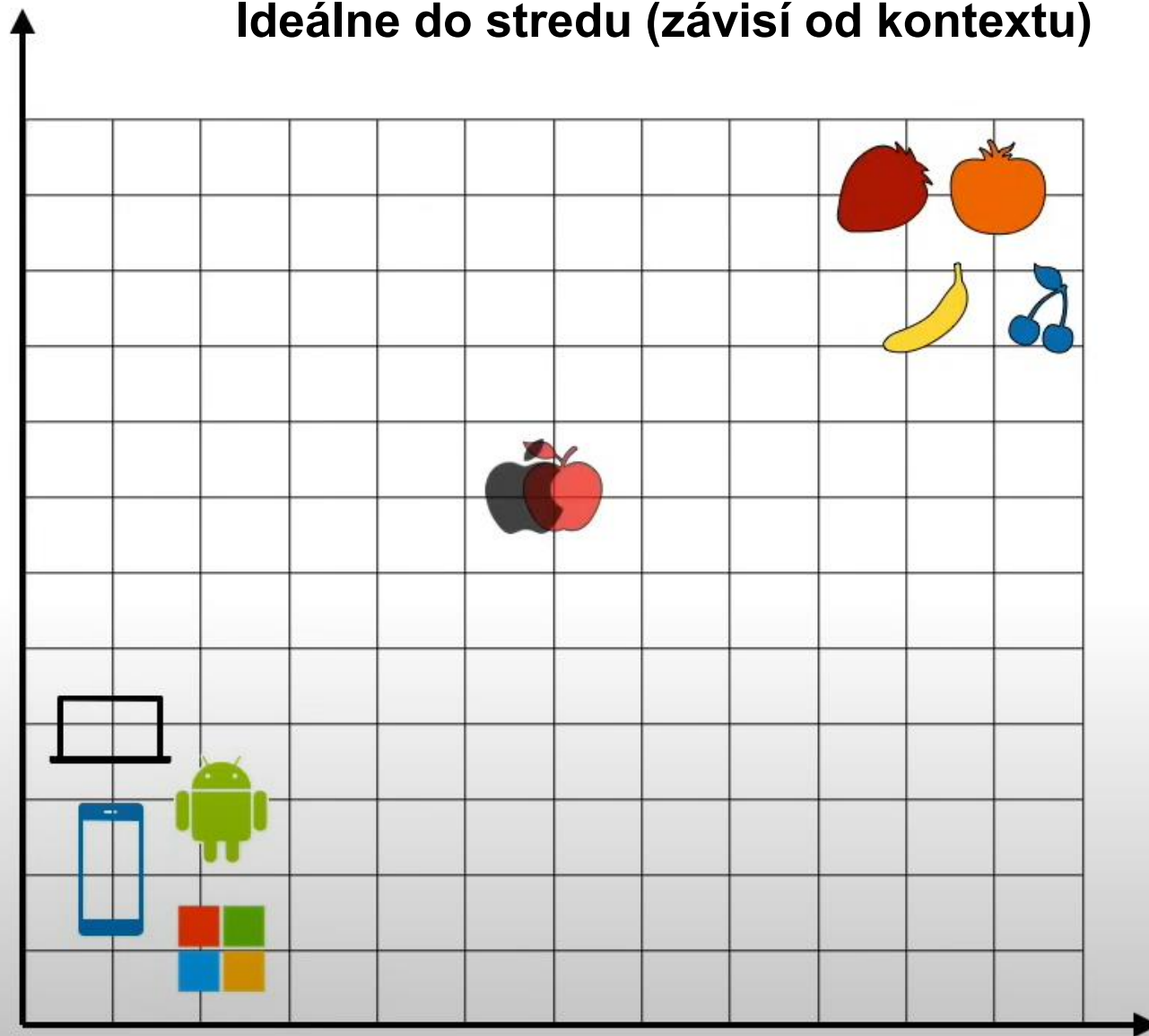
Na ktorú pozíciu by sme umiestnili slovo „apple“?



