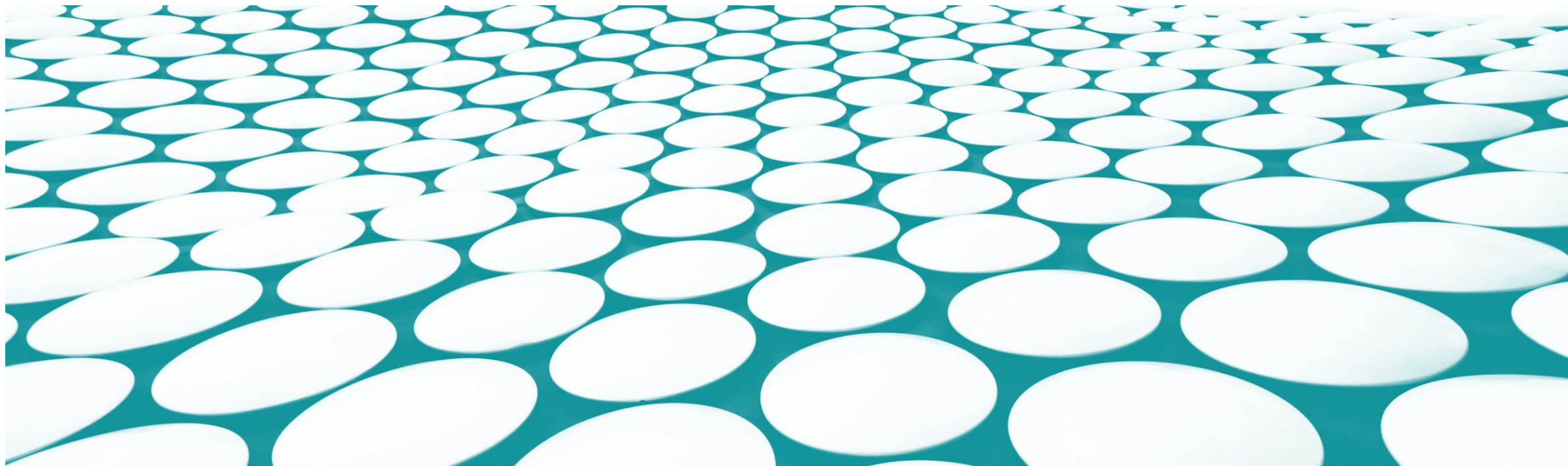


Egészségügyben kifejlesztett technológiával a határvédelem szolgálatában

ELŐADÓ: Pollner Péter (Szócska Miklós csoportja)

Báskay, János; Palicz, Tamás; Szócska, Miklós; Farkas, Alfréd; Sinka, József; Baranyi, Péter

DÁTUM: 2024.09.26.



Kiindulás: képalkotó diagnosztika az egészségügyben



<https://chicagohealthonline.com/risks-associated-with-dense-breast-tissue/>

Adatgyűjtés
belső, nem látható részekről



<https://www.freepik.com/free-photos-vectors/lung-health-illustration/40>

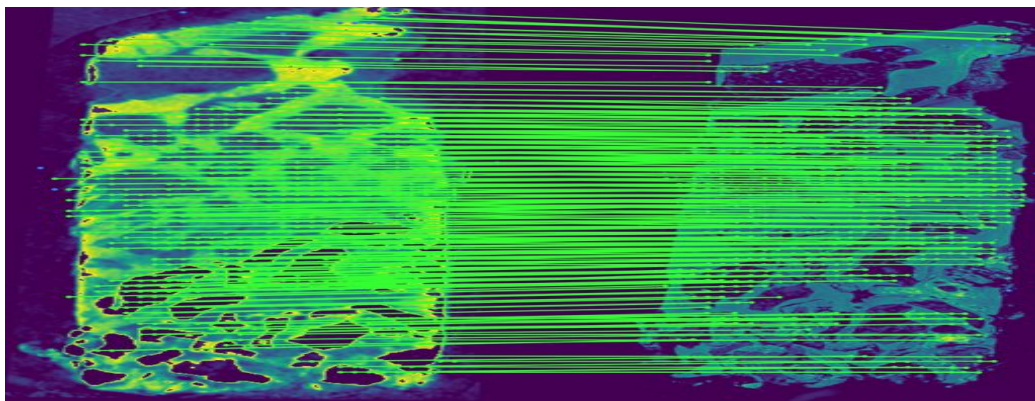
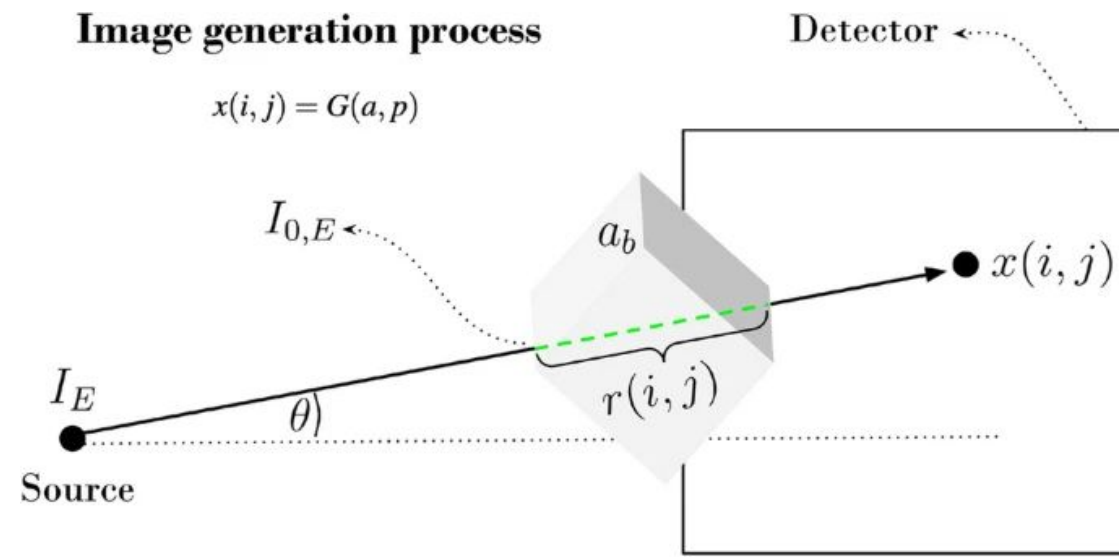


