

Segmentacja i lokalizacja miejsca sinawego w MRI mózgu przy użyciu konwolucyjnych sieci neuronowych

Zespół:

Sara Łukasik
Mikołaj Dziok
Kornel Howil
Maciej Szerenos

sa.lukasik@student.uw.edu.pl
m.dziok@student.uw.edu.pl
k.howil@student.uw.edu.pl

Opieka:

dr Janusz Jabłonowski
dr Martin J. Dahl
Agnieszka Kulesza



Spółeczeństwa się starzeją!

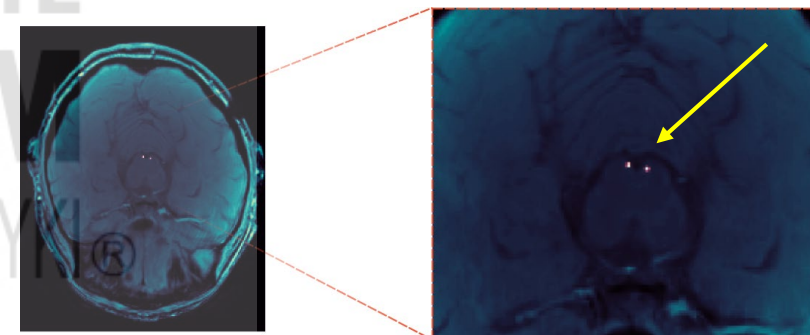
...Choroba Alzheimera staje się coraz bardziej powszechna...

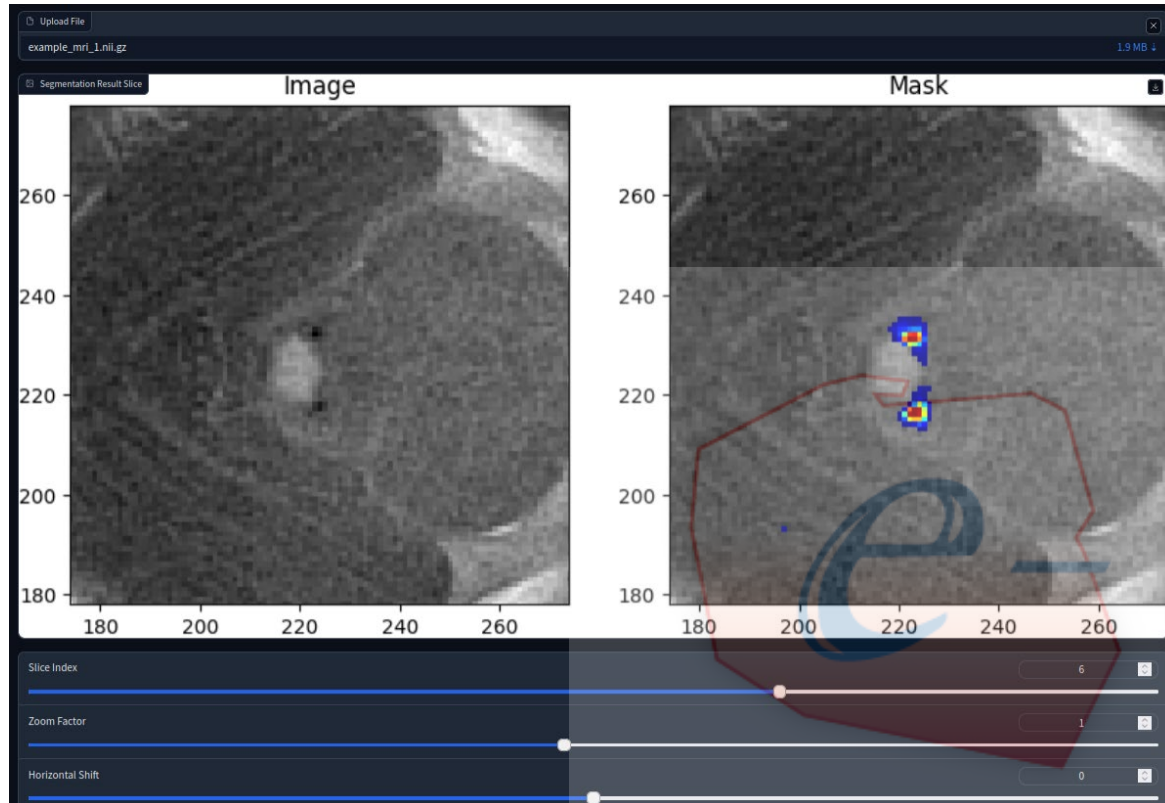
Potrzebna wczesna diagnoza!