Situácia č. 2:

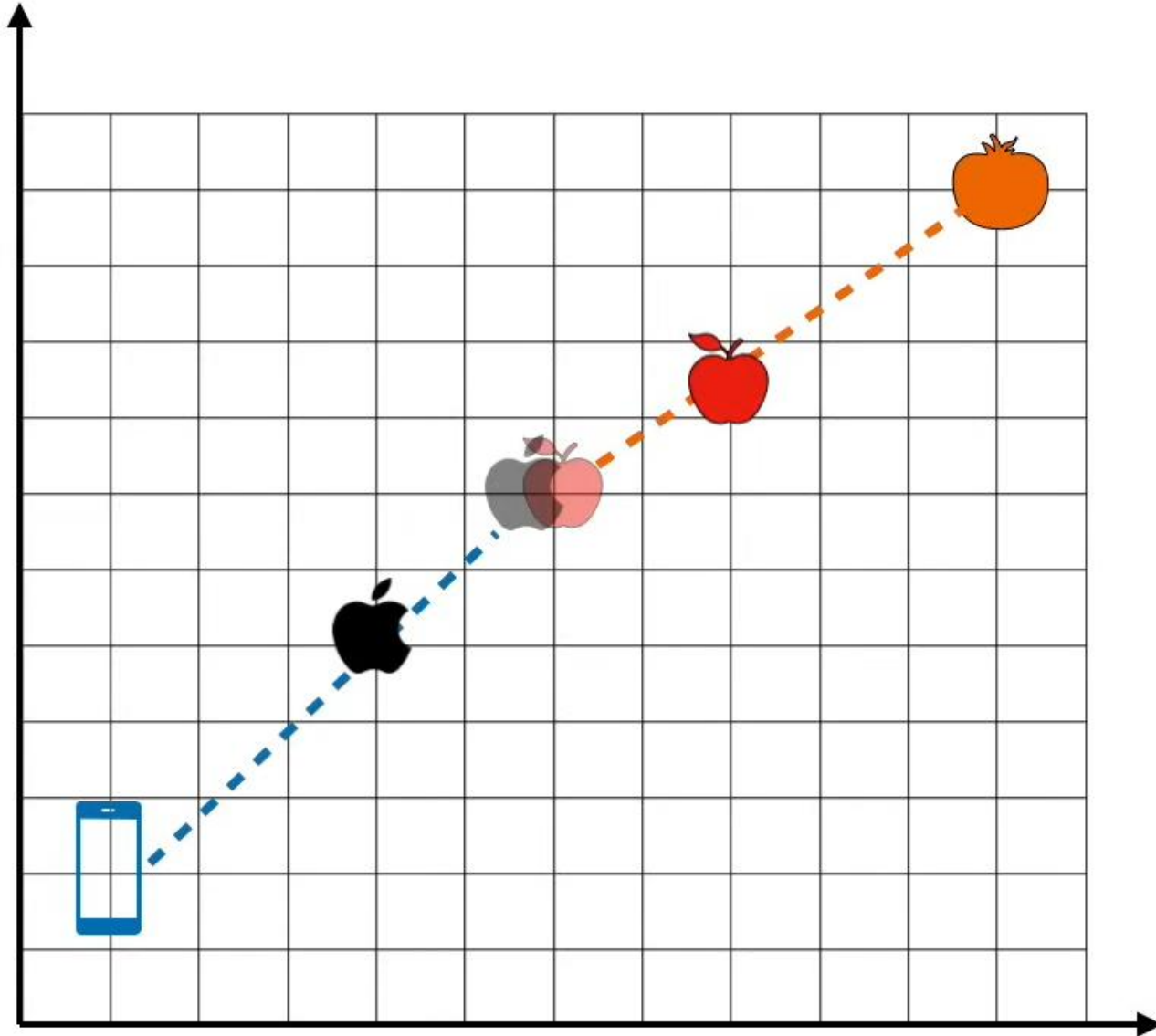
Na ktorú pozíciu by sme umiestnili slovo „apple“?