Image generation process

$$x(i, j) = G(a, p)$$

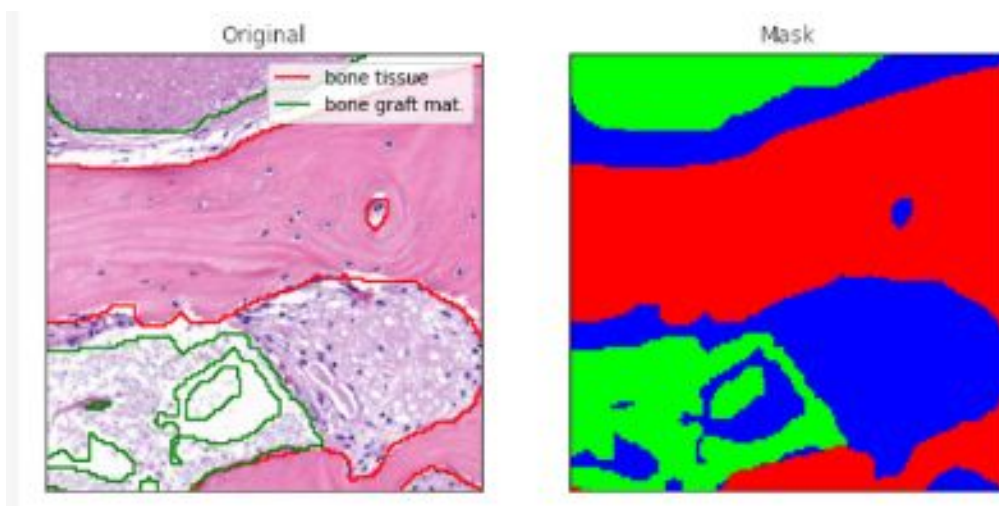
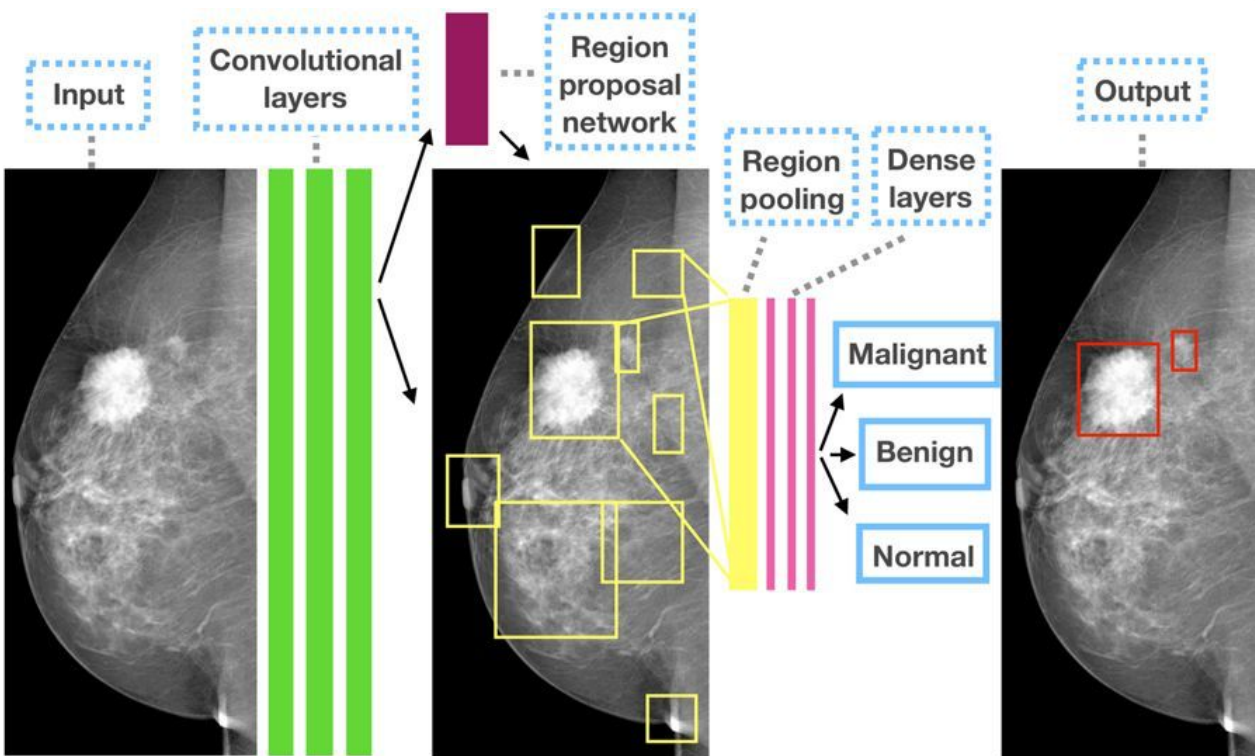


Kiindulás: képalkotó diagnosztika az egészségügyben

sok apró részlet: keresés, felismerés, értelmezés

időigényes, monoton, felelősségteljes munka

*gépi
intelligencia
segítség!*



Analógiák: kórház – határátkelő

<https://medromania.wordpress.com/2013/02/20/how-to-manage-long-queues/>



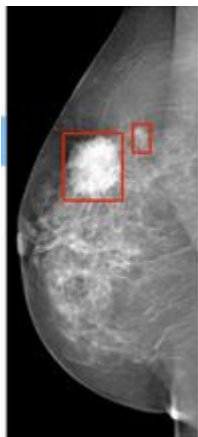
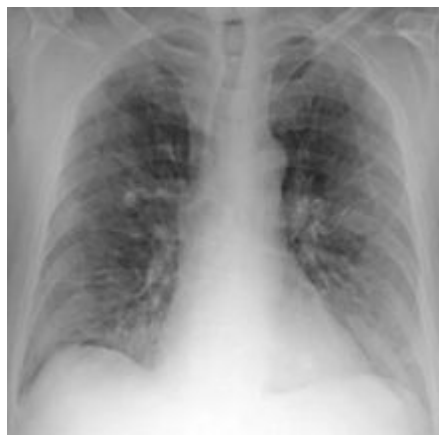
<https://trans.info/hu/a-torlodos-tobb-mint-60-km-hosszu-a-brenner-olasz-oldalan-176627>

<https://bnr.bg/en/post/100623651/12-km-long-queue-of-trucks-at-kapikule>

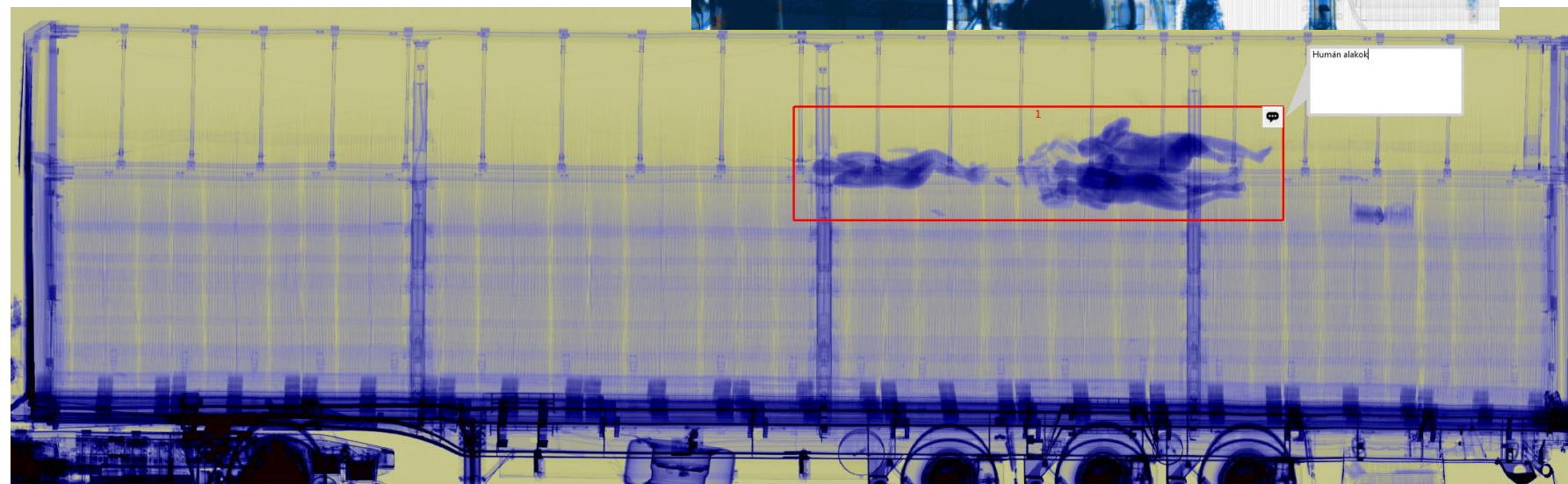
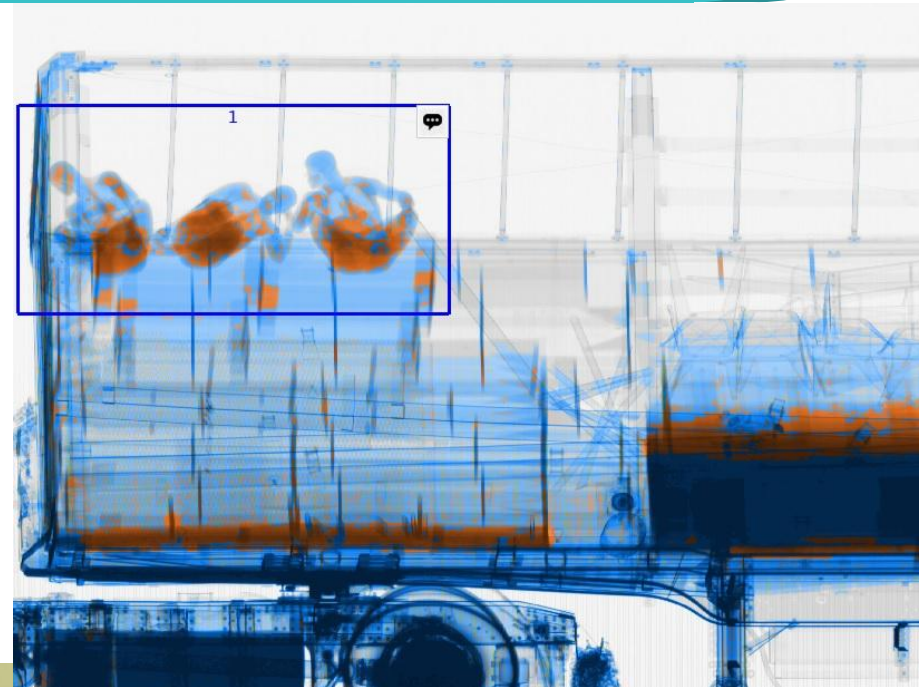


