



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY**

Analiza obszarów istotności w ocenie działania głębokich sieci neuronowych

Saliency maps in the analysis of deep learning methods

Autor: Kacper Motyka

Promotor: dr hab. inż. Wojciech Chmiel

Plan prezentacji

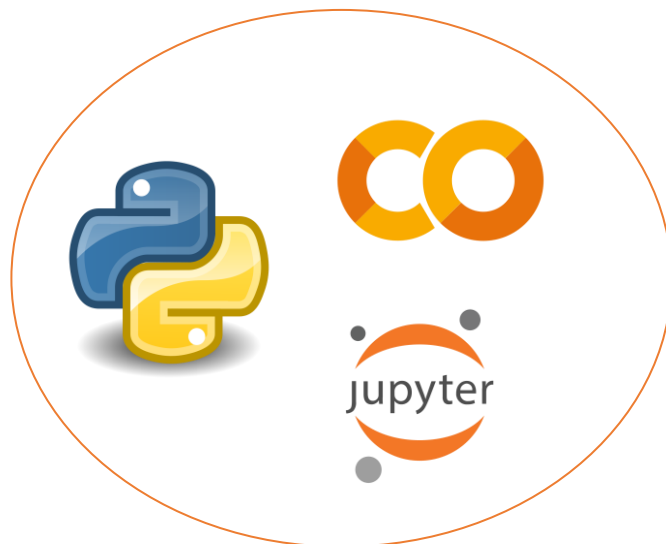
- Wstęp do tematyki pracy, dotychczasowy stan wiedzy
- Cel pracy
- Wykorzystane narzędzia
- Zastosowane sieci neuronowe oraz metody analizy obszarów istotności
- Testy manualne: metodologia i wyniki
- Testy statystyczne: metodologia i wyniki
- Podsumowanie

Wstęp do tematyki pracy

- Pojęcie interpretowalności
- Znaczenie interpretowalności dla medycyny
- Obszary istotności
- *Transfer learning*
- Cel pracy

Wykorzystane narzędzia

Podstawowe narzędzia



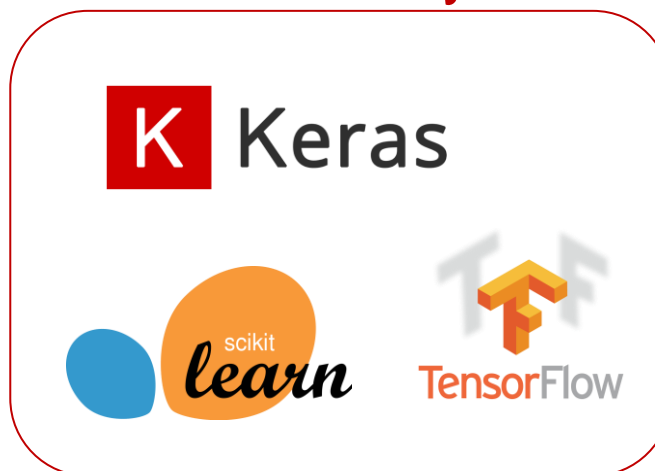
Obliczenia



Wizualizacja



Uczenie maszynowe

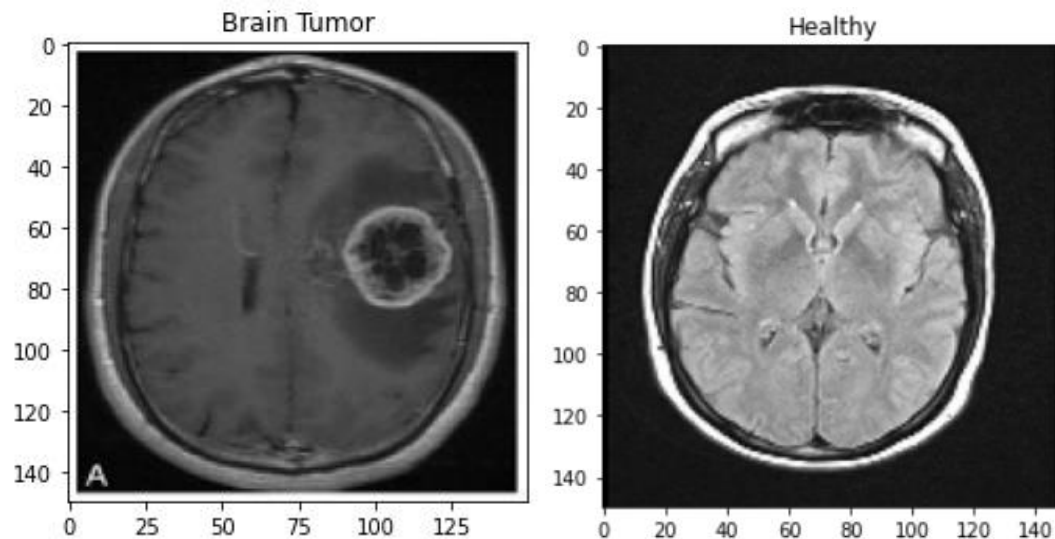


Metodologia testów

Wykorzystany zbiór danych

Brian Tumor Dataset - Kaggle

Przykładowe zdjęcia wejściowe



Cechy:

- 4600 zdjęć
- 55% stanowią osoby chore
- 98% zdjęć w formacie JPEG
- różne wymiary
- 97% obrazów w modelu RGB
- podział na klasy za pomocy folderów

