

# Využití hlubokých neuronových sítí pro prioritizaci rentgenových snímků plic

autor: Dalibor Jelínek

vedoucí: Mgr. Radim Krupička, Ph.D.

odborný konzultant: MUDr. David Girsá, rdg. klinika 3. LF UK a FNKV

oponent: Ing. Eliška Sirůčková

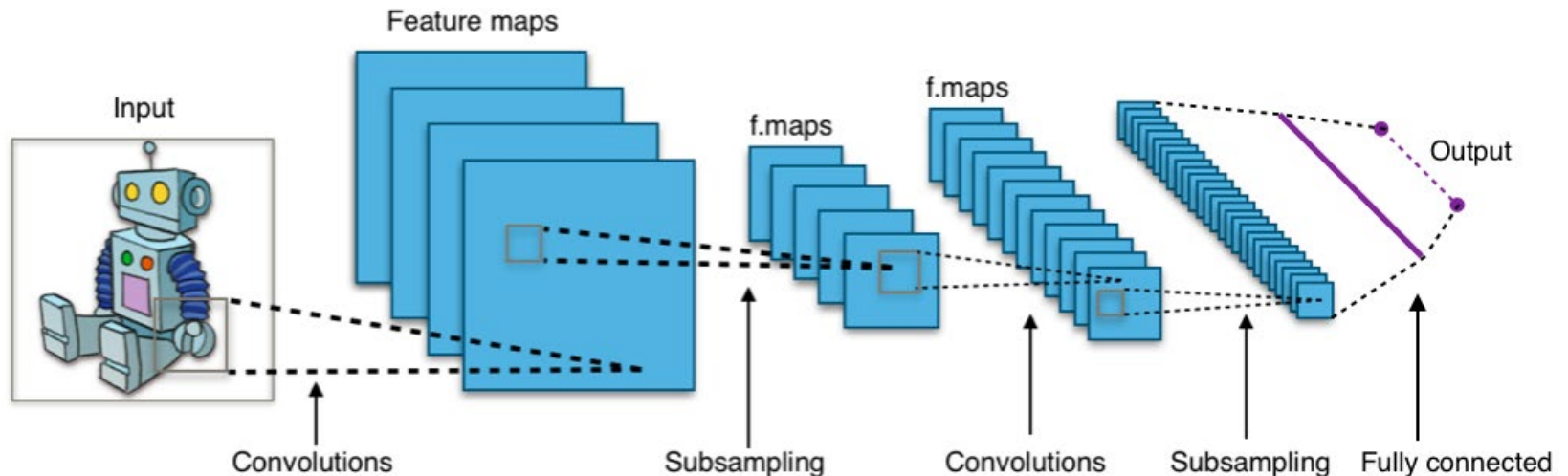
# Motivace

- ▶ Snímek hrudníku je nejčastěji prováděné rentgenové vyšetření
- ▶ Fronta rentgenových snímků plic čekajících na popis
- ▶ Snímky čekají řádově hodiny, než je vidí odborník
- ▶ Navrhnout software, který by snímek automaticky vyhodnotil a stanovil mu ve frontě na popis prioritu dle naléhavosti nálezu



# Strategie

- ▶ Jasný úkol pro konvoluční neuronovou síť
- ▶ Hlavní problém: kde vzít dostatek snímků i s popiskami, na kterých by šlo neuronovou síť učit
- ▶ Sadu, která by snímkům přiřazovala prioritu, nelze najít. Její vytvoření by bylo časově velmi náročné - pro učení je potřeba desítky tisíc až stovky tisíc snímků



# Databáze CheXpert

- ▶ Řešení: databáze CheXpert  
<https://stanfordmlgroup.github.io/competitions/chexpert/>
- ▶ 224 316 rentgenových snímků hrudníku
- ▶ od 65 240 pacientů
- ▶ snímky popsány normálně radiology
- ▶ popisy později počítačem digitalizovány, rozlišuje se 14 nálezů
- ▶ nález: pozitivní / negativní / nejistý / nezmíněno



# Prioritizace

Program určí nález na snímku a podle něj se určí priorita:

- urgentní
- závažné
- může počkat

Nález anglicky	Nález česky	Priorita
Lung Opacity	opacity mléčného skla	urgentní
Edema	edém / otok	urgentní
Pneumonia	pneumonie	urgentní
Pneumothorax	pneumotorax	urgentní
Cardiomegaly	kardiomegalie	závažné
Lung Lesion	léze na plicích	závažné
Atelectasis	atelektáza	závažné
Pleural Effusion	plicní výpotek	závažné
Pleural Other	ostatní nálezy	závažné
Support Devices	pomocná zařízení	závažné
Enlarged Cardiomeastinum	mediastinum zvětšené	může počkat
Consolidation	konsolidace	může počkat
Fracture	zlomenina	může počkat
No Finding	bez nálezu	může počkat

