

Aktuálne trendy počítačového videnia a umelej inteligencie v rádiológii a digitálnej patológii.

Prof. Vanda Benešová (publ. ako Wanda Benesova)

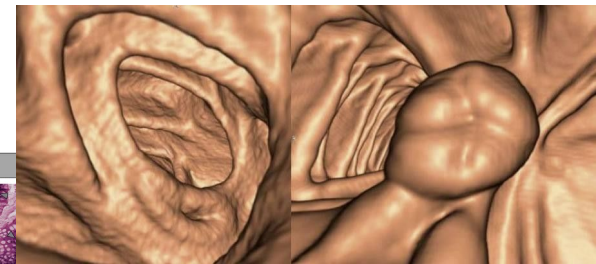


Aplikačné oblasti počítačového videnia s AI

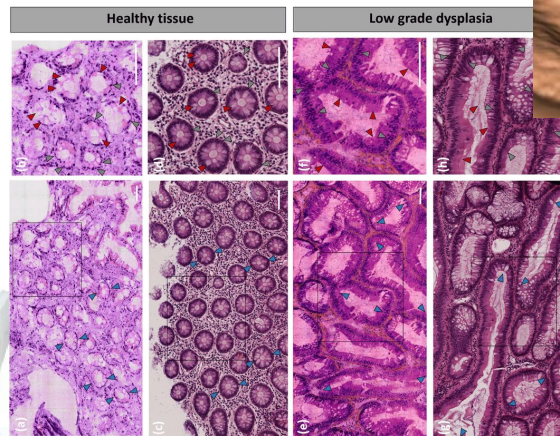
Vizuálna inšpekcia

Histológia

Rádiológia



Virtual Colonoscopy



CT

MRI / fMRI

Nuclear

Ultrasound

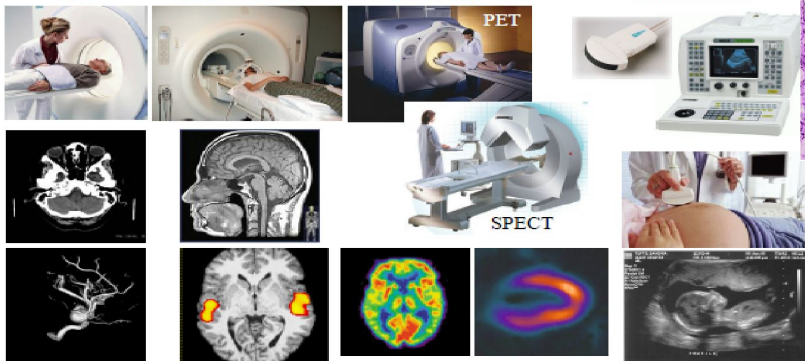
SPECT

X-ray

magnetic spin

metabolic tracer X-ray
emission

sound waves



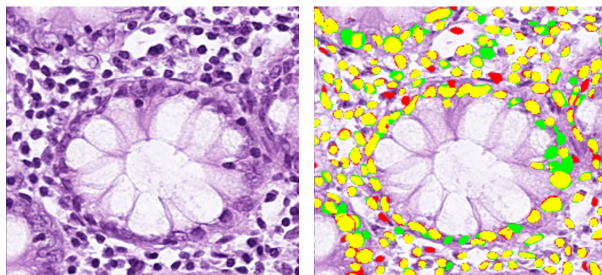
Počítačové videnie s AI

- Aké úlohy môže pomôcť riešiť AI v digitálnej patológii a rádiológii?
- Aké sú výzvy v AI pre digitálnu patológiu a radiológiu?
- Príklady spolupráce na výskumných úlohách
- Ako súvisí AI s User eXperience (UX) v digitálnej patológii a rádiológii?