Analógiák

- Monoton munka 7/24-ben
- Rövid idő egy eset vizsgálatára
- Minimális beavatkozással a rejtett részeket látni



internet

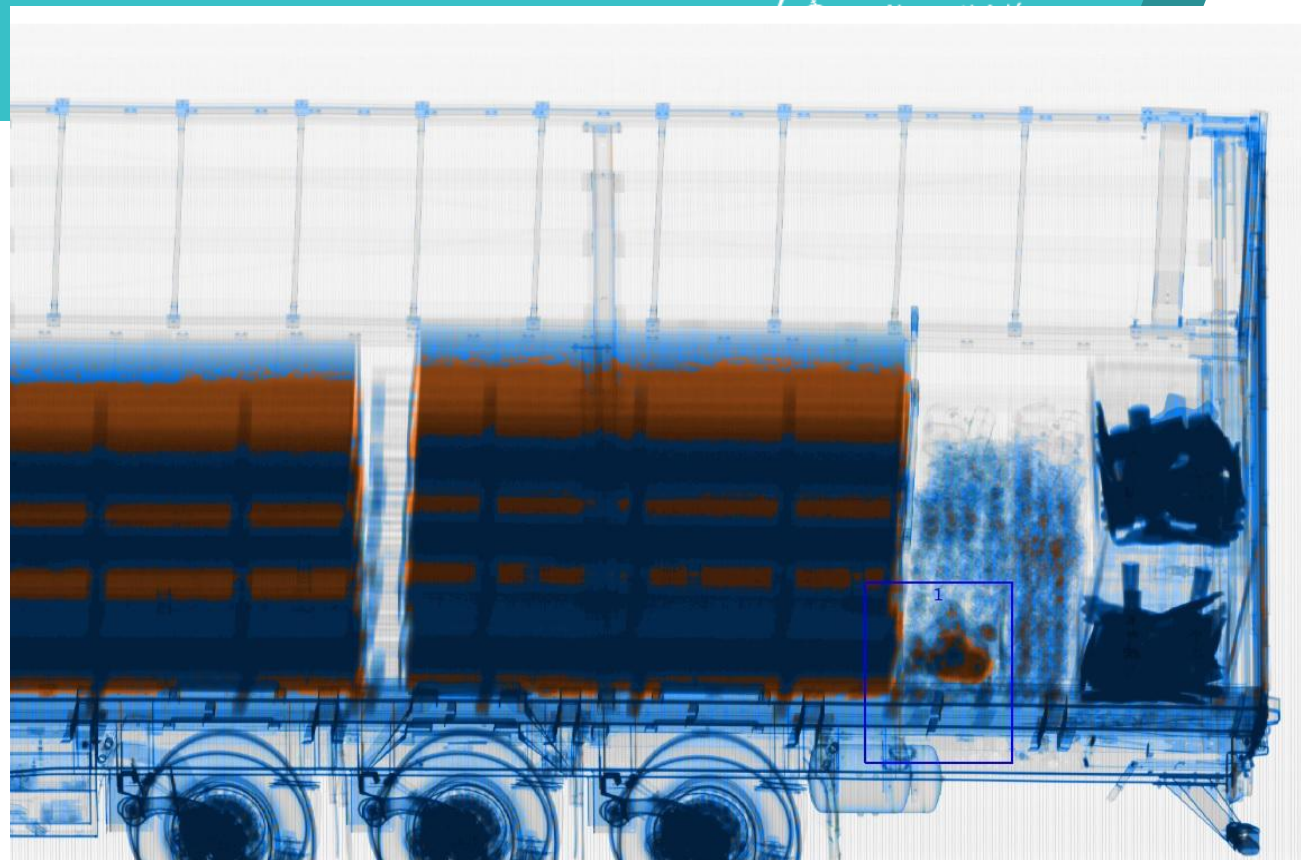


Analógiák

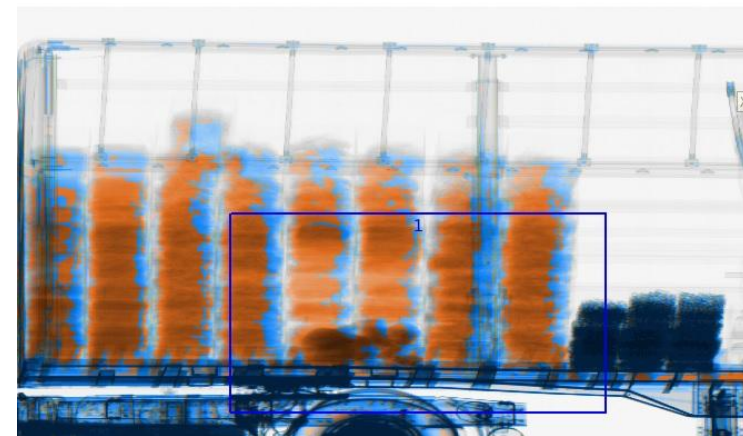
- Monton munka 7/24-ben
- Rövid idő egy eset vizsgálatára
- Minimális beavatkozással a rejtett részeket is látni
- Váratlan helyzetek felismerése
- Dokumentálható, ellenőrizhető munkavégzés



generated by open.ai



internet



A gép feladata: az emberi munka segítése

A megoldandó feladat:

- szokatlan/nem odaillő entitások keresése
- gyorsan
- megbízhatóan

Megoldási lehetőség:

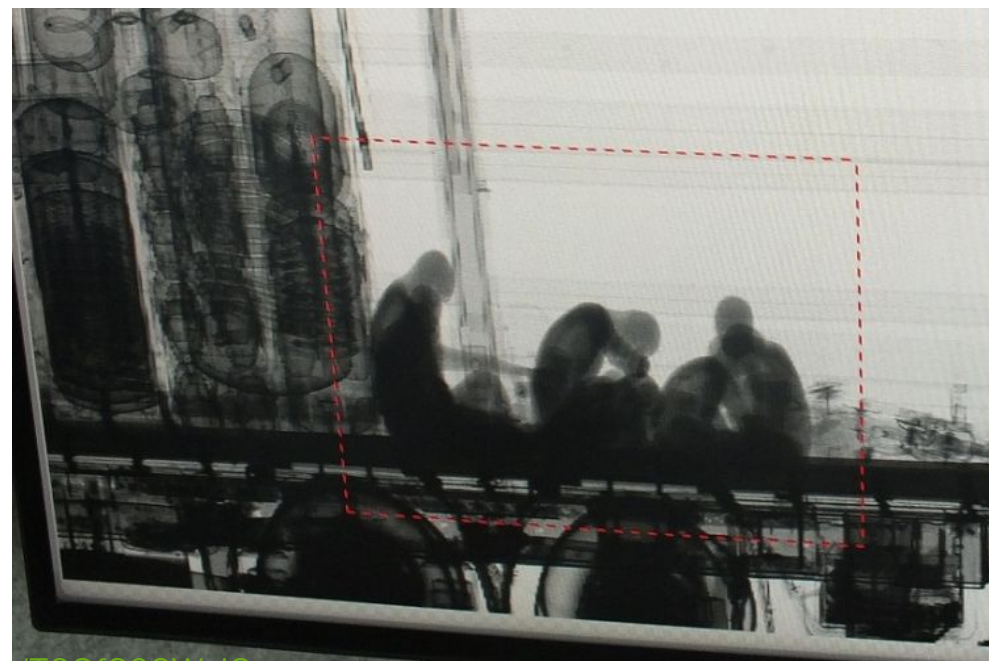
- Kilógó elem (outlier) kereső MI modell

Mit értünk kilógó/eltérő elem alatt itt?

- felügyelet nélkül összehasonlítani képes egy elemzendő képet és néhány referencia képet
- kilógó kép = a normál/elvárt képtől jelentősen eltérő **részletet** tartalmaz