Ideálne do stredu (závisí od kontextu)



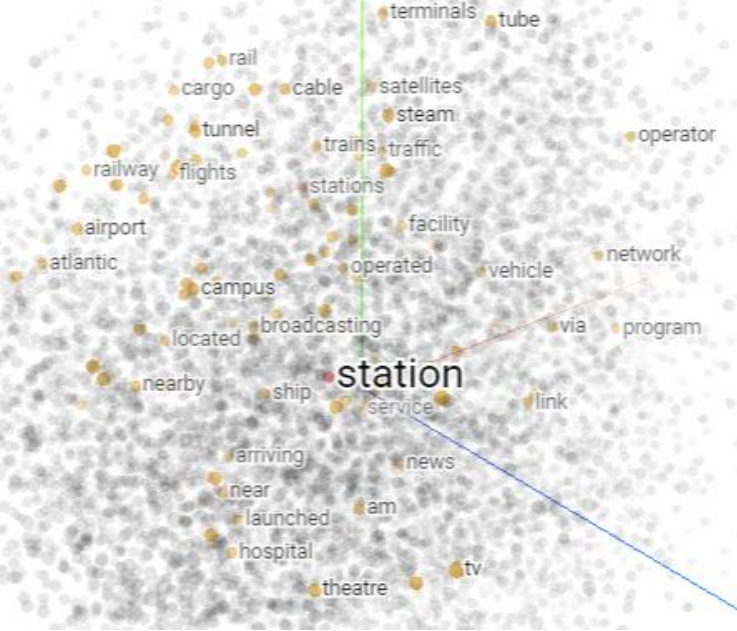
Situácia č. 2:

Kontext slova „apple“ určí jeho posunutie v priestore



please buy an **apple** and an **orange**

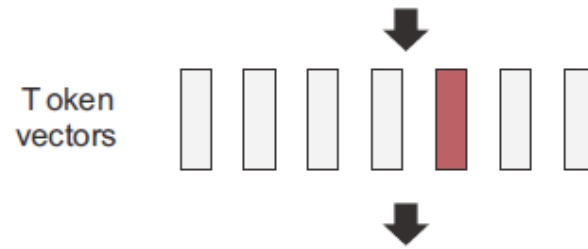
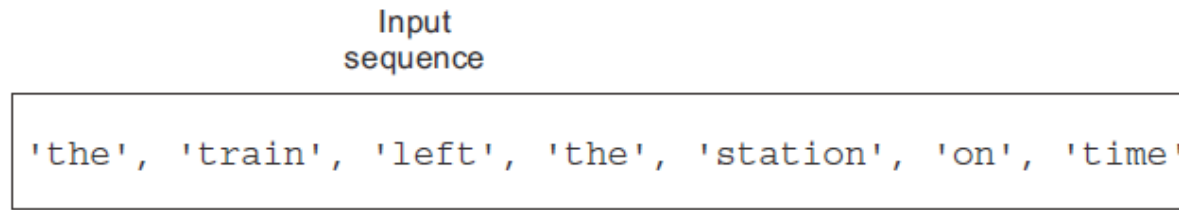
apple unveiled the new **phone**



Attention mechanism for texts:

Word **station** has various contexts: radio or TV station, International Space Station, train station. But isolated word (token) **station** has only one vector in vector space.

We need to compute **context-aware vector** for word **station** from input sequence (sentence).



	the	train	left	the	station	on	time
the	1.0	0.3	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1
train	0.3	1.0	0.6	0.3	0.8	0.1	0.2
left	0.1	0.6	1.0	0.1	0.6	0.1	0.1
the	0.5	0.3	0.1	1.0	0.3	0.1	0.2
station	0.2	0.8	0.6	0.3	1.0	0.2	0.2
on	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0	0.5
time	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	1.0