Jest możliwa poprzez segmentację miejsca sinawego (LC),
małej struktury w centrum pnia mózgu.

Do tej pory segmentacja była wykonywana ręcznie. Pewne
automatyczne rozwiązania istnieją, ale były weryfikowane
na prywatnych danych i nie zostały upublicznione.

Nasze zadanie: Zaprojektować łatwe w użyciu narzędzie
do automatycznej segmentacji LC ze skanów MRI.





Dla początkujących programistów stworzyliśmy aplikację z **graficznym interfejsem**, oraz bibliotekę w języku Python z funkcjami wysokiego poziomu.

● LCSpotter ●

Installation Guide

Before we set up LCSpotter, we highly recommend using an environment manager like Conda. Using an environment manager like Conda allows you to create and manage isolated environments with specific package versions and dependencies.

Download and Install the right [conda](#) based on the operating system that you are using

Create a new conda environment

```
# use the terminal (mac/linux) and anaconda prompt (windows) to run
conda create --name lcspotter -y python=3.10
conda activate lcspotter
```

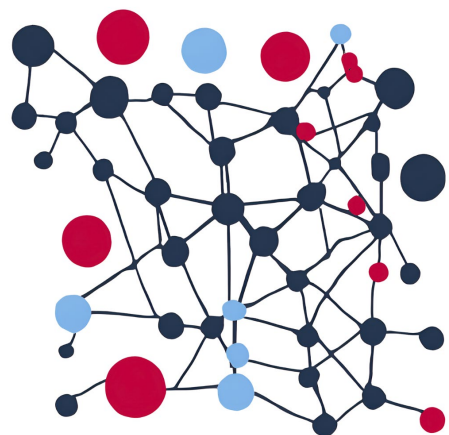
Install `lcspotter` within the conda environment.

Doświadczonym użytkownikom udostępniliśmy opcje **treningu sieci na nowych danych** oraz modyfikacji parametrów modeli.

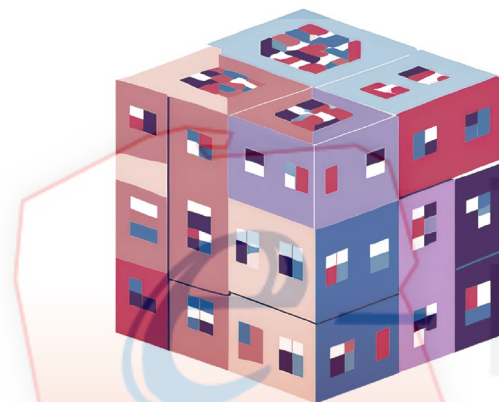
Postanowiliśmy wykorzystać **konwolucyjne sieci neuronowe (CNN)**, zaprojektowane do celów związanych z przetwarzaniem obrazów. Wytrenowaliśmy je na danych użyczonych nam przez Max Planck Institute for Human Development.