Preprocessing:

- Skalowanie zdjęć do rozmiaru (150, 150, 3)
- Nadanie etykiet
- Podział na zbiór treningowy oraz testowy
- Augumentacja danych
- Podział na paczki (z ang. *batches*)

Metodologia testów

Wybrane architektury sieci

	Uczenie przez transfer wiedzy			
Nazwa sieci	<i>VGG-16</i>	<i>ResNet50</i>	<i>EfficientNetB7</i>	<i>CNN (4 warstwy)</i>
Precyzja – zbiór treningowy	98,42%	98,99%	98,37%	90,92%
Precyzja – zbiór testowy	97,88%	97,66%	98,88%	91,96%
Liczba zmiennych parametrów	263 682	2 359 682	2 949 506	97 458

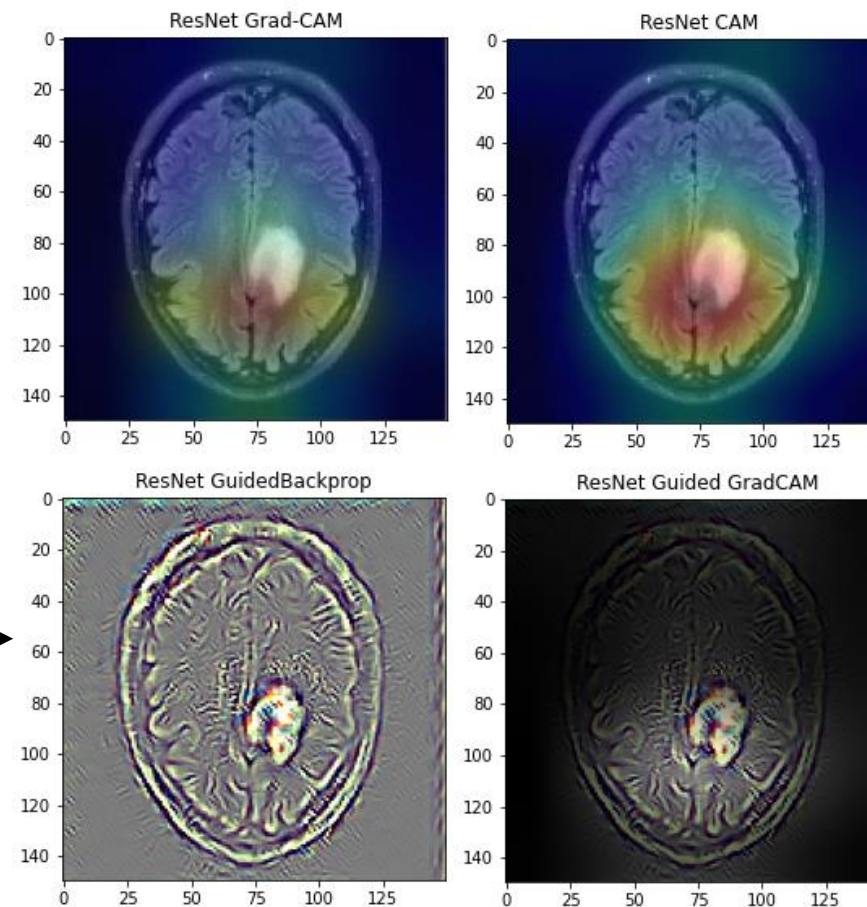
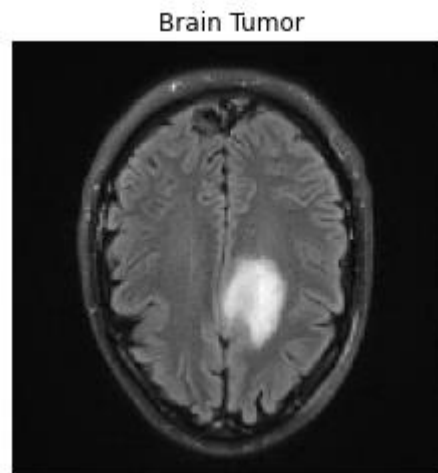
Metodologia testów

Analizowane metody wyznaczania obszarów istotności

Metody:

