

Detekce zubních kazů z rentgenových snímků typu bitewing

Ing. Lukáš Kunt

ve spolupráci s

prof. Dr. Ing. Janem Kybicem a MDDr. Antonínem Tichým

Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

25. listopadu 2022



Cíle

- Automatická detekce zubních kazů z rentgenových snímků typu bitewing
- Segmentace zubních výplní a implantátů



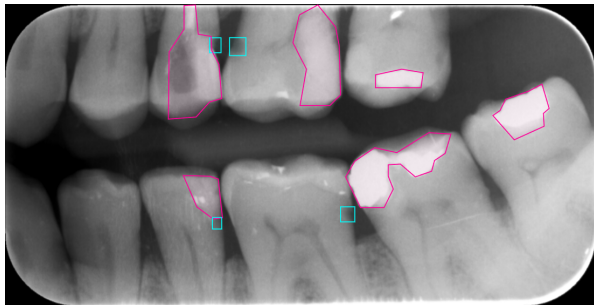
Motivace

- Zubní kaz je nejčastější onemocnění na světě
- Kontrola pro zubaře
- Vzdělávací účely
- Snažší komunikace s pacientem



- Zrychlení anotačního procesu pomocí modelu
- 521 snímků s označenými výplněmi

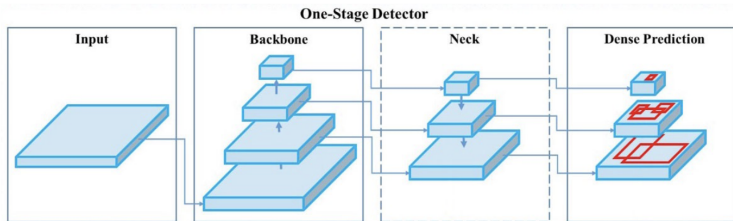
Verze	Počet snímků	Počet anotovaných kazů
1	1626	2416
2	2599	4328
3	2599	4575
4	3489	6087
5	3989	7257



Metody pro detekci kazů

Detekce kazů pomocí metod hlubokého učení:

- Architektury: EfficientDet, RetinaNet, Faster R-CNN, YOLOv3, YOLOv5
- Backbones: EfficientNet, ResNet, Swin transformer, DarkNet
- Experimenty s trénovacím protokolem (optimalizátor, lr-plánovače)
- Ensembling : NMS, S-NMS, NMW, WBF

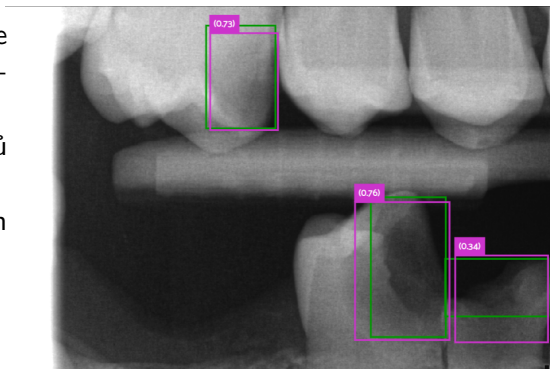


Obrázek 1: Náskres obecné detekční neruonové sítě

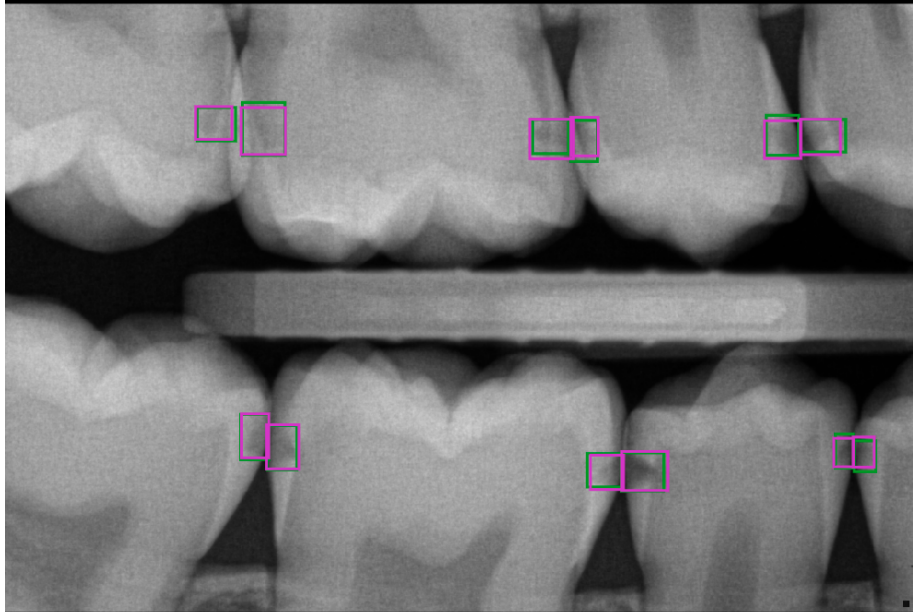


Detekce zubních kazů

- Malé rozdíly ve výsledcích jednotlivých architektur
- Značné zlepšení výsledků ensemblingem
- Důležitost různých architektur



Model	$AP@.5$	$AP@.75$	$AP@.5_S$	$AP@.5_M$	$AP@.5_L$
RetinaNet-Swin	0.827	0.311	0.786	0.847	0.851
Stejné modely	0.841	0.39	0.814	0.862	0.802
Různé backbony	0.85	0.418	0.821	0.866	0.810
Různé architektury	0.861	0.405	0.821	0.879	0.870



