

Implementacja aplikacji wspomagającej diagnostyk nowotworu prostaty, wykorzystującej standard DICOM do integracji z realnym systemem szpitalnym

Rafa Buzun, ukasz Berwid, Jakub Karolak
Politechnika Warszawska, Wydzia Matematyki i Nauk Informatycznych
Praca inżynierska

Streszczenie

Obecnie prostata liczona jest ze wzoru, który aproksymuje kształt gruczołu elipsoid. W pracy dyplomowej przedstawiamy alternatywne metody obliczania objętości, mogące znacząco poprawić dokładność obliczeń. Opisany system pozwala na segmentację obrazów gruczołu pochodzących z obrazowania metod multiparametrycznego rezonansu magnetycznego oraz obliczanie objętości na podstawie masek segmentacji. Narzędzie zostało przygotowane do integracji ze szpitalnym systemem PACS. Dodatkowo stworzona została baza danych zawierająca informacje o referencyjnych wartościach objętości gruczołu krokowego pochodzących z estymacji bazującej na obrazowaniu ultrasonografem.

Wstęp

Rak prostaty to drugi po raku pęcherza najczęście diagnozowany nowotwór u mężczyzn. W ciągu ostatnich lat w Polsce wzrasta zachorowalność na raka prostaty, a także w mniejszym stopniu umieralność. Krajowy rejestr nowotworów zanotował, że w naszym kraju w 2015 r. zostało wykrytych 14 tys. nowych przypadków raka prostaty, a 5 tys. chorych z wcześniej wykrytą chorobą zmarło. W 2012 roku, 7 lat temu, z powodu tego nowotworu zmarło 11 tys. mężczyzn, a 4,1 tys. zmarło. Mając na uwadze powyższe statystyki, w niniejszej pracy podjęto się zbadania możliwości automatyzacji wykrywania prostaty na zdjęciach rezonansu magnetycznego, poprzez automatyczną segmentację prostaty i obliczanie objętości. Algorytmy obliczania wielkości gruczołu opisane w tej pracy mogą być wskazówką dla lekarza podczas stawiania diagnozy.

Dane wykorzystane w pracy zawierają obrazowanie prostaty, których średnia objętość wynosiła 19 cm^3 , oznacza to, że zebrane dane dotyczą zdrowych gruczołów. Algorytm proponowany przez nas, który osiągnął najlepszy wynik to metoda liczenia otoczki wypukłej wokół największego spójnego elementu maski. Osiągnięty średni wynik 22 cm^3 , czyli odbiega od wartości oczekiwanej tylko o 3 cm^3 . Jest to znaczna poprawa względem metody aproksymowania elipsoid, która dawała średni wynik na poziomie 53 cm^3 na danych testowych. Na podstawie zebranych danych ilościowych ze szpitala średnia objętość prostaty na podstawie wymiarów z MRI średnio wynosiła 50 cm^3 . Jednak ze względu na wiek pacjentów, u których występuje podejrzenie obecności nowotworu prostaty czystym schorzeniem jest rozrost prostaty. To wpływa na jej zmienność manifestowaną również w wynikach obrazowania MRI. Zmieniona anatomia w przypadku pacjentów z podejrzeniem raka prostaty poddaje w wątpliwość dokładność stosowania algorytmów sztucznej inteligencji wyuczonych na danych pochodzących ze zdrowych pacjentów. Na wykresie 1 przedstawiamy dokładne wyniki każdego z algorytmów.