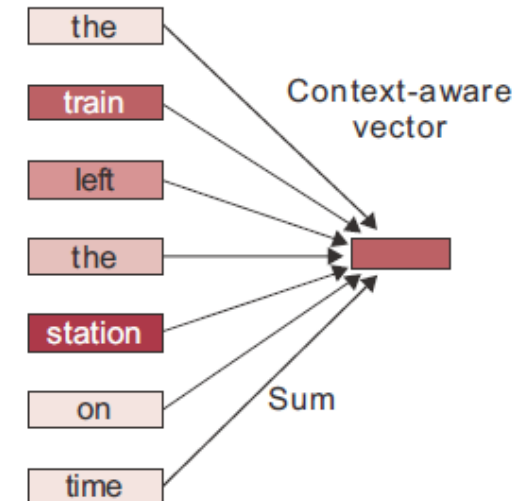
Attention scores

Scores for "station"

0.2
0.8
0.6
0.3
1.0
0.2
0.2

Softmax, scaling, and multiplication

Weighted token vectors

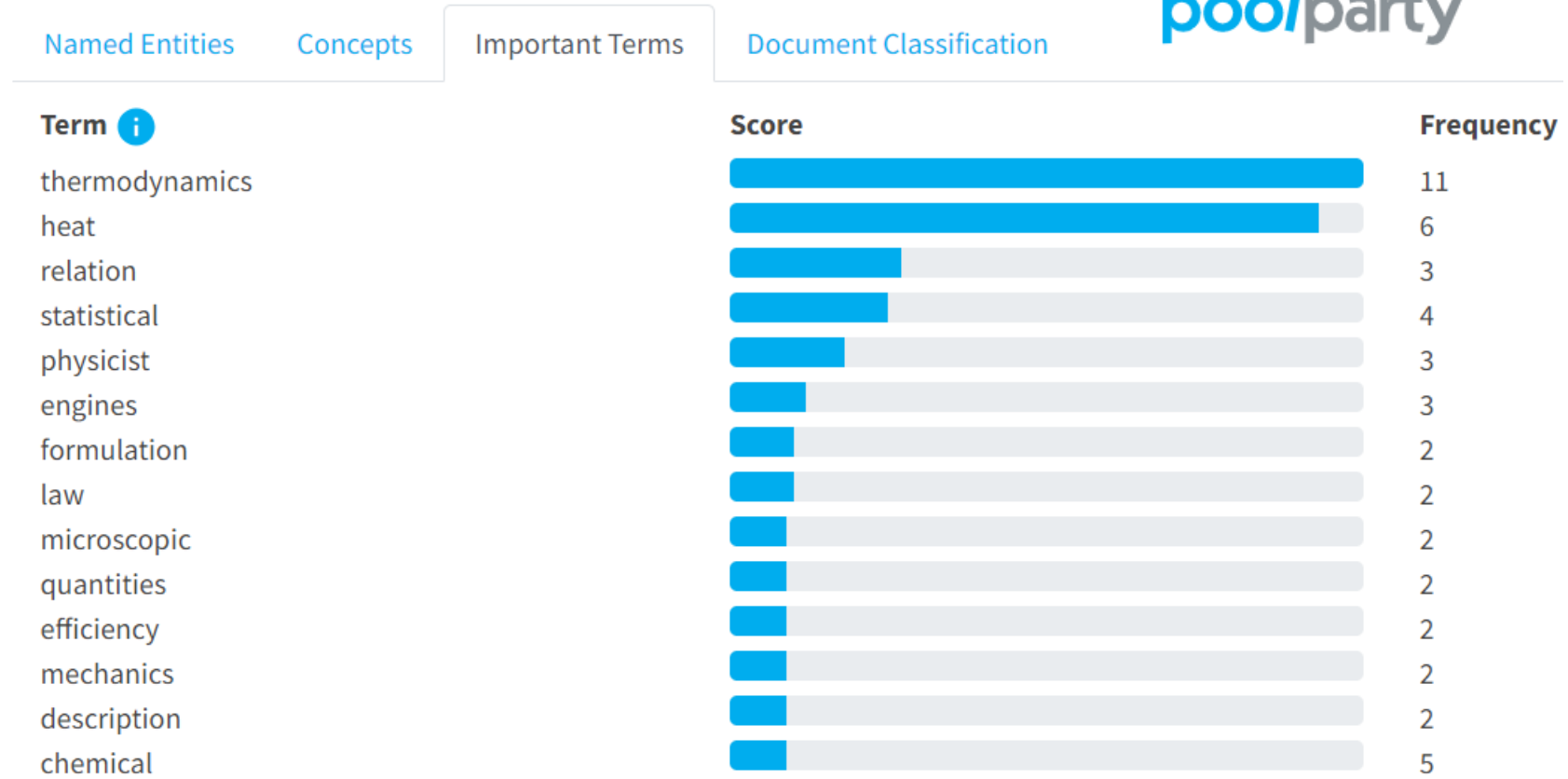
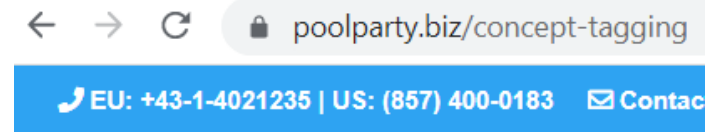