<https://mmitii.mattballantine.com/2014/01/07/the-red-flag-man/>

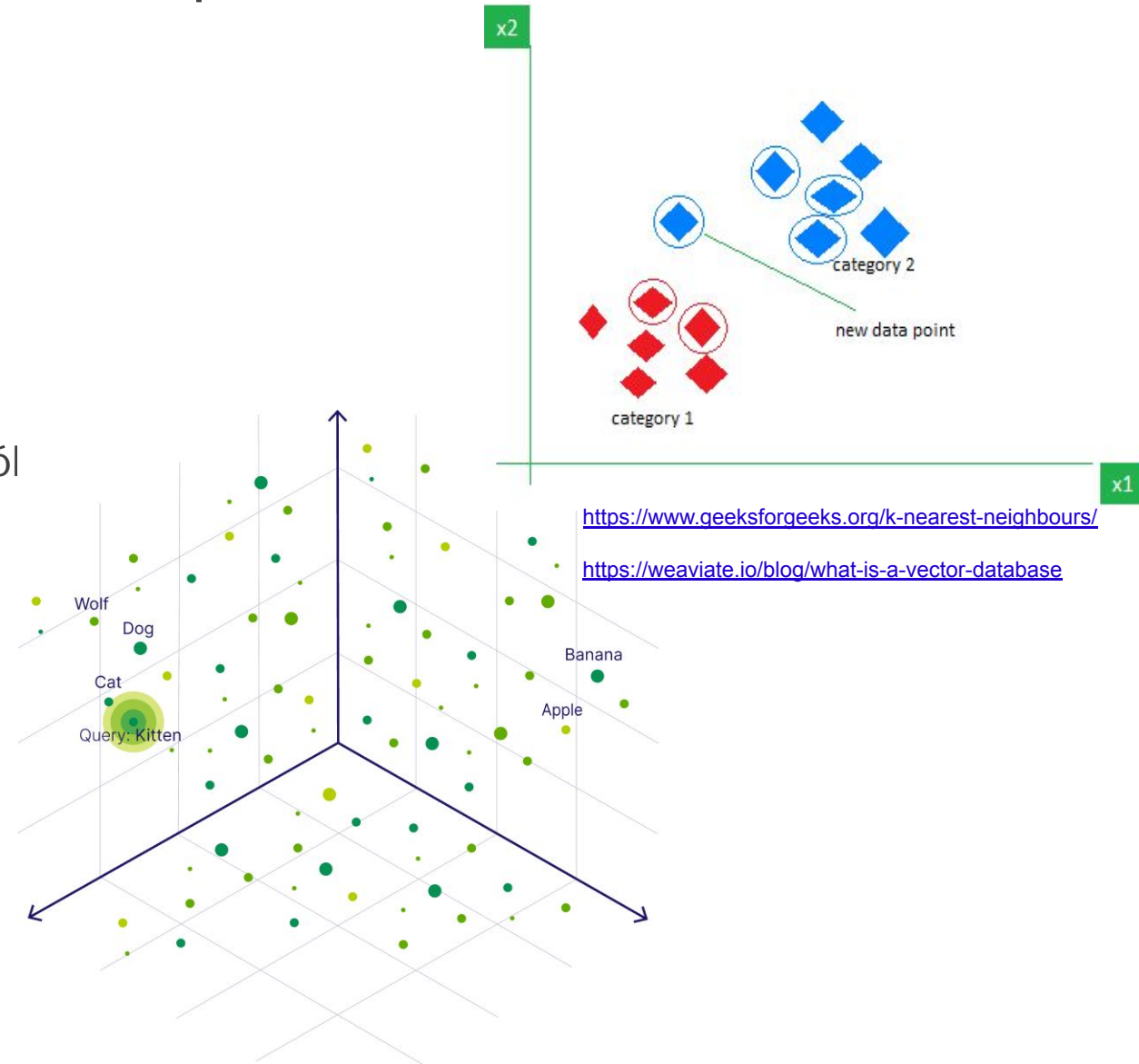


<https://youtu.be/T8QrS6CWslQ>,

<https://www.police.hu/hu/hirek-es-informaciok/legfrissebb-hireink/hatarrendesz-et/jelzett-a-rontgen-kamion>

Hogyan lehet egy kép “távol” egy másik képtől?

- A számítógépek számokkal tudnak dolgozni
- A digitalizált képek számsorok
szürke kép = (x, y, intenzitás) számhármassok sora
- A csempészett áru/ember is számmal jelölhető:
 - ember a képen: nem/igen = 0/1
 - csempészáru a képen: nem/igen = 0/1
- Felismert kép-elemek: a kívánt kategóriák számától függően több/kevesebb számmal ábrázolhatók (kettő vagy akár ezer darab szám)
- A felismert elemek/tulajdonságok jellemző-erősségét egy-egy tengelyen ábrázoljuk (szakzsargon: beágyazzuk a képet egy térbe)



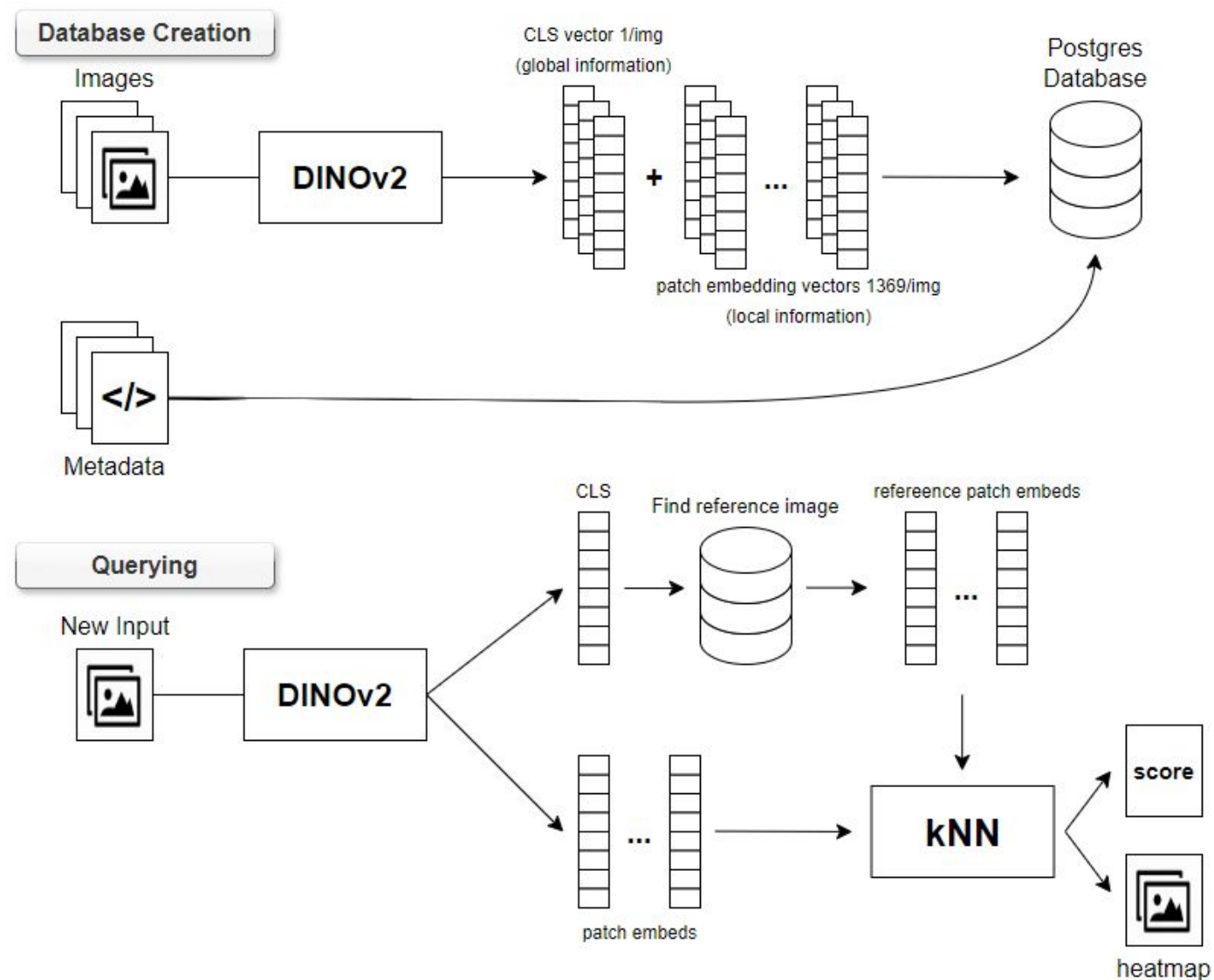
A kép-beágyazás folyamata

Két fő metódus-család:

- convolutional neural network (CNN)
- Vision Transformer (ViT)

A gépi modellek tulajdonságokat gyűjtenek ki a képekből
(tulajdonság = sok-elemű számsor, vektor)

Minden vektor egy kép-jellemzőt reprezentál.
A vektorok számok, amik összehasonlíthatók,
távolság definiálható közöttük