- *Grad-CAM*
- *CAM*
- Nadzorowana Propagacja Wstecz
- *Guided Grad-CAM*

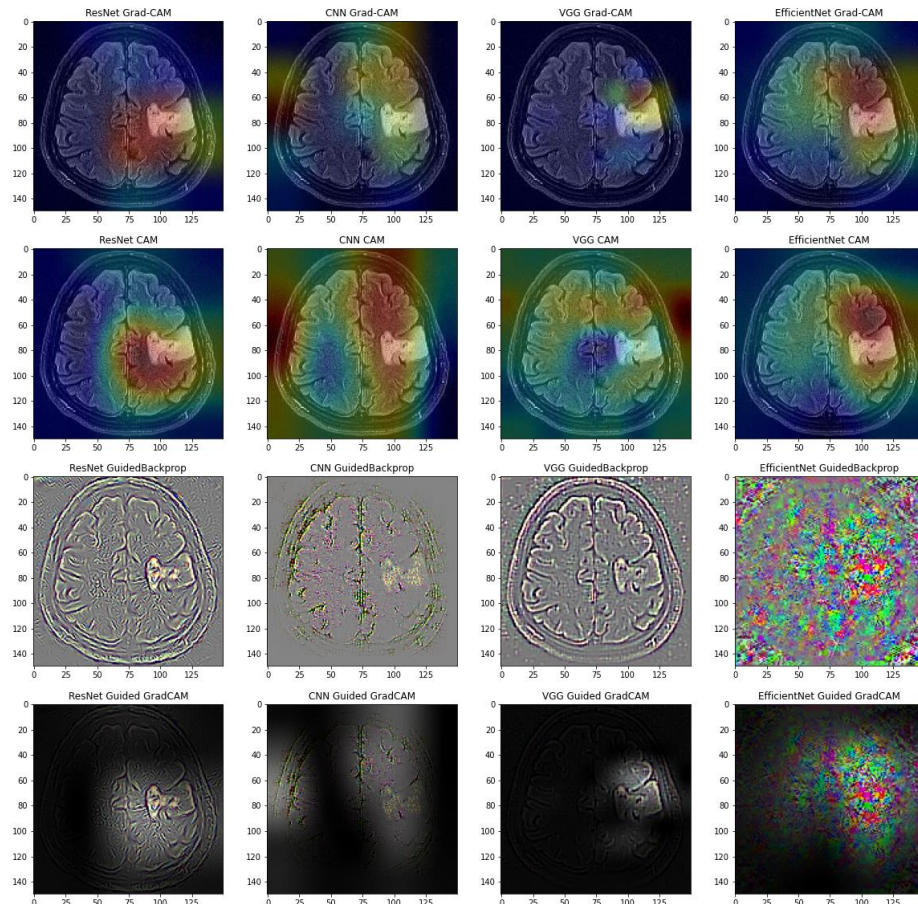
Przykładowe wyniki



Metodologia testów

Testy manualne

Analizowane obrazy



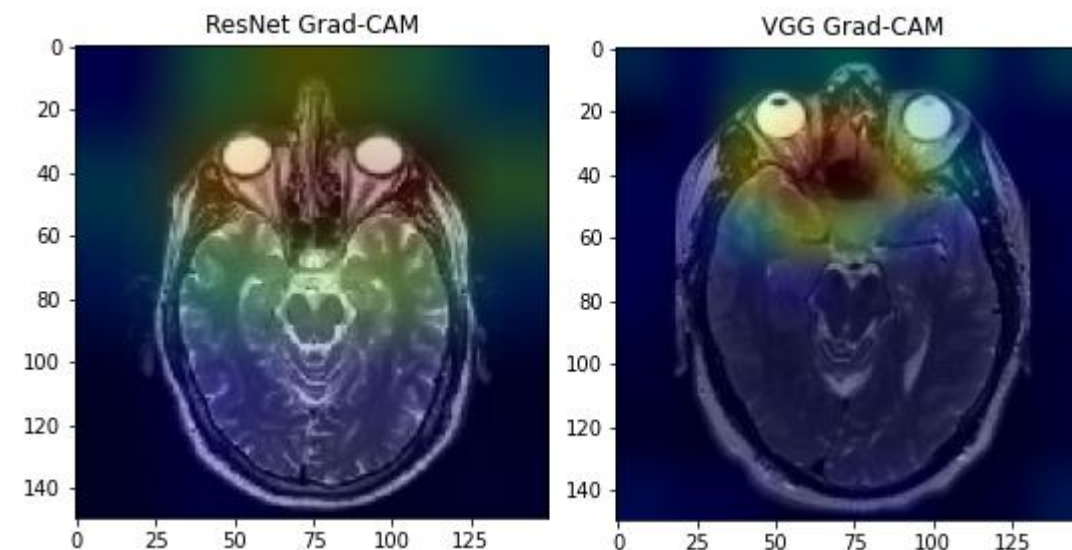
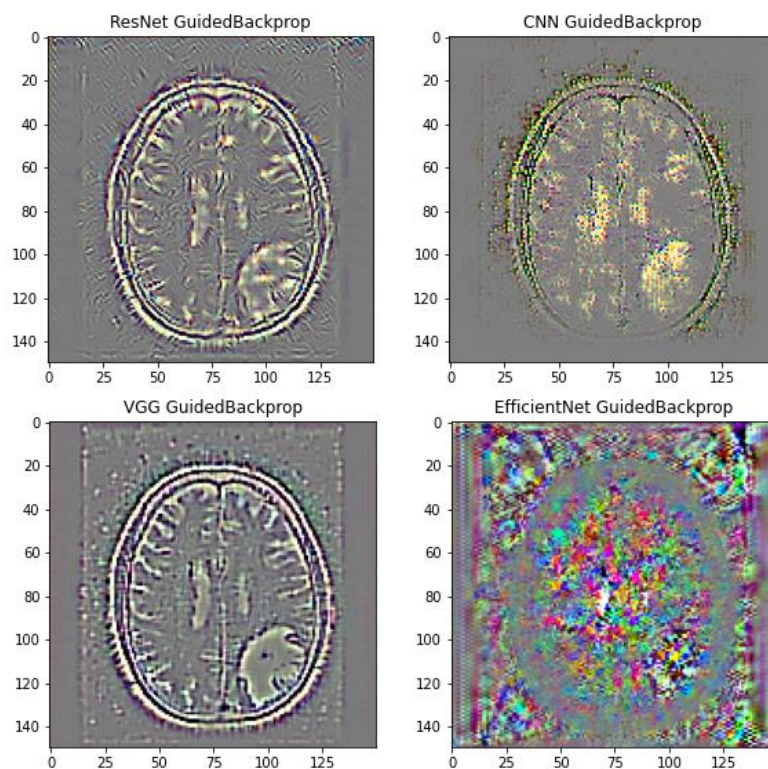
Wnioski