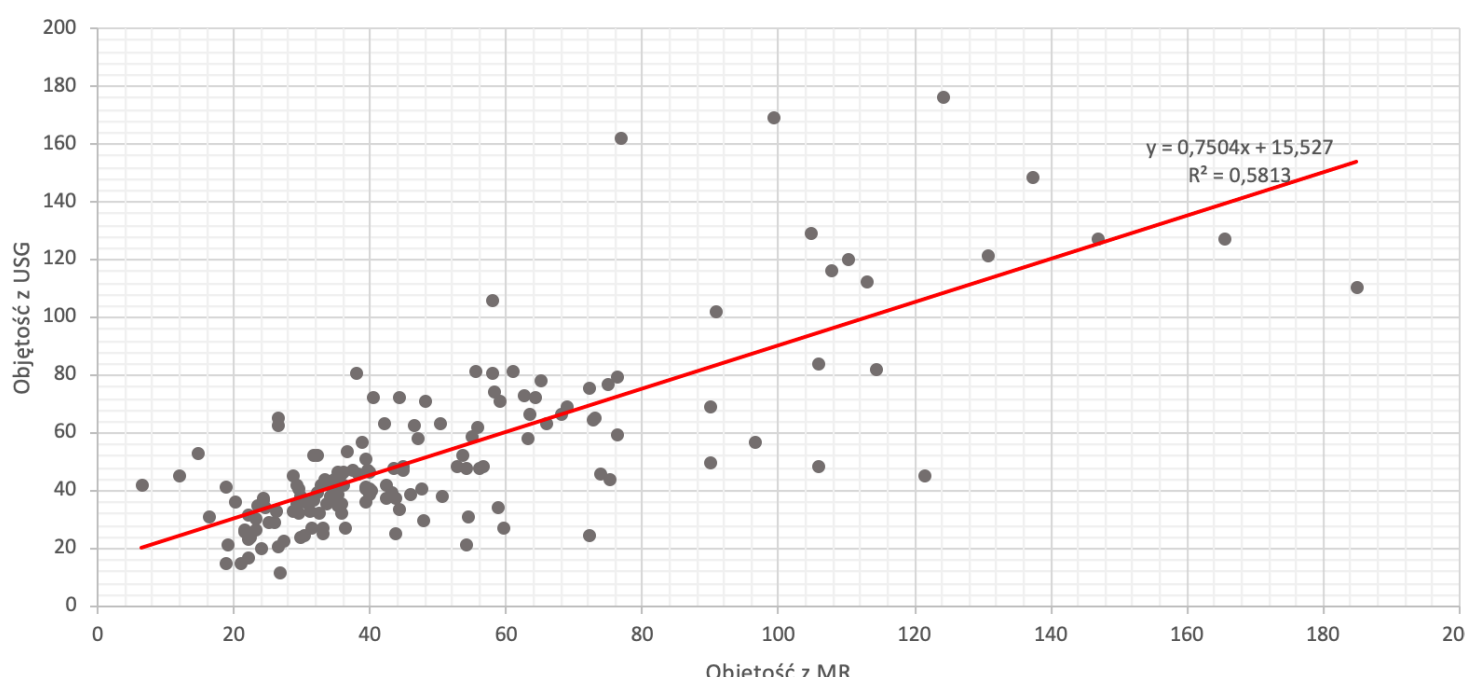
Opis badań

Zostało przeprowadzone badanie, czy i w jakim stopniu objętości uzyskane poprzez badanie USG oraz MRI są skorelowane. Analiza została wykonana na próbie szpitalnej pochodzącej ze szpitala MSWiA zawierającej dane 222 mężczyzn, w wieku między 31 a 87 lat. W danych szczególnie uwagę należało zwrócić na:

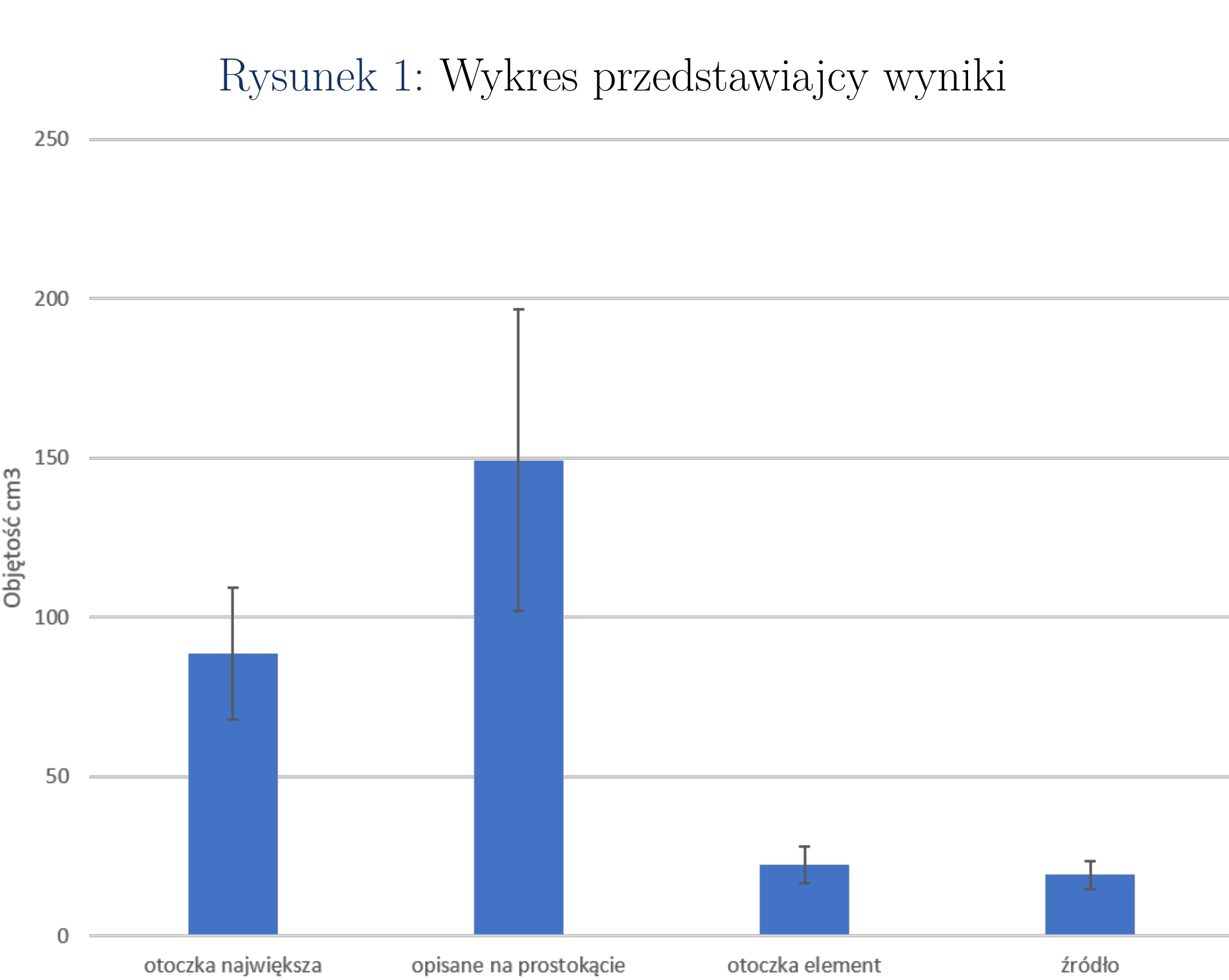
- wiek pacjenta
- wynik biopsji
- wywiad rodowiskowy
- PSA
- wynik w skali Gleasona
- PIRADS