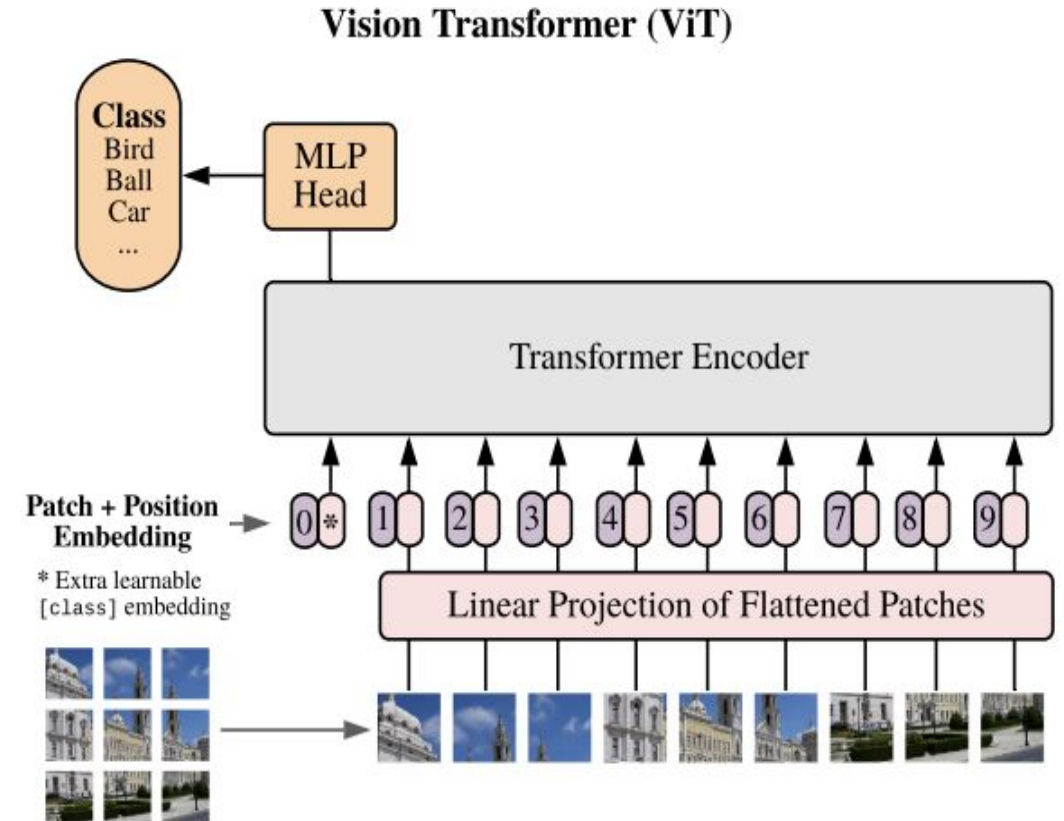


Vision Transformers (ViTs)

Dosovitskiy, Alexey, et al. "An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale." *arXiv preprint arXiv:2010.11929* (2020).

ViT módszer előnye a Convolutional Neural Networks (CNNs) módszerrel szemben:

- **Skálázhatóság:** nagy adathalmazok feldolgozására alkalmas.
- **Flexibilitás:** Különböző felbontású képekre egyaránt alkalmazható.
- **Kontextus-érzékenység:** Sokkal távolabbi korrelációkat is képes felismerni a visszacsatolási mechanizmusok miatt.



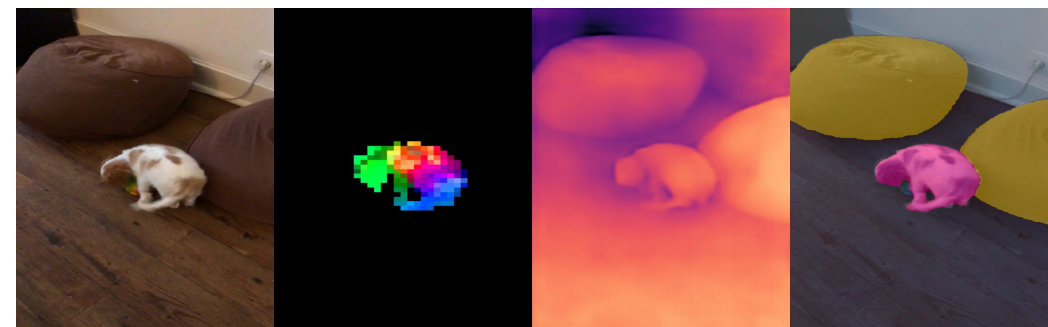
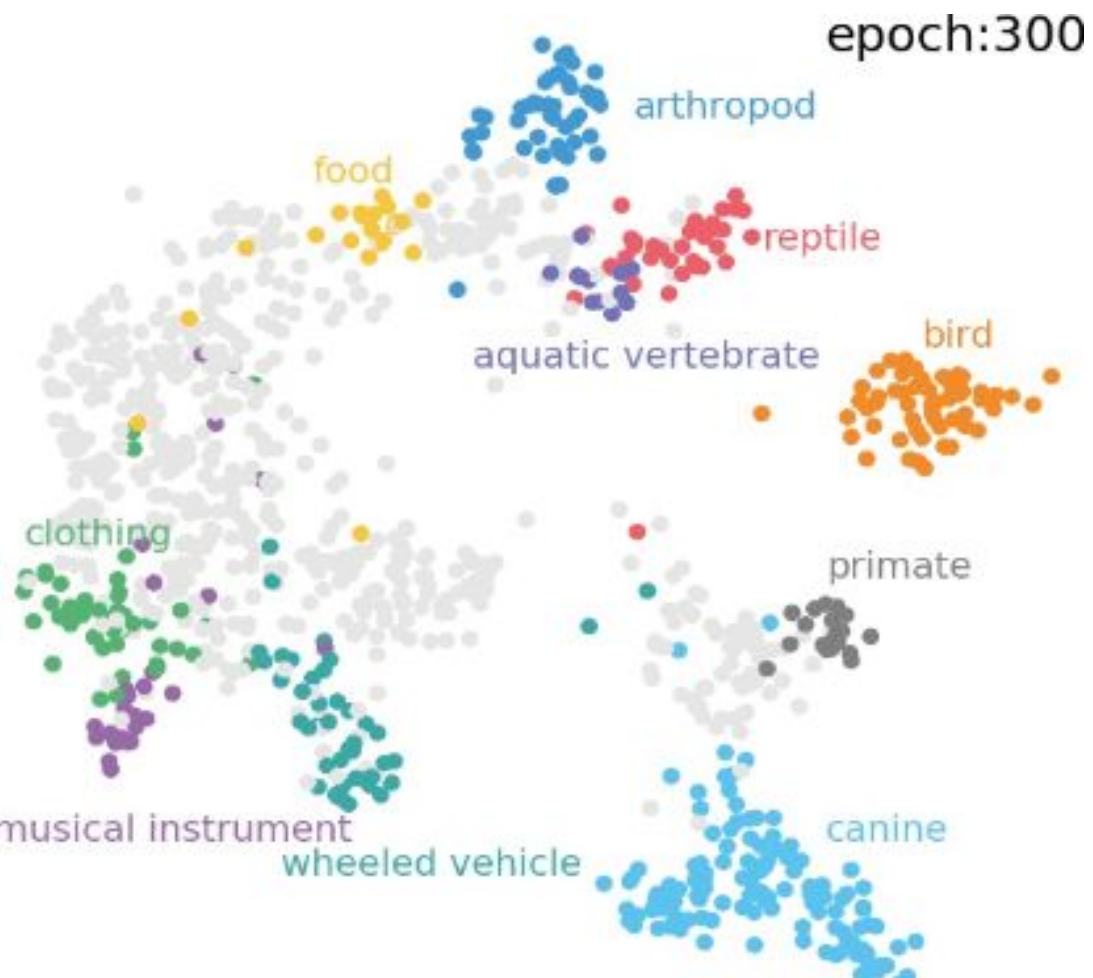
<https://docs.nvidia.com/nemo-framework/user-guide/latest/nemotoolkit/vision/vit.html>

ViT feldolgozás a nyelv-feldolgozás analógiájára: egy nagy képet a részletek sorozatként vizsgálja, akár csak a nyelvi modellek a szöveget szó-sorozatokként

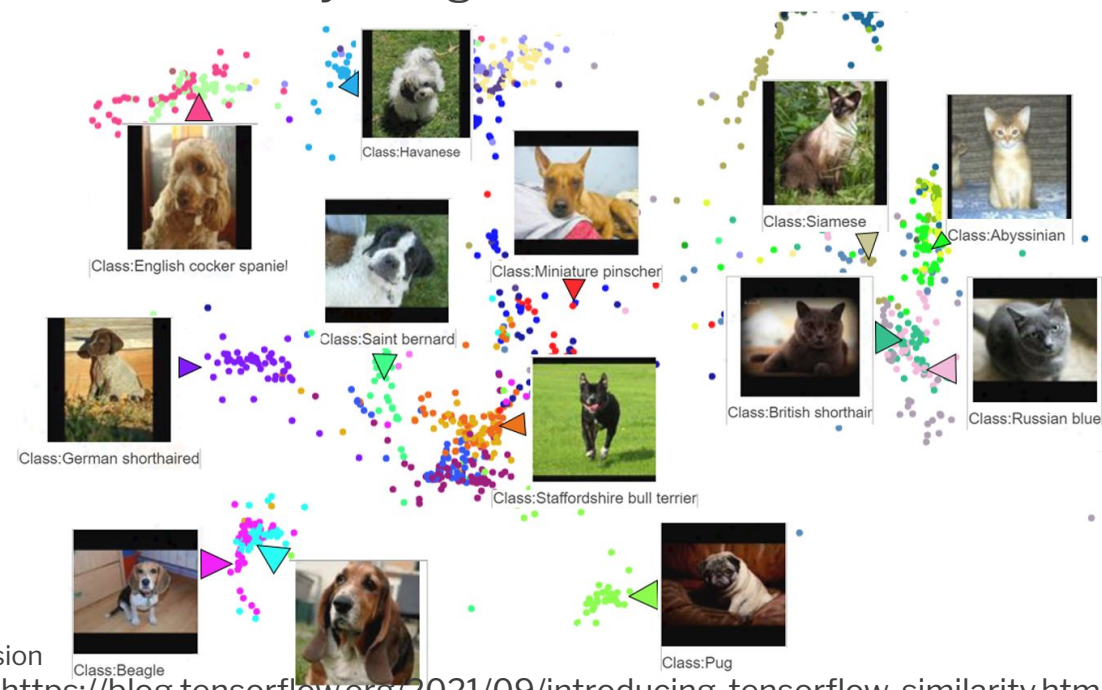
Szokatlan/oda-nem-való elemek felderítése: DINOv2 modell