Úlohy s AI riešením v patológii

Segmentačné úlohy

- napr. segmentácia buniek, vyšších štruktúr, regiónov záujmu



Ukážka výstupu
segmentácie sieťou U-Net.
zelená - chybné negatívne;
červená - chybné pozitívne;
žltá - správne pozitívna

Halinkovic M, Benesova W. SpringNet: A Novel Deep Neural Network Architecture for Histopathological Image Analysis. In: Proceedings of the ICR'22 International Conference on Innovations in Computing Research 2022 Aug 11 (pp. 65-75). Cham: Springer International Publishing.

Klasifikačné úlohy

- napr. rozlíšenie typu bunky, grading

Registrácia (fúzia dát)

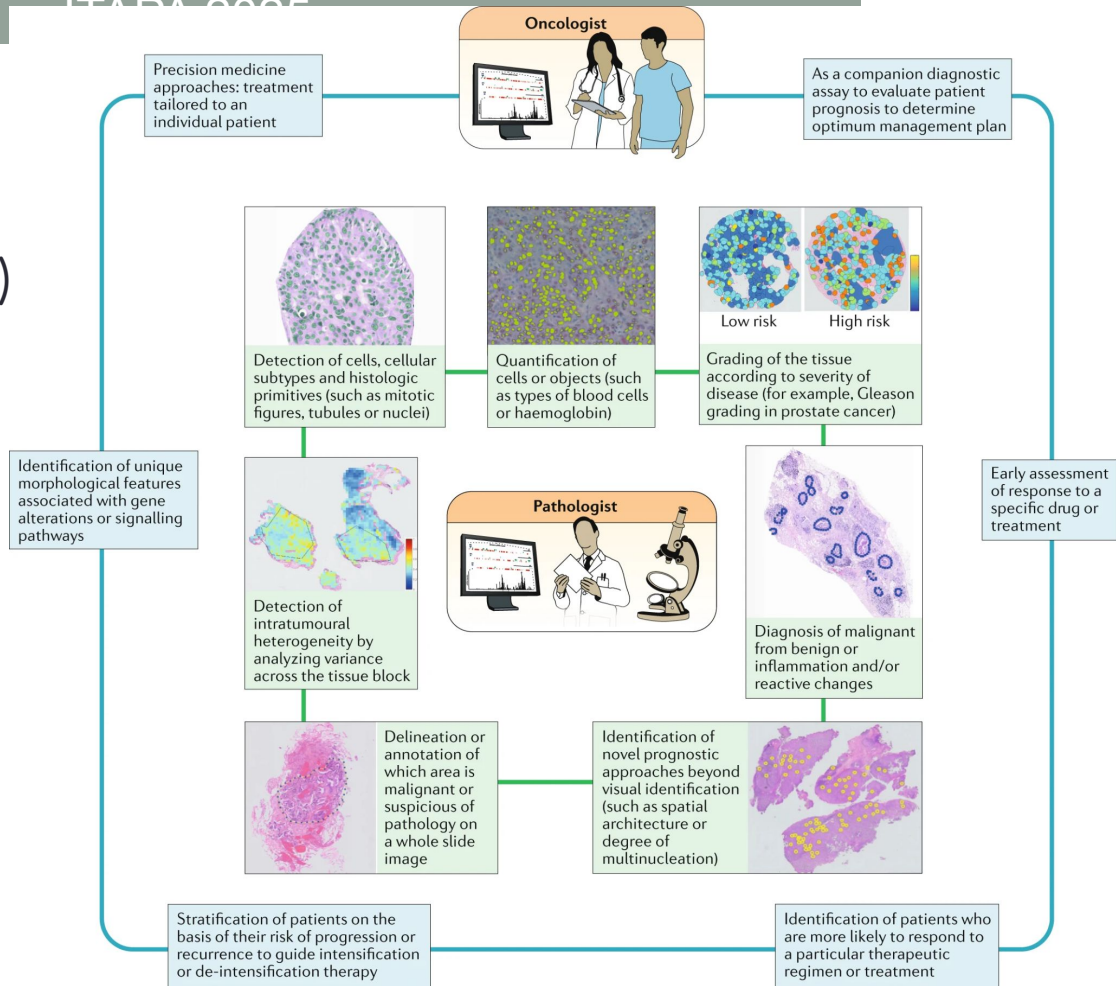
- napr. fúzia susedných rezov v rôznom chemickom farbení