Nasza architektura posiada **dwa CNN** – **lokalizator** and **segmenter**.



sieci neuronowe



konwolucyjne
sieci neuronowe



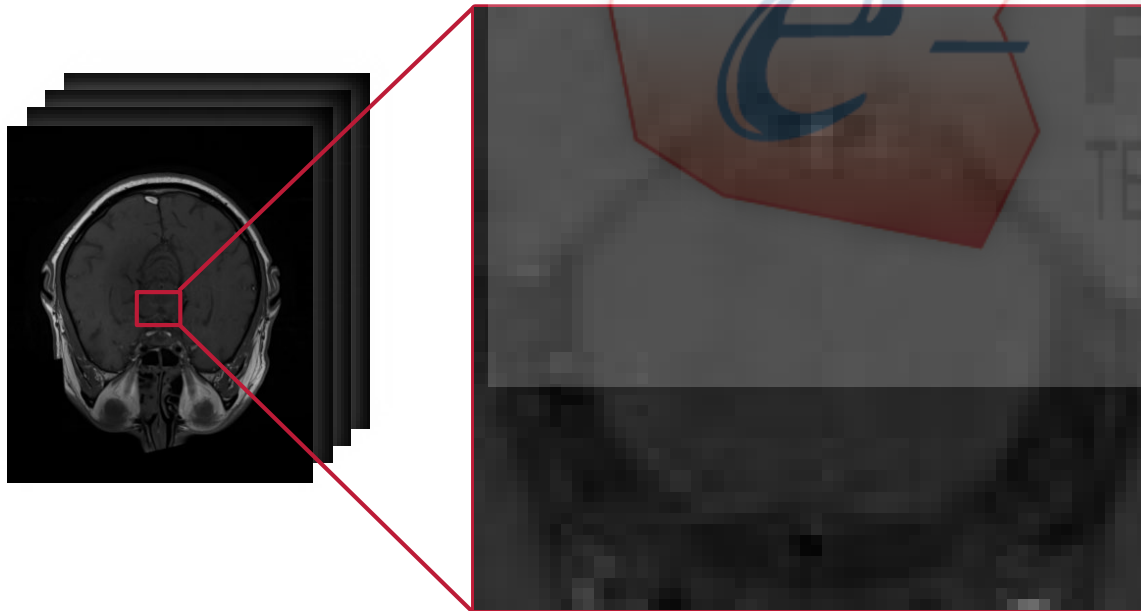
3D-UNet do **lokalizacji**



MedicalNet

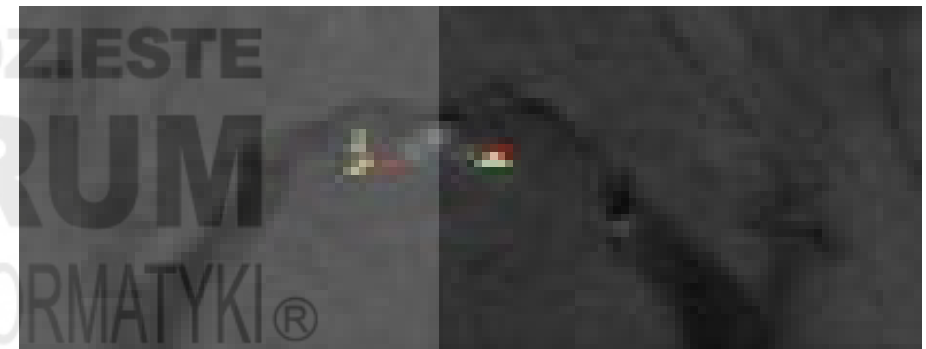
3D-ResUNet z naszym
dekoderem do **segmentacji**

- Użyczone przez Max Planck Institute for Human Development.
- 2508 skanów MRI, 449 uczestników.
- Dwie rozłączne grupy wiekowe.
- 3 wymiary.