Oquab, Maxime, et al. "Dinov2: Learning robust visual features without supervision." *arXiv preprint arXiv:2304.07193* (2023).

<https://purnasai.github.io/talks/dinov2>



DINOv2 hatékony kategória-szétválasztás

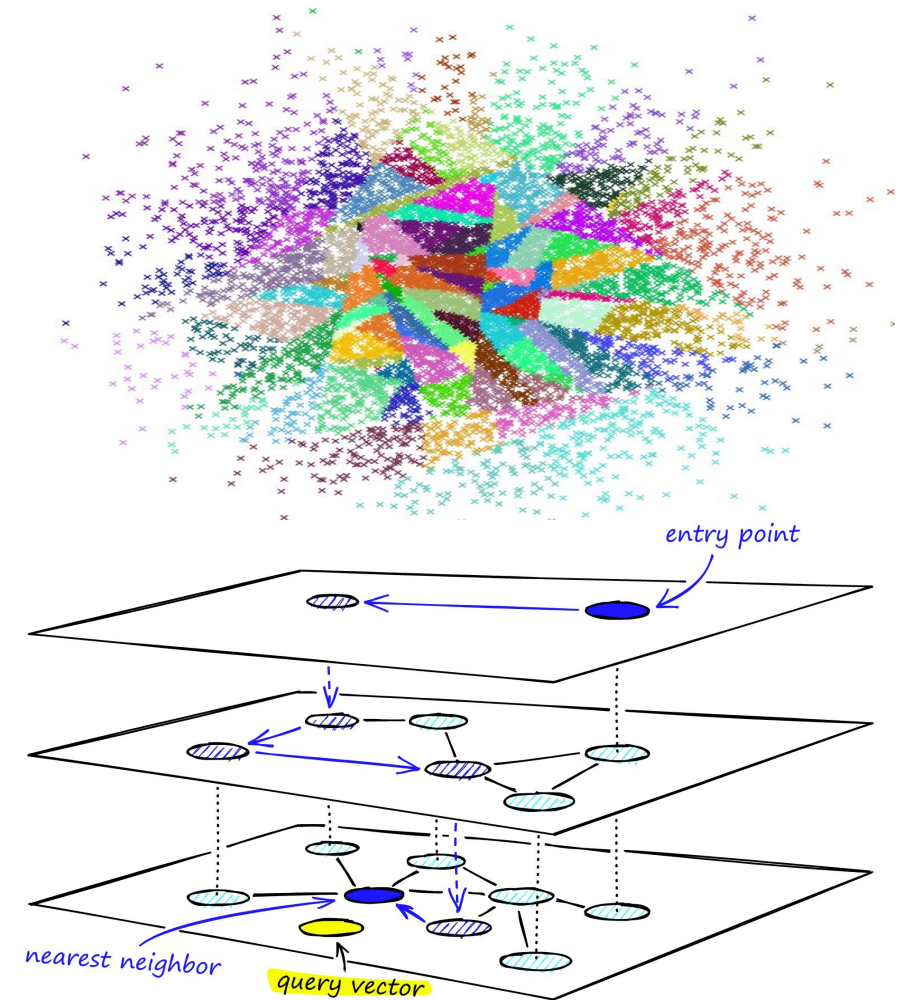


A kulcs faktor: futásidő

Hogyan találunk gyorsan képek között eltéréseket?

- Eltérés: a normálisnak mondottól távol van
- Mindenkitől távolságot mérni lassú
- Kategóriák meghatározása
 - kNN (k-nearest neighbour) klasszifikáció
- Gyors keresés:
 - aNN (approximate kNN)
 - Hierarchical Navigable Small-Worlds (HNSW)
- Megvalósítás:
 - PostgreSQL-ben pgvector modul

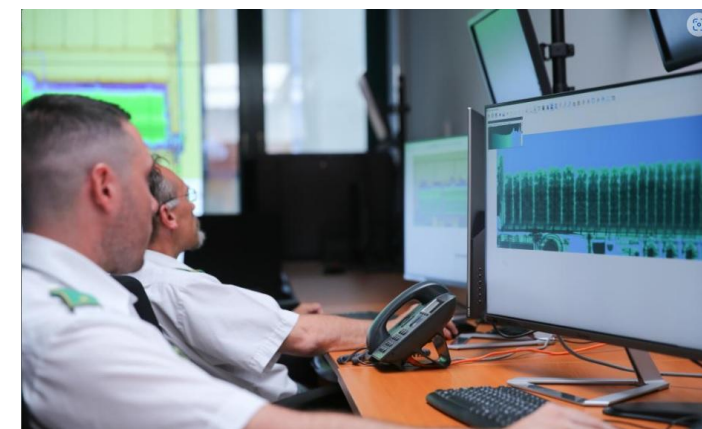
<https://github.com/spotify/annoy>



<https://www.pinecone.io/learn/series/faiss/hnsw/>

Az adatgyűjtő környezet

- 4 mobil röntgen készülék 1763/2016. (XII. 15.) kormányrendelet szerint a határ-állomásokon
- Budapest, 2023: adatgyűjtő és elemző központ
 - valós idejű felügyelet: akár a mammográfiai másod-leolvasó
 - retrospektív elemzés: rendőri intézkedést tesz lehetővé



Az adatok áttekintése

Számos meta-adat van a képekhez:

- helyszín
- időpont
- autó adatai
- szállítmány adatai

Ismert outlier-hez további adatok:

- azonosított eltérés szöveges leírása
- néhány esetben kép-részlet jelölése

- Képek száma: 500,000+
- Időtartam: 2019-2021
- 4 állomás
- Ismert outlier: 1,500
(3,500 validálásra vár)