# Soutěž CheXpert

- ▶ CheXpert je i soutěž
- ▶ 500 „tajných“ snímků popsaných 8 radiology
- ▶ algoritmy se učí na velké veřejné části
- ▶ pak jsou odeslány do soutěže a ohodnotí 500 soutěžních snímků, které předtím neviděly
- ▶ zatím 186 soutěžních algoritmů
- ▶ výsledky: AUC od 0.701 až do 0.930

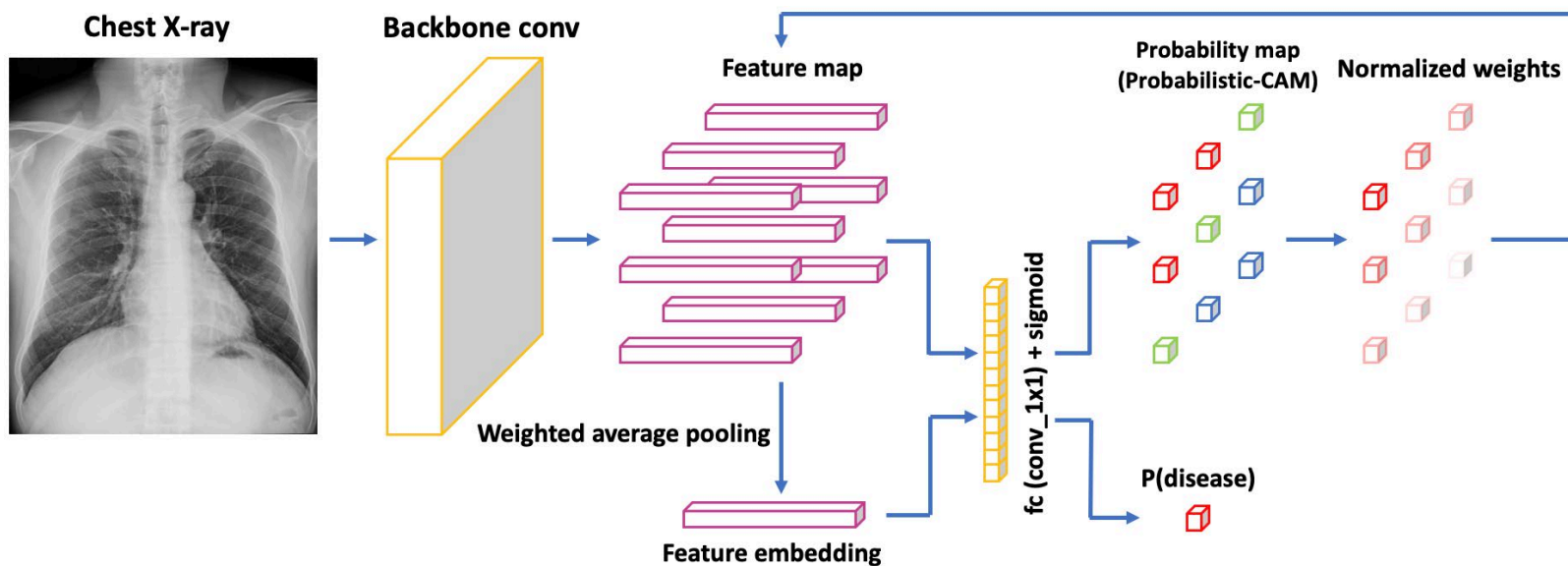


Rank	Date	Model	AUC	Num Rads Below Curve
1	Aug 31, 2020	DeepAUC-v1 <i>ensemble</i> <a href="https://arxiv.org/abs/2012.03173">https://arxiv.org/abs/2012.03173</a>	0.930	2.8
2	Sep 01, 2019	Hierarchical-Learning-V1 (ensemble) <i>Vingroup</i> <i>Big Data Institute</i> <a href="https://arxiv.org/abs/1911.06475">https://arxiv.org/abs/1911.06475</a>	0.930	2.6
3	Oct 16, 2019	Conditional-Training-LSR <i>ensemble</i>	0.929	2.6
4	Dec 04, 2019	Hierarchical-Learning-V4 (ensemble) <i>Vingroup</i> <i>Big Data Institute</i> <a href="https://arxiv.org/abs/1911.06475">https://arxiv.org/abs/1911.06475</a>	0.929	2.6
5	Oct 10, 2019	YWW(ensemble) <i>JF&amp;NNU</i> <a href="https://github.com/jfhealthcare/CheXpert">https://github.com/jfhealthcare/CheXpert</a>	0.929	2.8
6	Oct 18, 2019	Conditional-Training-LSR-V1 <i>ensemble</i>	0.929	2.6
7	Nov 17, 2019	Hierarchical-Learning-V0 (ensemble) <i>Vingroup</i> <i>Big Data Institute</i>	0.929	2.6
8	Sep 09, 2019	Multi-Stage-Learning-CNN-V3 (ensemble) <i>VINBDI Medical Imaging Team</i>	0.928	2.6