Virtuálne farbenie (virtual staining) a salientné mapy (saliency maps)

AI & histopatológia

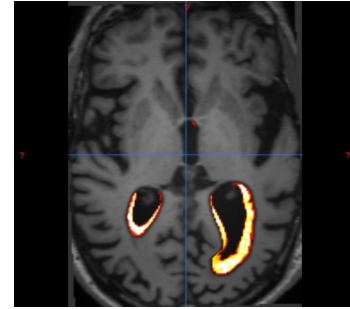
Prístupy umelej inteligencie (AI) a strojového učenia dopĺňajú odbornosť a podporujú patológa a onkologa.

Pre praktického onkologa môžu byť prístupy AI použité na pomoc pri rozhodovaní o rôznych aspektoch manažmentu pacientov s rakovinou.



Úlohy s AI riešením v rádiológii

- **Segmentácia**
 - napr. nádoru, anomálie, anatomickej časti a pod.
- **Klasifikácia**
 - druh ochorenia, typ nádoru a pod...
- **Rádiomiky (Radiomics)**



	Semantic - manually acquired features	Handcrafted radiomic features algorithms	Deep radiomic features - using deep learning
Features Acquisition	 Visual estimated and measured using simple tools by radiologist	 Implementation of statistical methods, image processing methods...	 Features produced by the Convolutional Neural Network (CNN) filters
Type of features	 Examples: Diameter size Lobulated shape Spiculated shape	 Algorithmical description of: adenoma shape, adenoma texture,gray-level features, etc.	 CNN filters response -> CNN last layers feature maps
Classification accuracy	The eventual average classification performance for a given specific task, relying solely on these radiomic features, might be:		
	low accurate	medium accurate	high accurate
Features interpretability	Intrinsically good interpretable features	Partially interpretable features	Poor interpretability because of the "black box" character -> the need for post-hoc interpretation methods.

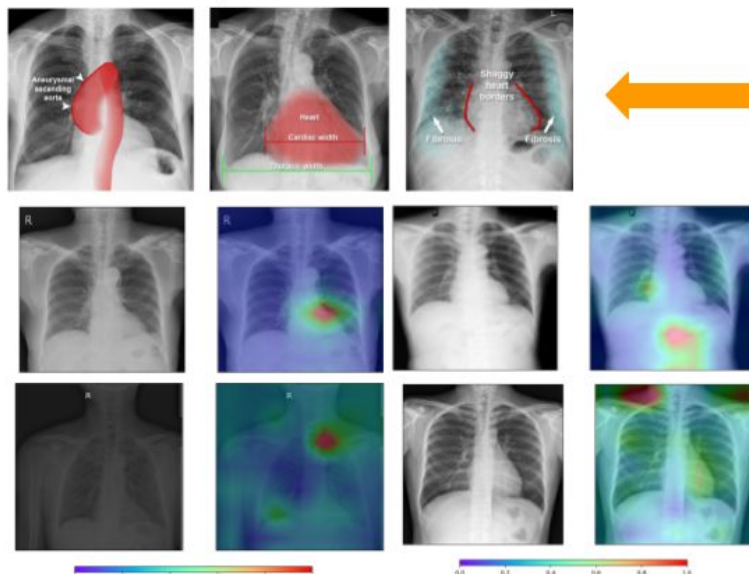
Interpretovateľnosť a vysvetliteľnosť neurónových sietí

“Prečo sa sieť rozhodla ako sa rozhodla?”

Odpoveď pre:

1. AI vývojára
2. lekára - používateľa aplikácie AI

Kam sa “pozerá” neurónová sieť?