Jazykový model ChatGPT Generative Pre-trained Transformers

Vaswani et al., 2017:
Attention is all you need

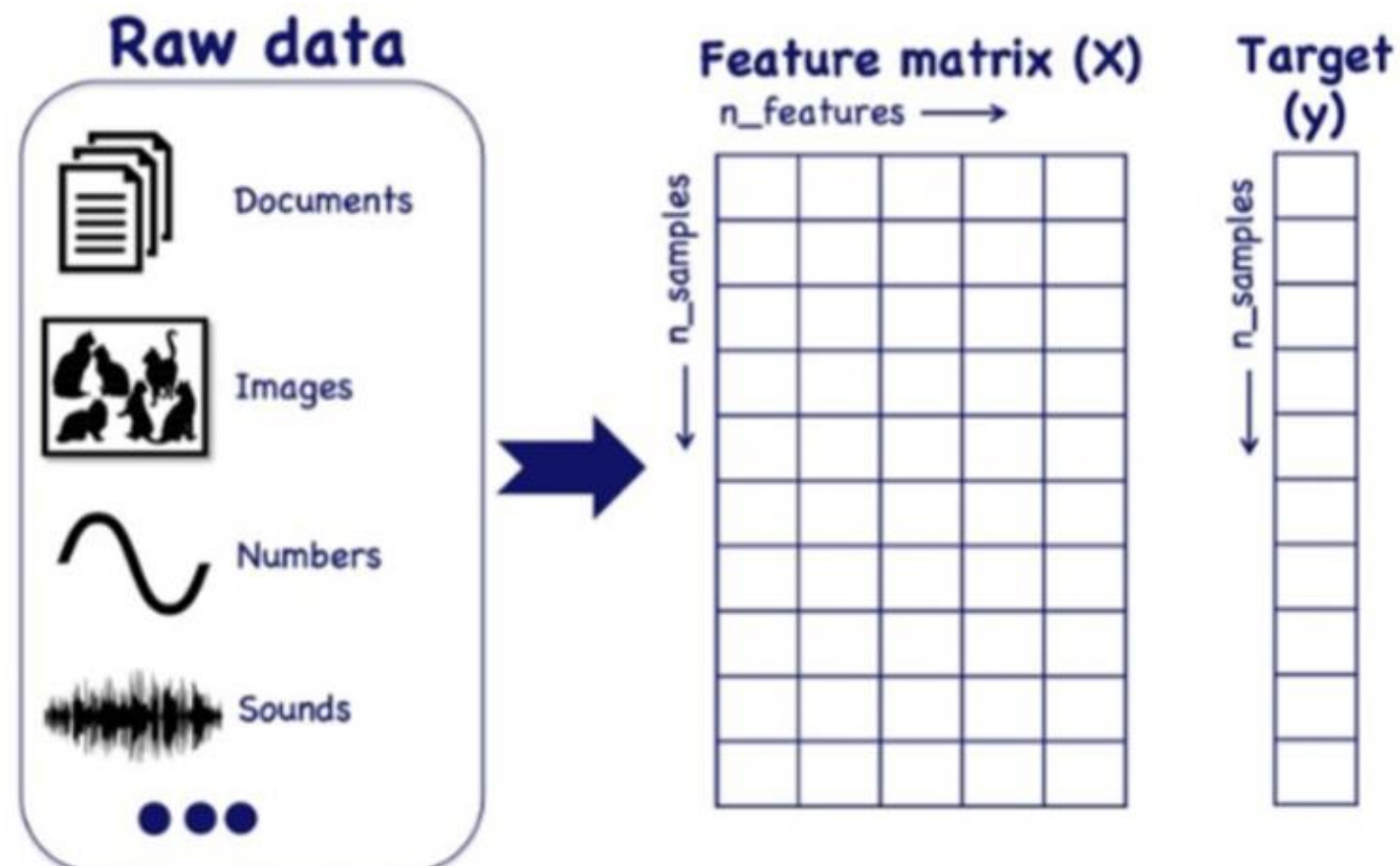
PoolParty tool in education

- Pool party extractor: <https://ner-demo.poolparty.biz/>
INPUT: Text (document)
OUTPUT: Keywords (Important Terms)