# JF Healthcare

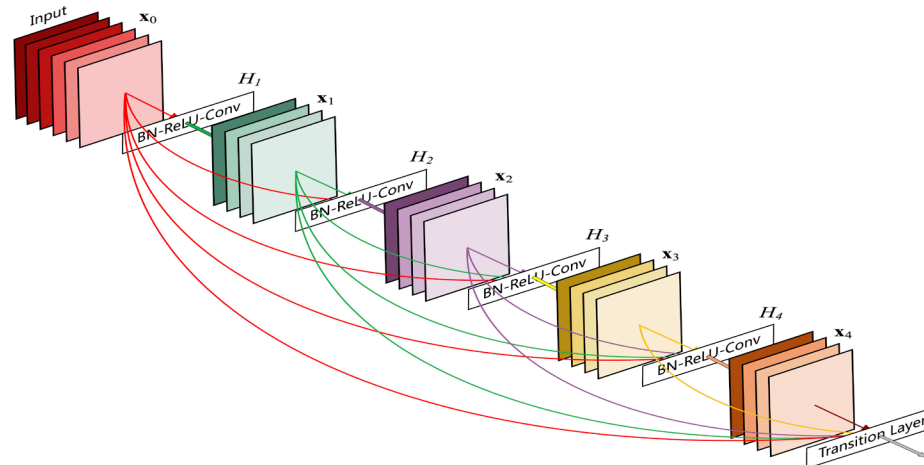


- ▶ zvolil jsem YWW *JF&NNU* z října 2019
- ▶ pozitiva:  
umístil se na 5. místě se skóre 0.929 AUC  
dostupný na GitHubu s dobrou licenci
- ▶ negativa:  
zcela nedostačující dokumentace  
autoři již nekomunikují



# Učení se strojovým učení

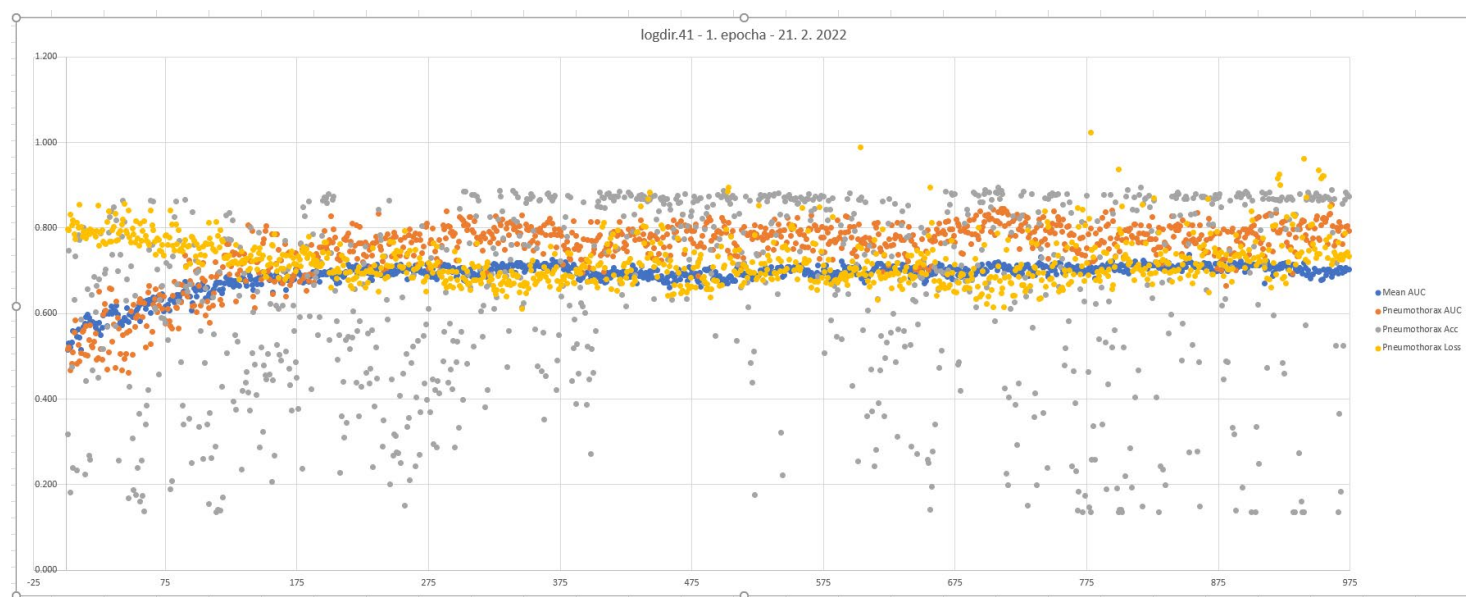
- ▶ Náročná instalace pythonovského prostředí a závislostí
- ▶ Původní GPU s příliš nízkým výkonem; nová karta je lepší - GIGABYTE GeForce RTX 3080 Ti GAMING OC 12G, LHR, 12GB GDDR6X za 58 000 Kč; bylo by krásné mít takové karty čtyři.
- ▶ Zkoumání funkce jednotlivých parametrů metodou pokus-omyl
- ▶ Dlouhé učení modelu  
jedna epocha učení zpracuje 377 000 obrázků a  
neuronová síť má 17 752 616 parametrů,  
epocha trvá 2 hodiny (pro 5 nálezů), pak 3,5 hodiny (pro 12 nálezů)  
a ve finále 41 hodin (12 nálezů, větší snímky)