Učebnicové príklady -> kam by sa neurónová sieť mala dívať ak hľadá zväčšenie aorty, cardiomegaly a pulmonary fibrosis

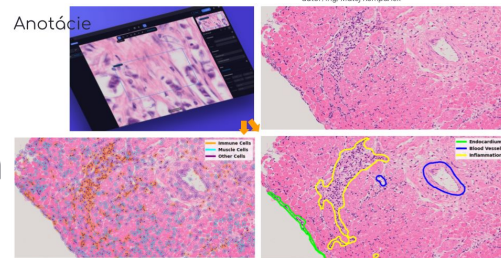
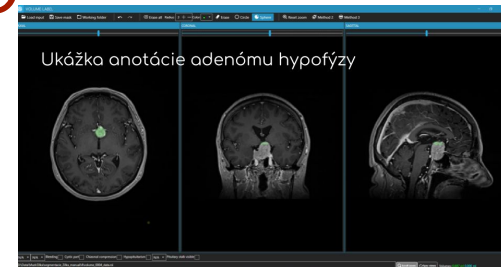
Konkrétne príklady -> vizualizácie kam sa neurónová sieť v skutočnosti díva (učená na datasete Chest X-ray Abnormalities Detection rozpoznať zväčšenie aorty, cardiomegaly a pulmonary fibrosis)

Zdroj: Marko Stahovec Bakalárska práca

Výzvy v AI pre digitálnu patológiu a rádiológiu

Problém kvalitného datasetu a nedostatok anotovaných dát - ako to vieme riešiť?

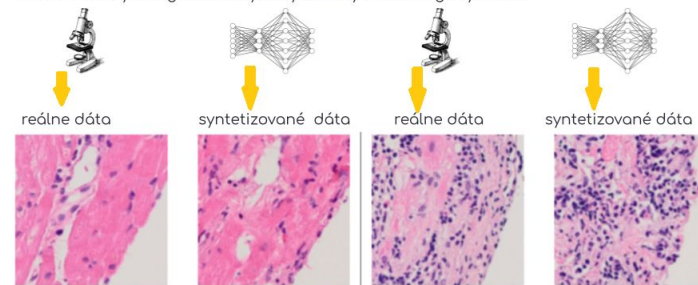
- UX v procese anotovania dát
- AI generuje dáta pre tréning neurónovej siete
- Aktívne učenie, stratégie slabo anotovaných dát...



Ďalšie smery výskumu:

- Spracovanie multimodálnych dát, napr. obrazových aj klinických dát
- Predikcia vývoja v čase
- Výpočet biomarkerov
- Interpretovateľnosť a vysvetliteľnosť!

Ukážka reálnych a generovaných-syntetických histologických dát:



Príklady výskumu na FIIT vo VGG

Spolupráca s IKEM Praha



Institut Klinické a Experimentální Medicíny

doc. MUDr. Ondřej Fabián, Ph.D., RNDr. Martin Květoň

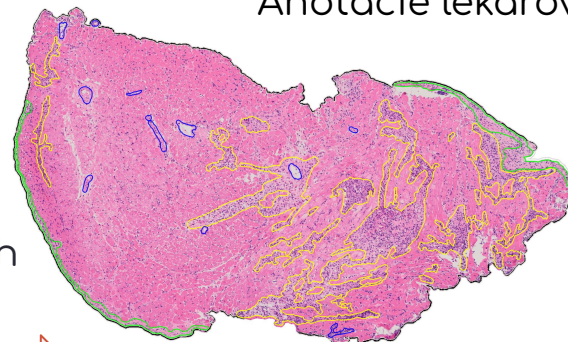
Biopsia po transplantácii srdca

Segmentácia histologických snímok

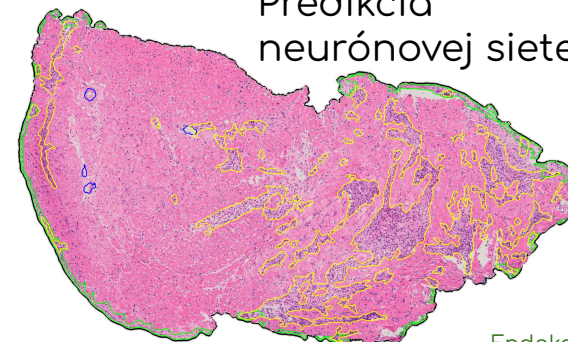
Segmentácia vyšších
štruktúr v
histologických
snímkach