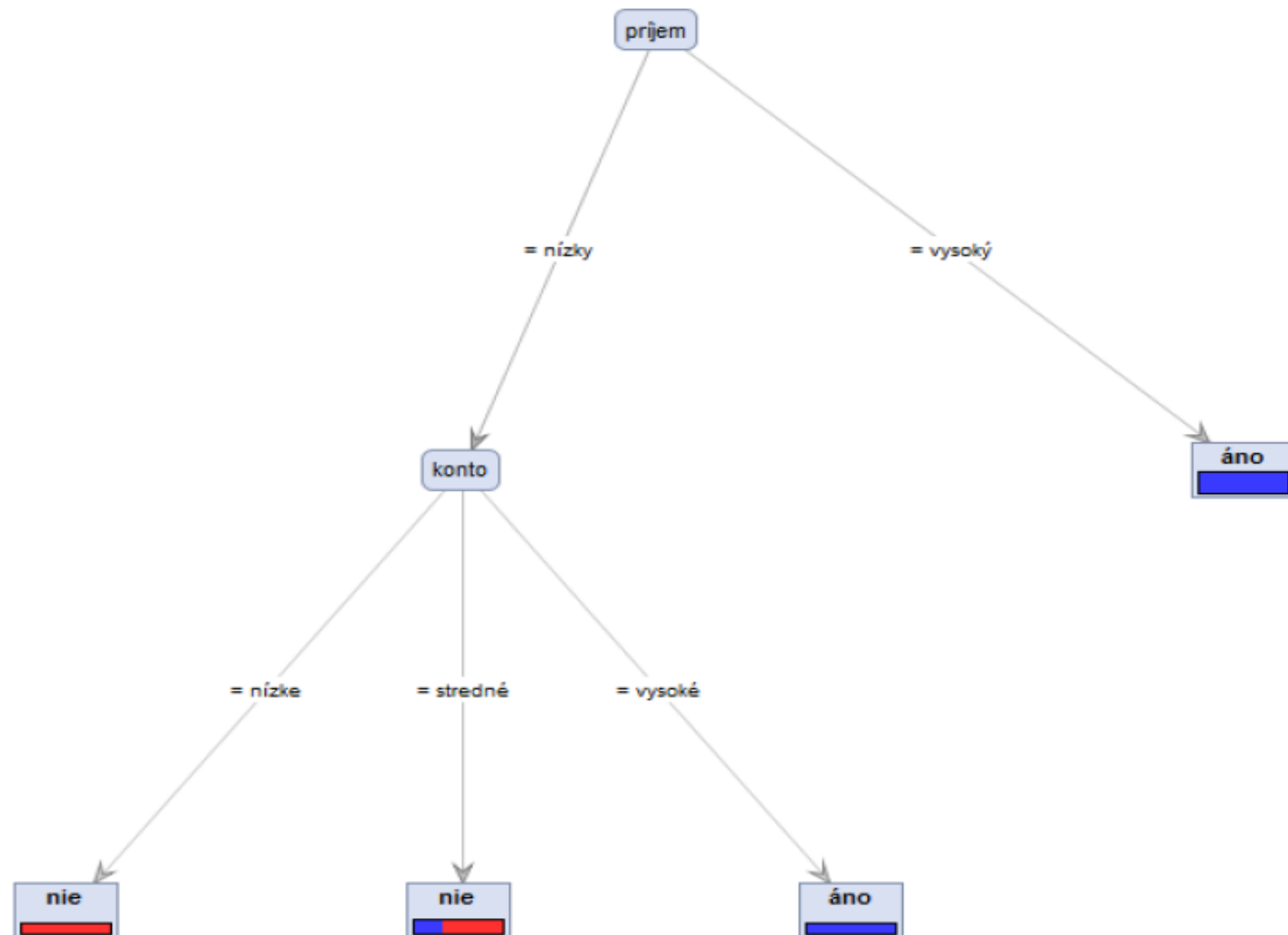
IV. Analýza tabuľkových dát

- Tabuľkové údaje možno extrahovať z dokumentov, obrázkov, signálov.