# Experimenty

	$\emptyset$ AUC
výsledek původního software	0,913
můj první výsledek	0,895
rozšíření 5→7 nálezů	0,861
rozšíření na 13 nálezů	0,690
použití větších snímků (512 px)	0,796
vytvoření nových sad	0,749
jednotlivě zlepšení	0,810→0,887
jednotlivě zhoršení	0,741→0,691



# Výsledky - test nálezů

Nález	Priorita	TP	TN	FP	FN	Sens.	Spec.	F-score	Youden's J statistic	AUC
Cardiomegaly	závažné	12%	71%	14%	4%	0,75	0,84	0,57	0,59	0,864
Edema	urgentní	18%	51%	27%	3%	0,85	0,65	0,54	0,50	0,827
Support Devices	závažné	38%	38%	11%	12%	0,76	0,77	0,76	0,53	0,827
Pneumothorax	urgentní	10%	63%	23%	4%	0,72	0,73	0,43	0,45	0,783
Pleural Effusion	závažné	27%	44%	17%	12%	0,70	0,72	0,65	0,42	0,770
Pleural Other	závažné	9%	52%	36%	2%	0,81	0,59	0,32	0,40	0,756
Lung Lesion	závažné	9%	55%	33%	3%	0,72	0,63	0,33	0,35	0,725
Fracture	může počkat	8%	65%	23%	4%	0,63	0,73	0,35	0,36	0,717
Pneumonia	urgentní	9%	49%	40%	3%	0,77	0,55	0,29	0,32	0,706
Consolidation	může počkat	9%	50%	36%	4%	0,70	0,58	0,32	0,28	0,685
Enlarged Cardiomediastinum	může počkat	6%	70%	18%	6%	0,47	0,79	0,31	0,26	0,682
Lung Opacity	urgentní	32%	30%	20%	18%	0,64	0,61	0,63	0,25	0,661
Atelectasis	závažné	11%	47%	35%	6%	0,63	0,57	0,34	0,20	0,635

# Výsledky - test priority

- ▶ Test podle nálezů v CheXpert  
priorita určena shodně podle zdrojových dat v 70,3 % případů  
v 6,6 % případů určila neuronová síť prioritu nižší  
a ve 23,1 % případů stanovila prioritu vyšší

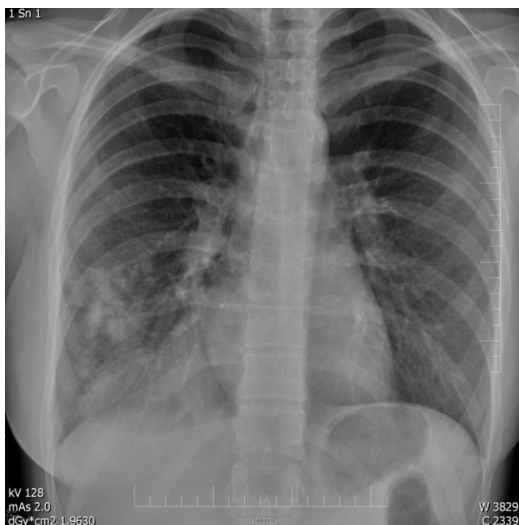
		Neuronová síť		
		1	2	3
D a t a	1	0,1 %	1,6 %	2,7 %
	2	0,1 %	5,5 %	18,8 %
	3	0,0 %	6,5 %	64,7 %

# Závěr

- ▶ Podařilo se:
  - zprovoznit a zdokumentovat zvolený software
  - rozšířit ho na detekci třinácti nálezů z pěti původních
  - natrénovat funkční neuronovou síť a otestovat ji se slibnými výsledky

## Děkuji za pozornost.

Pneumonie



Kardiomegalie