- Testovací sada T_1 obsahující 100 snímků
- Porovnání modelu s následujícími subjekty:
 - Původní anotátor E_0
 - 4 zubní lékaři s více než 15-ti lety praxe - $\{ E_1, E_2, E_3, E_4 \}$
 - 3 zubní lékaři s méně než 15-ti lety praxe - $\{ N_1, N_2, N_3 \}$

Dataset	Přesnost	Citlivost	F-skóre
Původní sada T_0 (599 snímků)	0.832	0.77	0.8
Sada T_1 (100 snímků)	0.776	0.73	0.752

Tabulka 1: Porovnání výsledků modelu napříč testovacími sadami



Mezi zubaři nepanuje shoda ohledně pozice kazů

Párové porovnání anotátorů

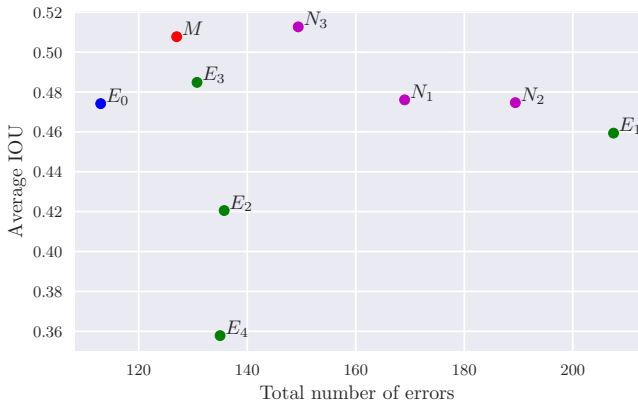
Nejlepší shoda (z pohledu počtu chyb) je mezi E_0 a E_4 , ale stále se jedná o 76 chyb na 100 snímků



Párové porovnání s experty

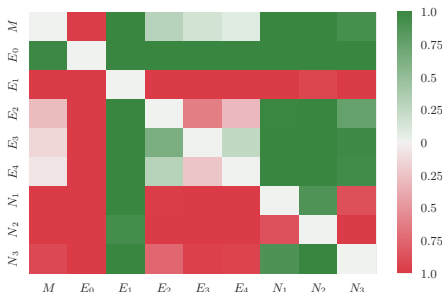
Průměr párového porovnání s ostatními experty:

- Anotátoři E_0 a E_1 silně vybočují
- Všichni experti (mimo E_0) mají lepší shodu s ostatními experty, než novicové

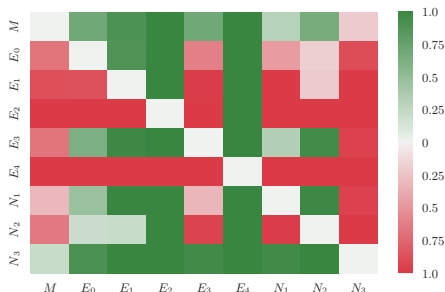


Je model lepší než zubní lékaři?

Pomocí Wilcoxonova znaménkového testu: H_0 - modely jsou nerozlišitelné,
 H_1 - jeden z modelů je lepší než druhý



Obrázek 2: Pravděpodobnost H_1 pro počet chyb



Obrázek 3: Pravděpodobnost H_1 pro průměrné IOU



V literatuře pouze na OPG snímcích pomocí adaptivního prahování



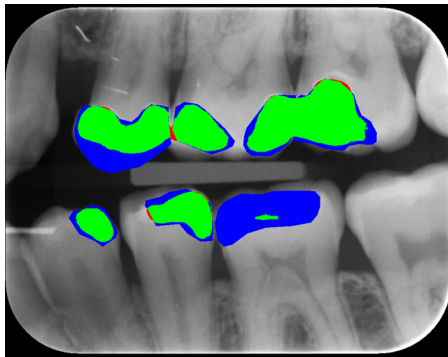
Vstupní obraz, ground truth, obraz po adaptivním prahování, odstranění okrajových pixelů, morfologické operace



Vstupní obraz, ground truth, predikce U-Net modelu, morfologické operace, výsledek



Výsledky segmentace výplní



- TP zeleně
- FN modře
- FP červeně

Model	Dice	IOU
Adaptivní prahování	0.364	0.314
U-Net	0.760	0.67



Závěr

- I přes datový posun (data-drift) T_1 dosahuje model stejných/lepších výsledků než ostatní experti a lepších výsledků než všichni novicové
- U některých expertů nemáme dost důkazů abychom statisticky potvrdili, že model je lepší

Použití v praxi

- Druhý názor pro zubního lékaře
- Nástroj pro vzdělávání studentů
- Pomoc při tvorbě léčebného plánu



huggingface.co/spaces/kuntik/BitewingCariesDetection

Navštivte webovou stránku a vyzkoušejte si automatickou detekci zubních kazů

The screenshot shows the Hugging Face Spaces interface for the application 'kuntik/BitewingCariesDetection'. The status is 'Running' and it has 0 likes. The interface includes a navigation bar with 'App', 'Files', 'Community', and 'Settings'. The main area is divided into two panels: 'Input bitewing image' and 'Processed bitewing image'. The input panel contains the text 'Drop Image Here - or - Click to Upload'. The processed panel is currently empty. Below these panels is a 'Gallery of examples' showing eight pairs of bitewing X-rays. At the bottom, there is a 'Prediction Threshold' slider set to 0.1.