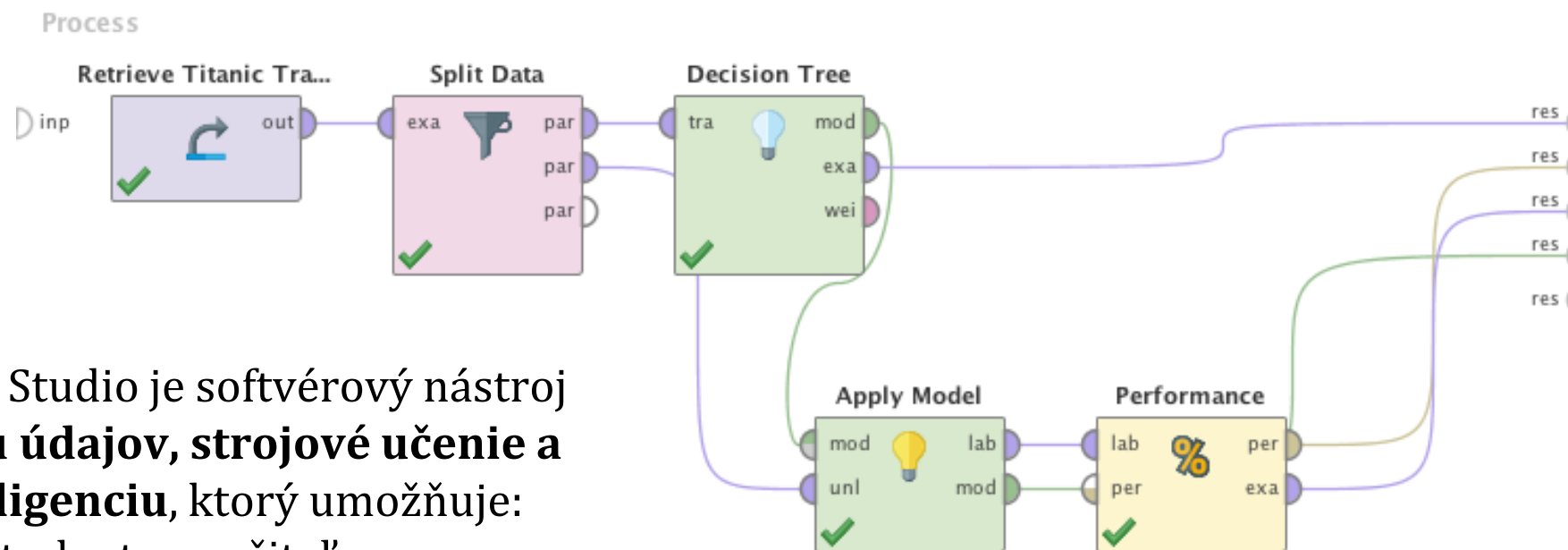


Metóda rozhodovacích stromov

klient	príjem	konto	pohlavie	nezamestnaný	úver
1	vysoký	vysoké	žena	nie	áno
2	vysoký	vysoké	muž	nie	áno
3	nízky	nízke	muž	nie	nie
4	nízky	vysoké	žena	áno	áno
5	nízky	vysoké	muž	áno	áno
6	nízky	nízke	žena	áno	nie
7	vysoký	nízke	muž	nie	áno
8	vysoký	nízke	žena	áno	áno
9	nízky	stredné	muž	áno	nie
10	vysoký	stredné	žena	nie	áno
11	nízky	stredné	žena	áno	nie
12	nízky	stredné	muž	nie	áno



Nástroj RapidMiner Studio



RapidMiner Studio je softvérový nástroj pre **analýzu údajov, strojové učenie a umelú inteligenciu**, ktorý umožňuje:

- žiakom, študentom, učiteľom,
- výskumníkom, či dátovým analytikom **vykonávať**:
 - inteligentné analýzy údajov,
 - vytvárať prediktívne modely strojového učenia a umelej inteligencie,
 - vyhodnotiť vytvorené modely strojového učenia a umelej inteligencie.

<https://my.rapidminer.com/nexus/account/index.html#d>



Význam inovácií vo vzdelávaní

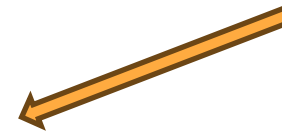
Piliere univerzity:

- Výskum
- **Vzdelávanie**
- Služby



Generatívna AI môže pomôcť:

- Učiteľom pri príprave hodín
- študentom, ktorí sú vhodne usmernení učiteľmi



Čo môžu naši študenti robiť a umelá inteligencia to nedokáže?

Namiesto úlohy pre študentov:

- Napíšte text o histórii termodynamiky

Môžeme od študentov požadovať:

- Využi ChatGPT na napísanie textu o histórii termodynamiky **a dvakrát si over pravdivosť generovaného textu.**

Ask ChatGPT to summarize.

Ask ChatGPT to exemplify.

Ask ChatGPT to suggest experiment.

Ask ChatGPT to define.

Ask ChatGPT to solve an exercise.

Source: Michael Lobet, Beyond ChatGPT





20

ways to use ChatGPT in the classroom

- Use it as a more complex source of information than Google.
- Use it to provide students access to lots of good examples.