- niedziałająca Nadzorowana Propagacja Wstecz dla sieci bazującej na *EfficientNetB7* nie tylko dla analizowanego zbioru danych, bardziej szczątkowe wyniki dla prostej sieci *CNN*
- Niepoprawne działanie metody *Grad-CAM* dla obrazów wejściowych wykonanych z tyłu bądź z boku mózgu
- *Grad-CAM* zwraca mniejszy, bardziej konkretny obszar niż *CAM*
- Oczodoły często są mylone z guzem mózgu
- Metody analizy istotności mogą rozstrzygnąć, które sieci zwróciły poprawne wyniki
- Obszary istotności mogą uwidocznic złą detekcję cech pomimo wysokiej skuteczności sieci
- W przypadku zdrowych mózgów często obszarem istotności są oczodoły

Wyniki testów manualnych

Testy manualne - wyniki

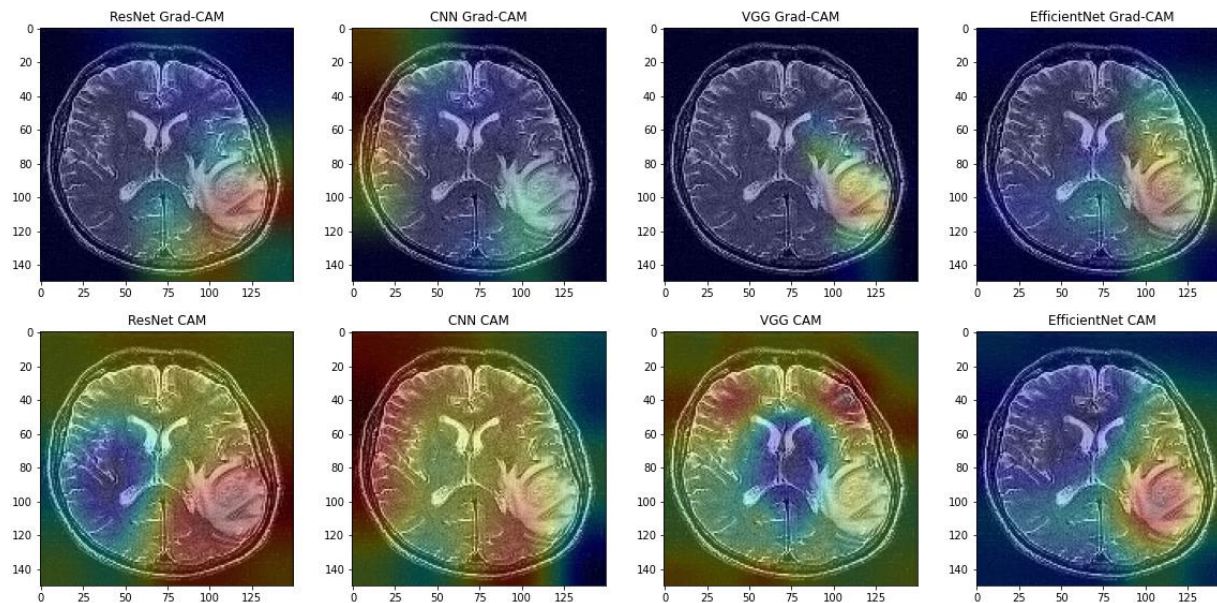
- Nadzorowana Propagacja Wstecz nie działa dla sieci bazującej na *EfficientNetB7*, bardziej szcątkowe wyniki dla prostej sieci *CNN*
- W przypadku zdrowych mózgów często obszarem istotności są oczodoły