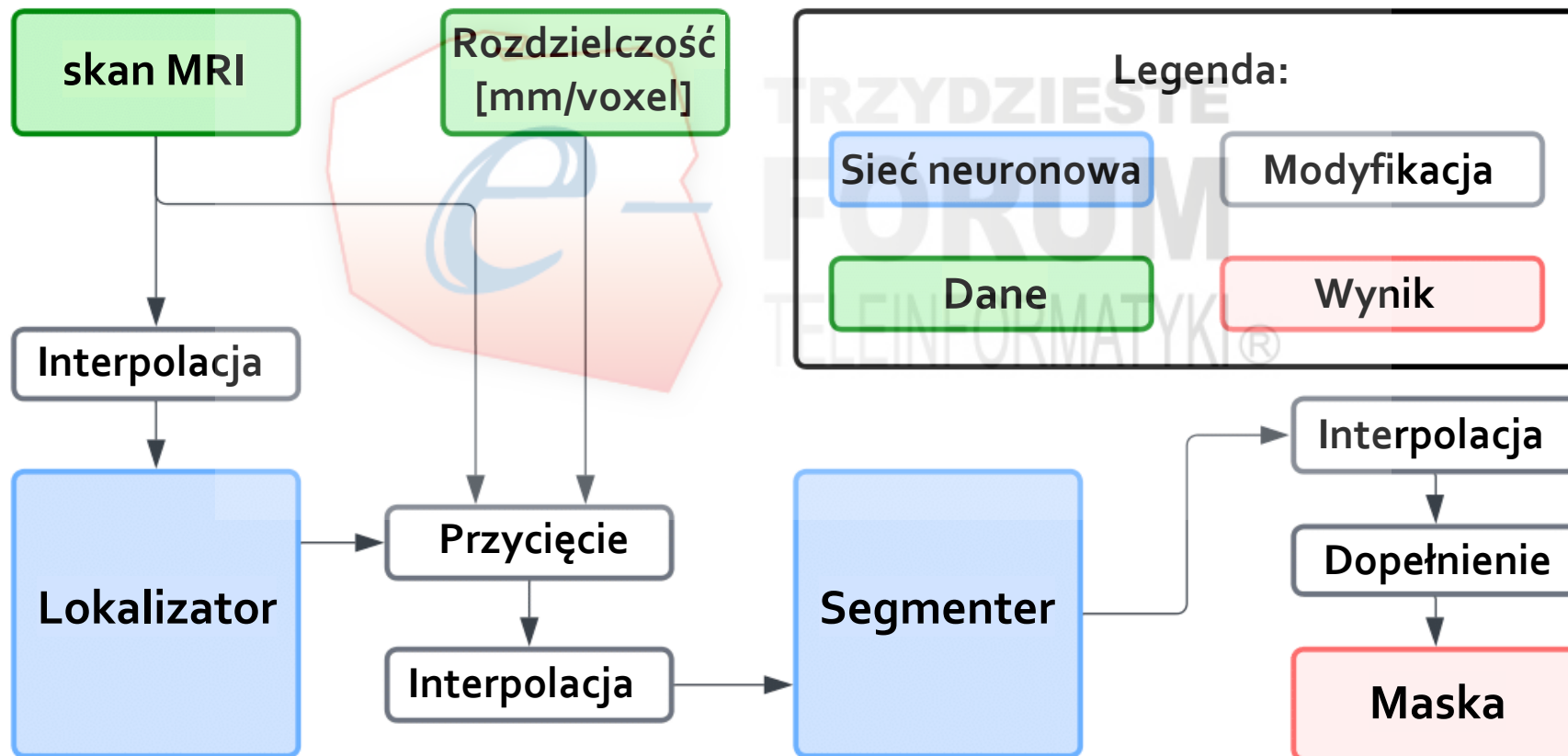
Maski z LC wygenerowane:

- ręcznie: 303
- półautomatycznie: 520



Niespójność ocen pokazuje jak trudno jest segmentować LC.
Nasz model rozwiązał ten problem!