Anotácie lekárov



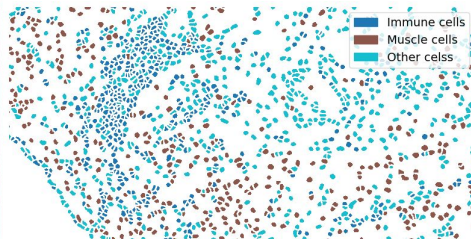
Predikcia
neurónovej siete



Autor: Ing. Matej Halinkovič

Endokard
Cievy
Zápaly

Detekcia buniek/ jadier buniek



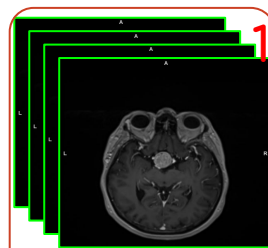
Spolupráca s Fakultnou Nemocnicou svätého Michala

Mudr. Tomáš Žilka

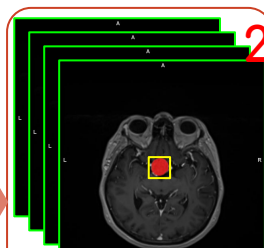


Segmentácia adenómu hypofýzy, radiomiky

Postupnosť výpočtu
radiomických príznakov



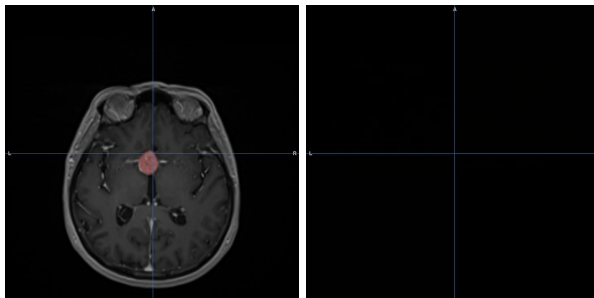
Vstupný
obraz (MRI)



detekcia/se
gmentácia
adenómu

Extrakcia
radiomických
príznakov

Výstup
Klasifikácia
do tried



Segmentácia
adenómu
hypofýzy

Spolupráca s lekárskou fakultou Univerzity Komenského



MUDR. KRISTÍNA MIKUŠ KURACINOVÁ, PHD. doc. MUDr. Pavol Janega, PhD.

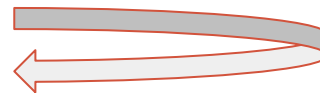
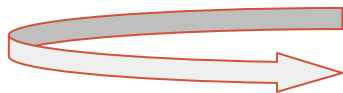
MUDr. Andrea Janegová, PhD.

Ústav patologickej anatómie

Úlohy sú viaceré, napr.:

- Nottinghamské skóre rakoviny prsníka
- Dvojité farbenie histologických preparátov
- Výukový program s podporou AI (digitálna patológia)

Koncept „Human-in-the-loop“ v AI



Doménoví experti

zodpovední za:

- Presné vydefinovanie problému
- Prípravu dát, anotácie, poskytnutie spätnej väzby k priebežným výsledkom
- Vysvetlenie odborných problémov

HCI a UX experti

zodpovední za:

- Používateľský výskum/prieskum u doménových expertov
- Tvorbu používateľsky príjemných a efektívnych anotačných nástrojov

Expertti na AI & počítačové videnie

zodpovední za:

- Výskum a učenie neurónových sietí a medicínskeho zobrazovania
- Výskum a vývoj aplikácie neurónových sietí