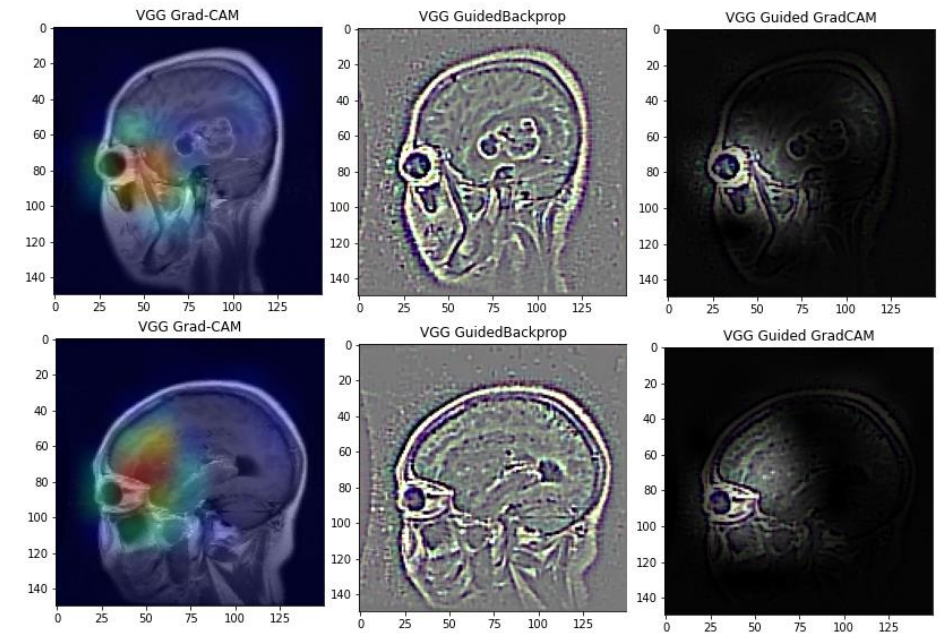
Wyniki testów manualnych

Testy manualne - wyniki

- Grad-CAM* zwraca mniejszy, bardziej konkretny obszar niż *CAM*



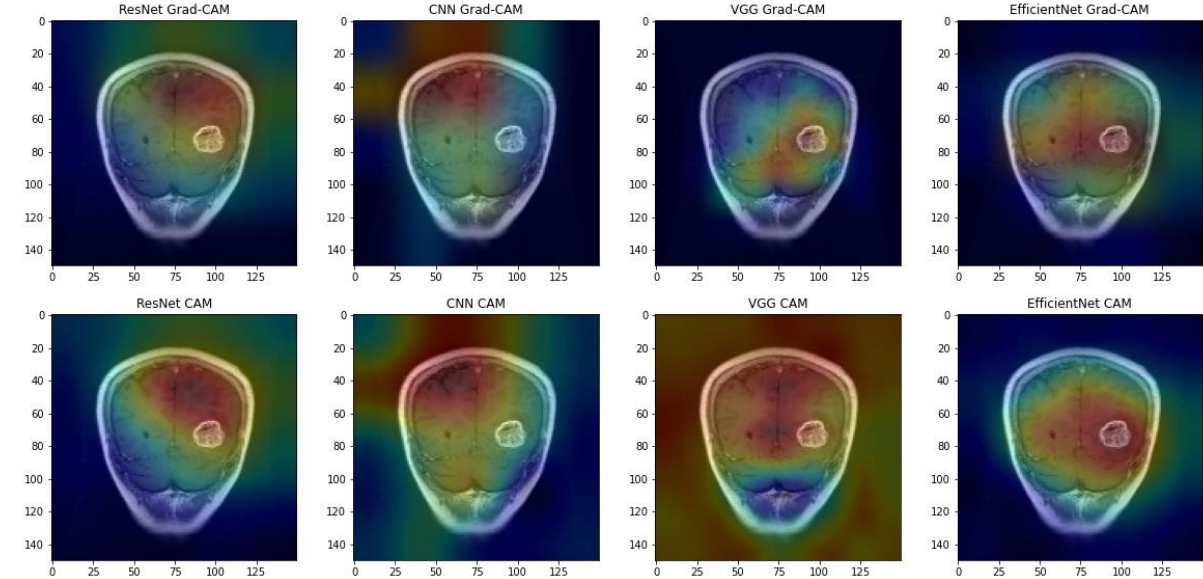
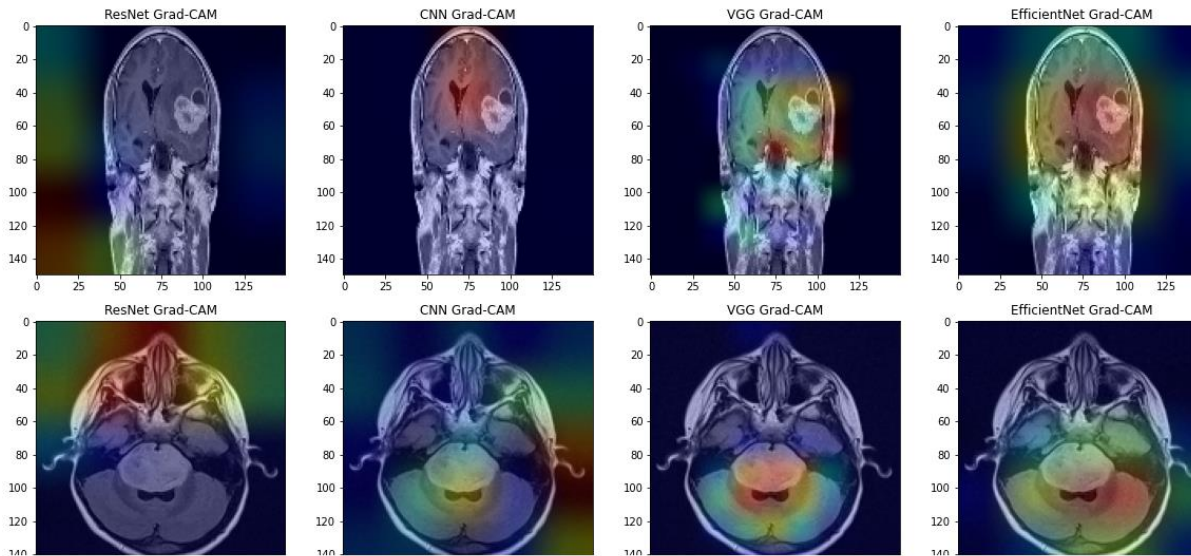
- Oczodoły często są mylone z guzem mózgu (szczególnie przez sieć VGG)