Problem: obsługa skanów MRI o różnych rozdzielczościach i rozmiarach.
Rozwiązanie: **przycięcie**, **interpolacja**, i **dopełnienie** (*padding*) obrazów:

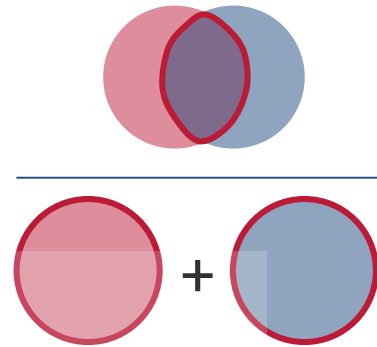


Model	Liczba parametrów	Rozmiar na dysku
3D-ResUNet10	≈ 42M	173MB
3D-ResUNet18	≈ 61M	236MB
3D-ResUNet34	≈ 487M	1.8GB
3D-ResUNet50	≈ 469M	1.7GB
3D-ResUNet101	≈ 508M	1.9GB

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(y_{i1} - \hat{y}_{i1})^2 + (y_{i2} - \hat{y}_{i2})^2 + (y_{i3} - \hat{y}_{i3})^2]$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|y_{i1} - \hat{y}_{i1}| + |y_{i2} - \hat{y}_{i2}| + |y_{i3} - \hat{y}_{i3}|)$$

Model	MAE	MSE
3D-UNet	3.86	19.15
3D-UNet-brainstem	3.65	16.08

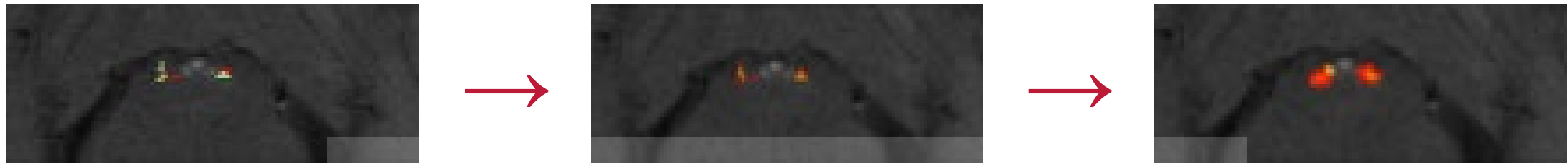


DSC =

DSC uwzględniający kilka wzorcowych masek:

$$MRDSC(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{2 \sum_{i=1}^n |X_i \cap Y|}{n|Y| + \sum_{i=1}^n |X_i|}$$

Model	MRDSC	najlepszy próg
3D-ResUNet10	0.00544	0.1
3D-ResUNet18	0.428	0.2
3D-ResUNet34	0.524	0.7
3D-ResUNet50	0.530	0.6
3D-ResUNet101	0.526	0.7



Stworzyliśmy **system do automatycznej segmentacji LC** ze skanów MRI. Interfejs jest prosty w obsłudze, a zarazem umożliwia automatyzację. Nasz kod i modele zostaną wkrótce **oddane do użytku naukowcom z całego świata.**

Ograniczenia:

- Modele zostały wytrenowane na stosunkowo niewielkim zbiorze, co może ograniczać ich skuteczność w przypadku innych zestawów danych.
- Dostarczone maski zostały wygenerowane przez różne osoby, często nie zgadzające się ze sobą, co obniżyło jakość danych treningowych.

Dziękujemy za uwagę!

Osobom zainteresowanym polecamy:

- 3D U-NET implementation: <https://github.com/wolny/pytorch-3dunet>
- 3D Res-Net base implementation: <https://github.com/Tencent/MedicalNet>
- *Taha, A. A., & Hanbury, A. (2015). Metrics for evaluating 3D medical image segmentation: analysis, selection, and tool. In BMC Medical Imaging (Vol. 15, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC*
- *Yu, H., Li, J., Zhang, L., Cao, Y., Yu, X., & Sun, J. (2021). Design of lung nodules segmentation and recognition algorithm based on deep learning. In BMC Bioinformatics (Vol. 22, Issue S5). Springer Science and Business Media LLC*

...i zapraszamy do kontaktu:

Sara Łukasik	sa.lukasik@student.uw.edu.pl
Mikołaj Dziok	m.dziok@student.uw.edu.pl
Kornel Howil	k.howil@student.uw.edu.pl
Maciej Szerenos	