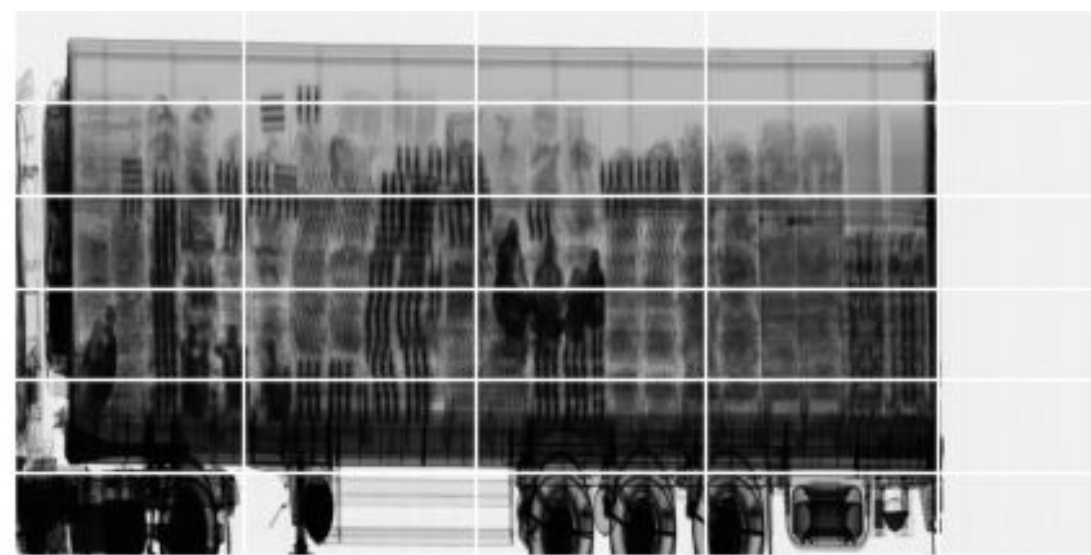
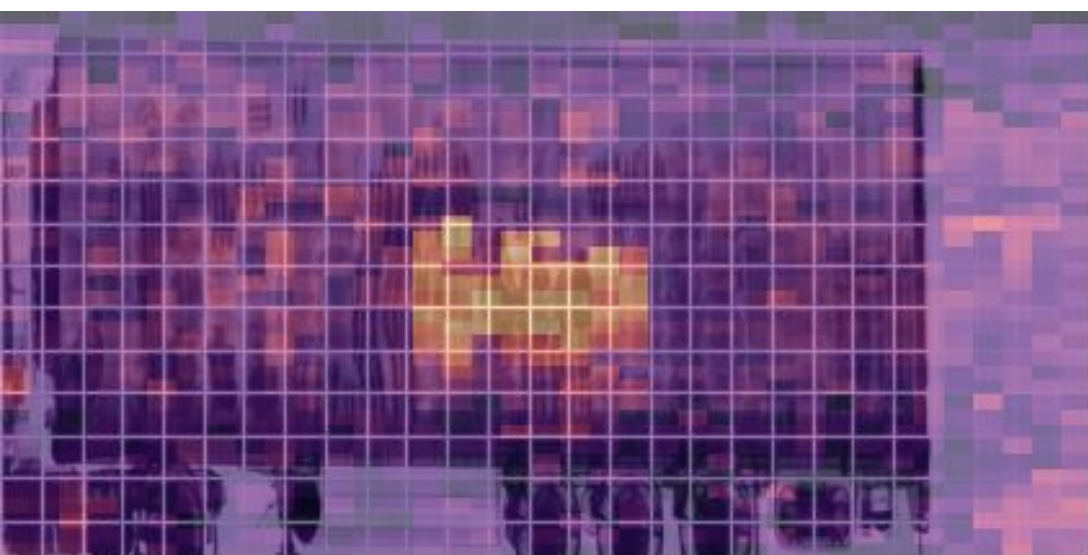
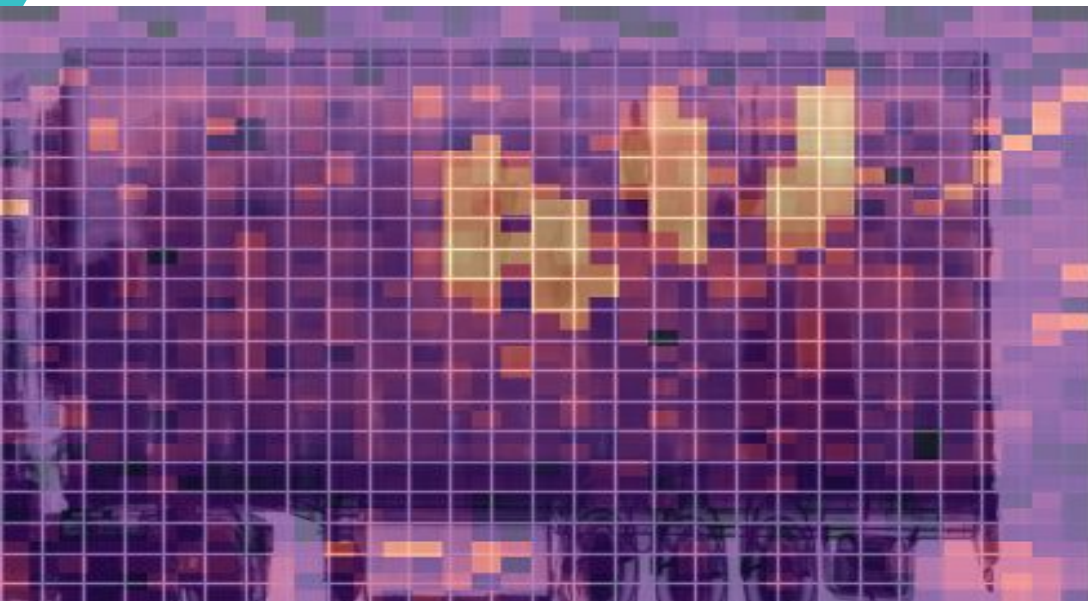
Kiértékelési módszerek

Kép-feldolgozás időfaktora: Néhány különleges indexelési technikával (ANN = approximate k-nearest neighbour; HNSW = Hierarchical Navigable Small-Worlds) **10 másodpercre** szorítottuk le egy kép értékelési idejét (**14 nap/kép** feldolgozási idő helyett).

Pontossági kritériumok: Egy tesztalmazon, ami 8000 képből (120 jegyzőkönyvezett esettel)

- képen belül mennyire pontos a találat (helyi annotáció pontossága)
- a kép alapján ellenőrzést javasol / nem javasol (globális annotáció pontossága)

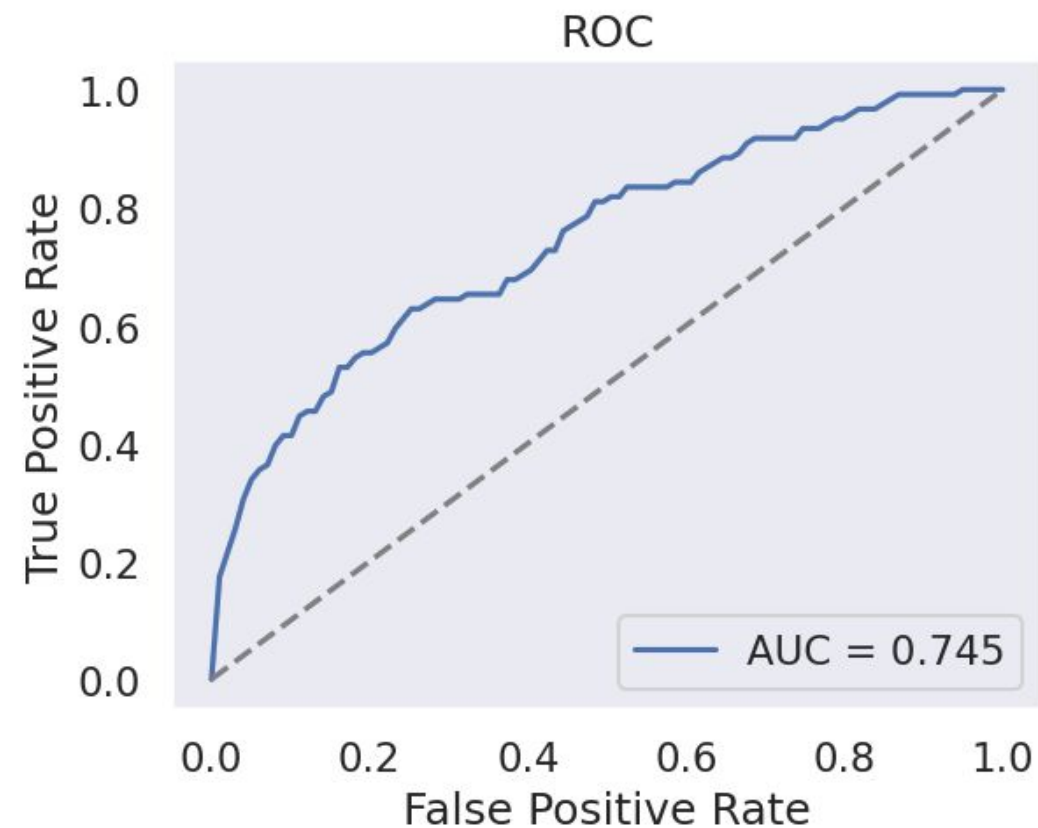
Kiértékelési módszerek: lokális pontosság