Wyniki testów manualnych

Testy manualne - wyniki

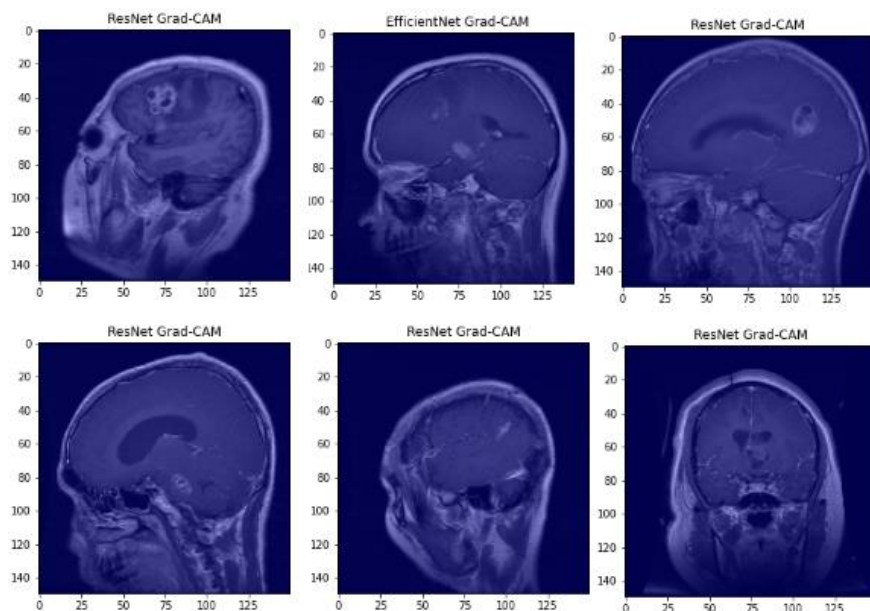
- Metody analizy istotności mogą rozstrzygnąć, które sieci zwróciły poprawne wyniki
- Obszary istotności mogą uwidocznic złą detekcję cech pomimo wysokiej skuteczności sieci



Wyniki testów manualnych

Testy manualne - wyniki

- Niepoprawne działanie metody *Grad-CAM* dla obrazów wejściowych wykonanych z tyłu bądź z boku mózgu

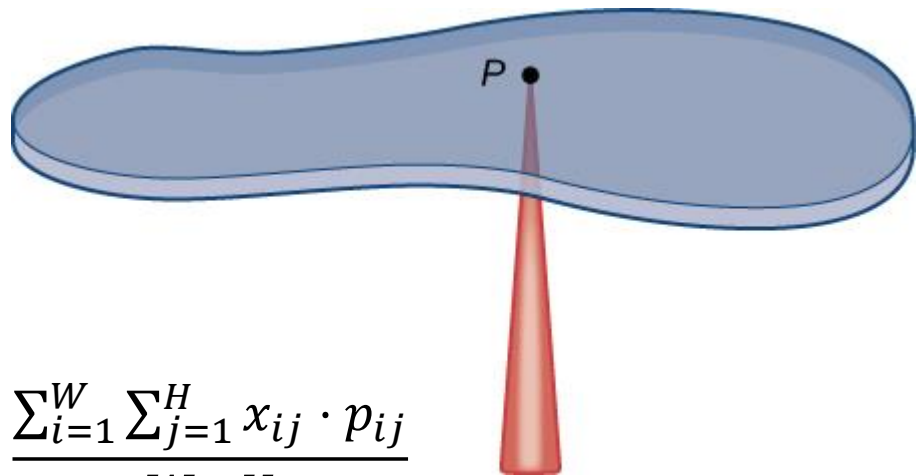


Sieć konwolucyjna	Poprawnie wyznaczone mapy istotności (Grad-CAM)
<i>ResNet</i>	454 (94%)
<i>CNN</i>	483 (100%)
<i>VGG</i>	452 (93,58%)
<i>EfficientNet</i>	474 (98,14%)

Metodologia testów

Testy statystyczne – porównywane parametry

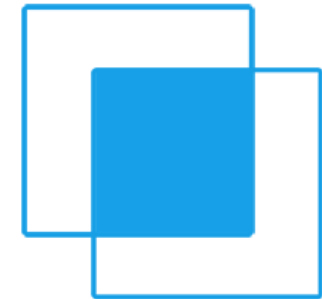
Środek ciężkości



$$\begin{cases} X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^H x_{ij} \cdot p_{ij}}{W \cdot H} \\ Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^H y_{ij} \cdot p_{ij}}{W \cdot H} \end{cases}$$