- Use it to remix student work.
- Ask it for definitions (on a variety of levels).
- Ask it for feedback for student work.
- Ask it to do some teacher tasks for you.
- Add it to the "think pair share" thinking routine.
- Grade the bot.
- Debate the bot.
- Ask the bot for advice.
- Use it to summarize texts.
- Use it for insight into big, difficult-to-solve problems.
- Ask ChatGPT to write your lesson plans.
- Anticipate the response you'd expect from AI.
- Take several responses and make a better product.
- Create personalized learning experiences.
- Provide tutoring or coaching.
- Generate prompts and questions to facilitate discussions.
- Provide information and answer questions.
- Supplement in-person instruction.



Get an overview of ChatGPT in the classroom at ditchthattextbook.com/ai.
Infographic by Matt Miller (@jmattmiller / DitchThatTextbook.com)

Limitácie

Failure of an image-captioning system



The boy is holding a baseball bat.

Failure of an image-generating system

Prompt: Salmon in river



Inteligentné systémy môžu byť nápomocné pri rozvoji kritického myslenia študentov.





PAVOL JOZEF ŠAFÁRIK
UNIVERSITY
IN KOŠICE

Ďakujeme Vám za pozornosť

lubomir.antoni@upjs.sk
gabriel.semanisin@upjs.sk



Part 1

Introduction to AI

An Introduction to AI is a free online course for everyone interested in learning what AI is, what is possible (and not possible) with AI, and how it affects our lives – with no complicated math or programming required.

Start the course →



Part 2

Building AI

Building AI is a free online course where you'll learn about the actual algorithms that make creating AI methods possible. Some basic Python programming skills are recommended to get the most out of the course.

Start the course →