Globális címkék pontossága

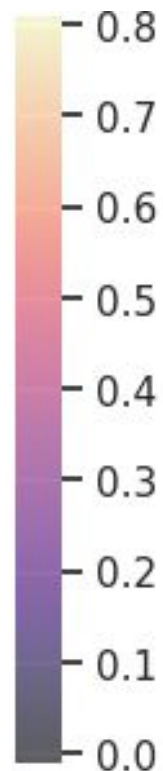
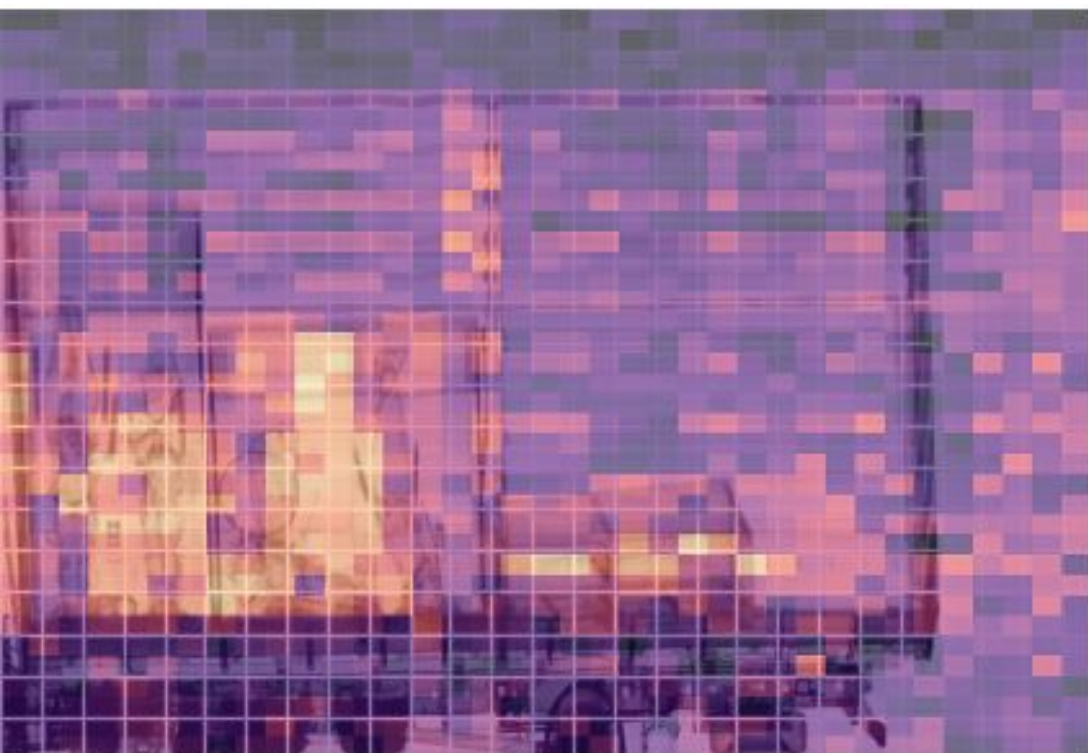
Performance Metrics:

Confusion Matrix		predicted	
		inlier	outlier
truth	inlier	7970	31
	outlier	103	18



Folytatás: tanító adatok tisztítása, kiegészítése

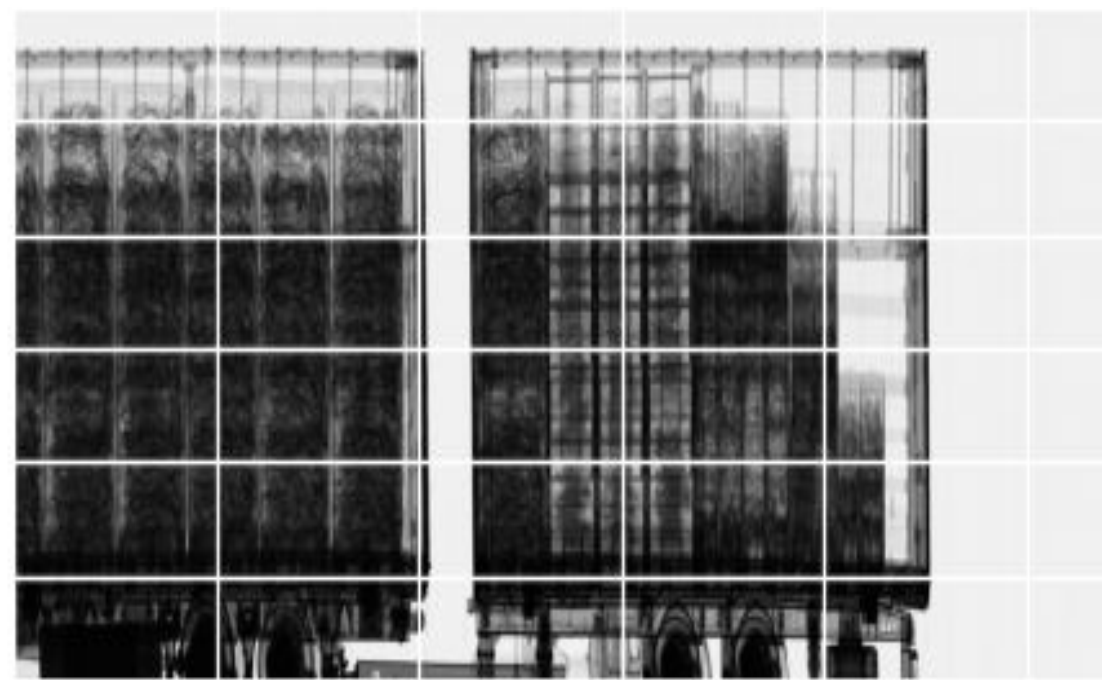
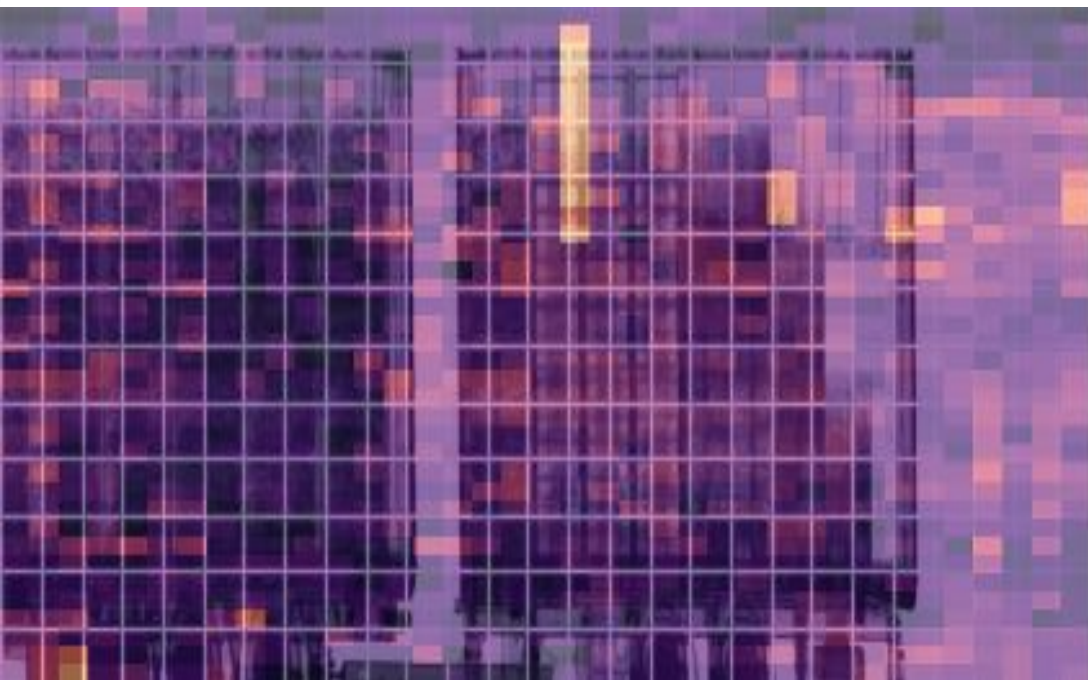
Szállító-levelek tartalma, szállító-eszközök megnevezései, visszatérő szállítmányozók címkézése



fals pozitív példa

Folytatás: tanító adatok tisztítása, kiegészítése

Szállító-levelek tartalma, szállító-eszközök megnevezései, visszatérő szállítmányozók címkézése



fals negatív példa

Összefoglalás

Főbb kihívások a határállomások röntgenkép-feldolgozásánál:

- **Adatminőség:** Kiváló minőségű és elegendően heterogén adatsor a normál esetek tanítására
- **Skálázhatóság:** Nagy adathalmaz kezelése, folyamatosan bővülő adatokkal
- **Valós idejű feldolgozás:** Minimális késleltetési idővel eltérő részlet azonosítása

Megoldásunk:

- **DINOv2:** Ez a modell elegendően heterogén adaton van előtanítva.
- **Hatékony algoritmusok:** Nagy adatmennyiség kezelésére ANN és HNSW alkalmazása
- **Optimalizált infrastruktúra:** Optimalizált hardver és szoftver megoldás kifejlesztése

Továbblépési lehetőségek

Fejlesztési irányok:

- **Modell-fejlesztés:** Újabb, nagyobb modellek integrálása, speciális modell tanítása a pontosság növelése érdekében.
- **Metaadatok bővítése:** Szállítmány-leírások társítása a képekhez.

Kutatási irányok:

- **Újabb adatok bevonása:** Robosztusság és pontosság növelése.
- **Képen belüli összefüggések figyelembe vétele:** A jelenlegi megoldás minden képrészletet önállóan értékel ki. A távolabbi összefüggések figyelembe vétele, a kiértékelés során a képen belüli összhang beépítése a modellbe