Intersection over Union

$$IoU = \frac{\text{Area of Overlap}}{\text{Area of Union}}$$

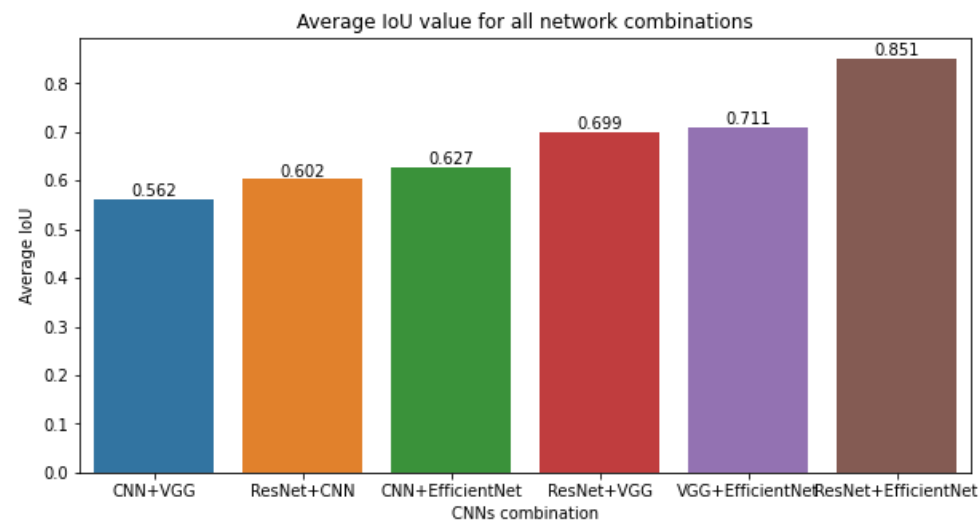
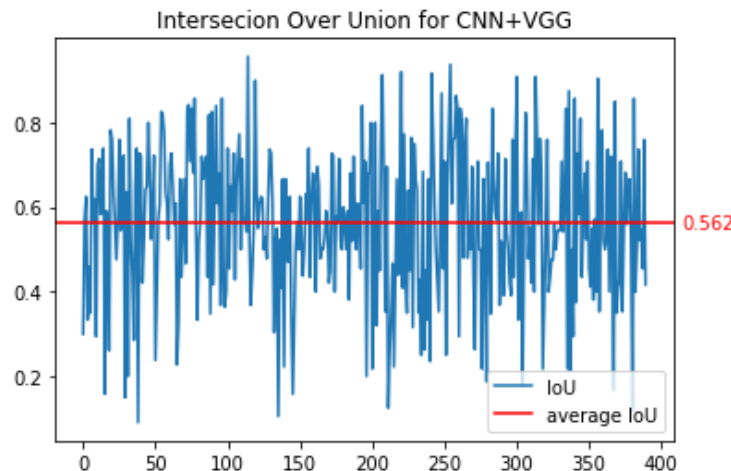
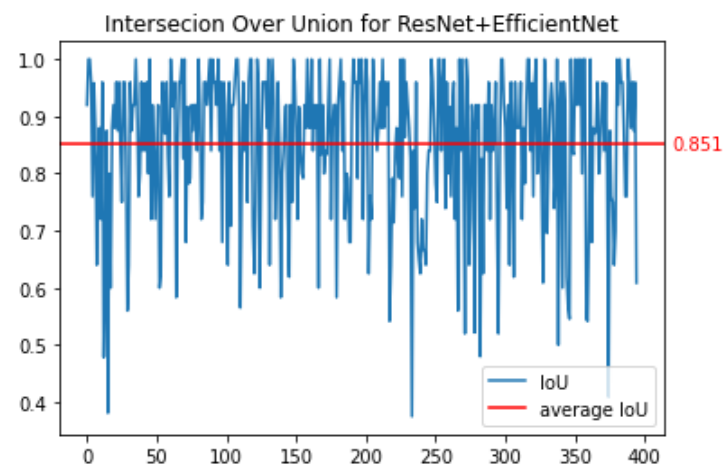


$$IoU = \frac{A \cap B}{A \cup B}$$



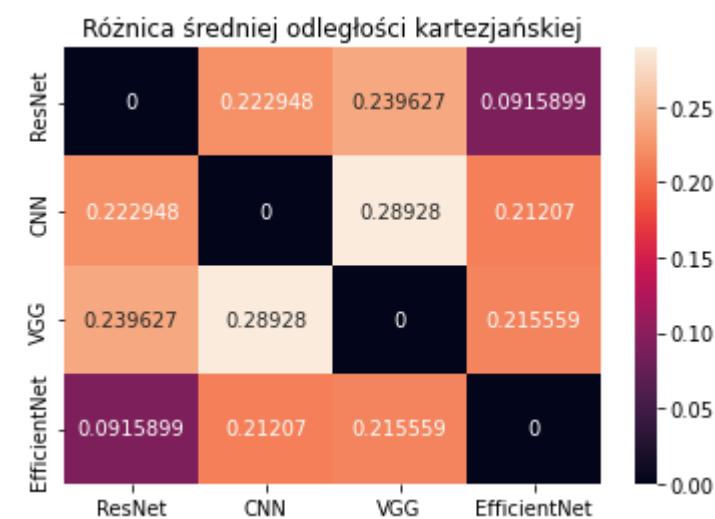
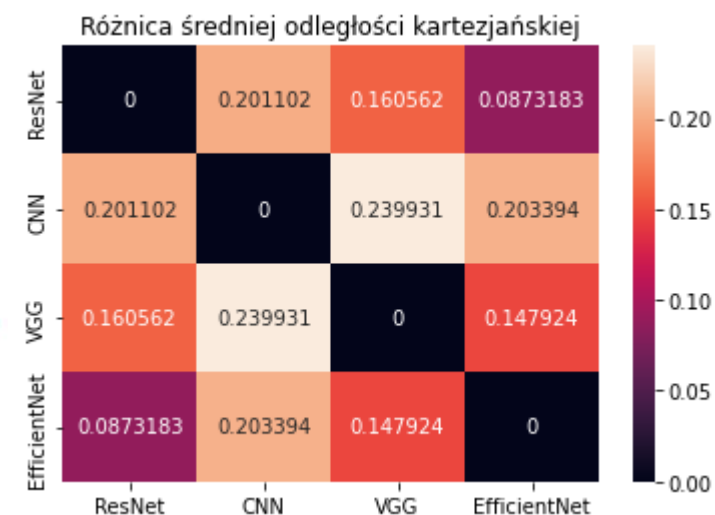
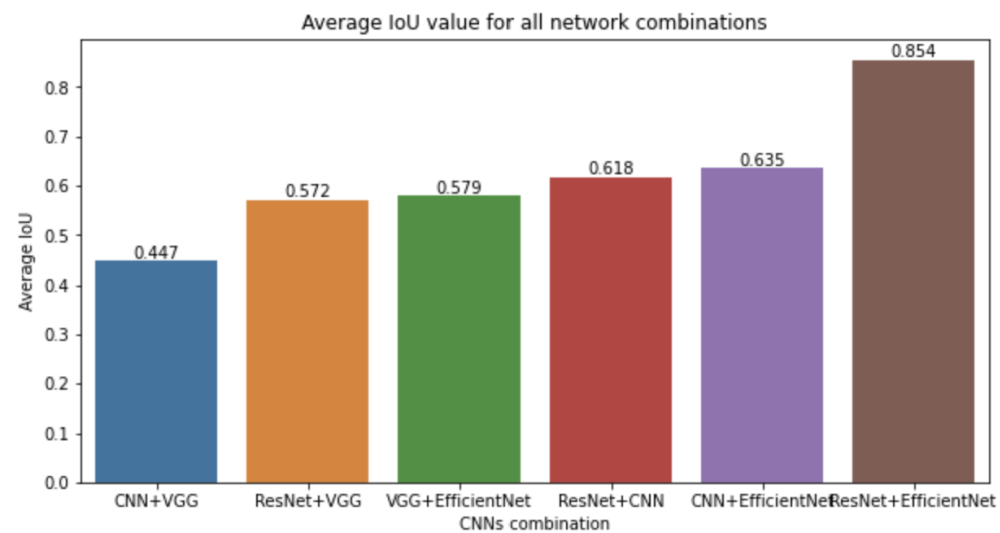
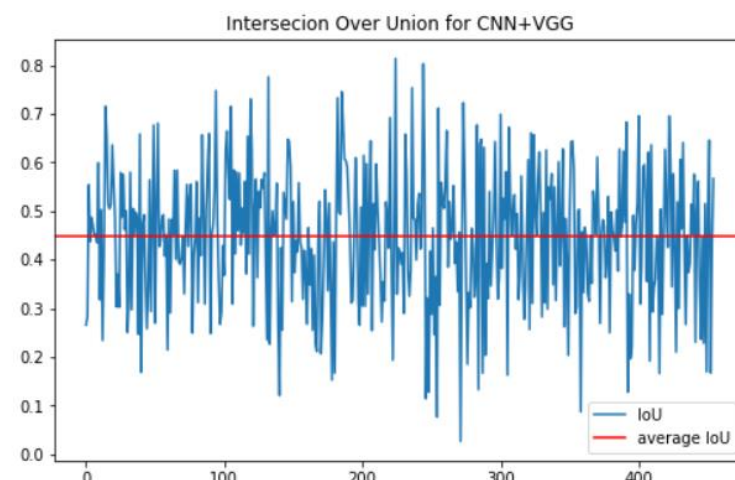
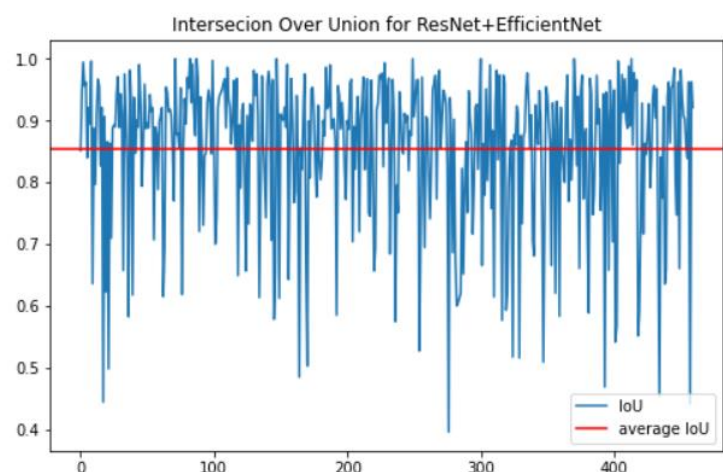
Wyniki testów statystycznych

Testy statystyczne – wyniki dla *Grad-CAM*



Wyniki testów statystycznych

Testy statystyczne – wyniki dla CAM



Podsumowanie

- Dogłębna analiza dostępnej literatury
- Wyuczone sieci neuronowe o wysokiej precyzji
- Testy wielu scenariuszy – połączenia rezydualne, sieć głęboka, płytka, *transfer learning*...
- *Grad-CAM* – zawodny, najdokładniejsze wyniki
- *Grad-CAM* + Nadzorowana Propagacja Wstecz = *Guided Grad-CAM* – metoda dokładna o wysokiej rozdzielczości
- *CAM* - niezawodność
- Dalszy kierunek rozwoju - testy na innych zbiorach danych



Dziękuję za uwagę!