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że te dwie objętości są ze sobą w silnej korelacji. Współczynnik korelacji dla tych dwóch zmiennych wynosi 0.76 ($p < 0.001$).

Rysunek 2: Korelacja USG i MR

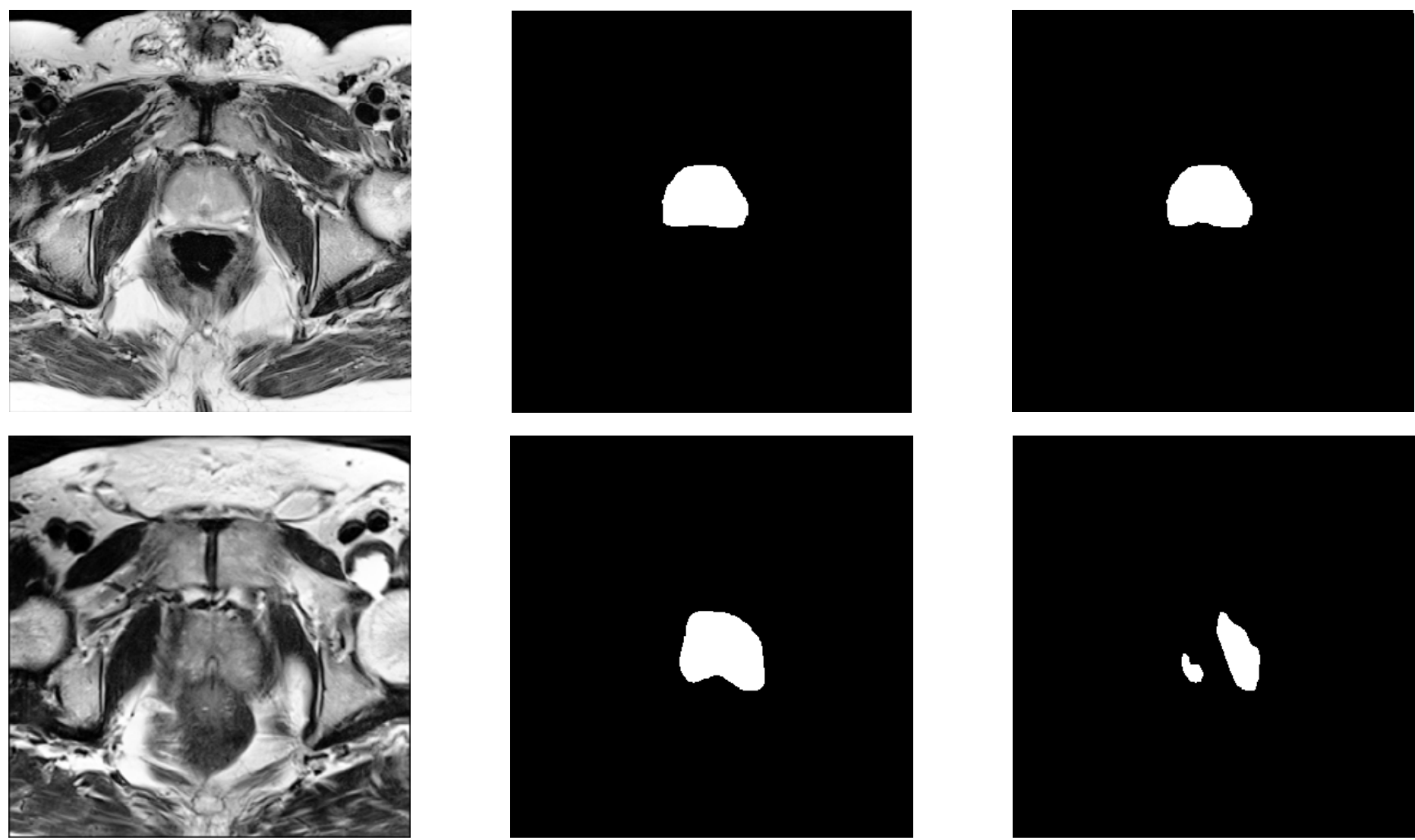


Rezultaty



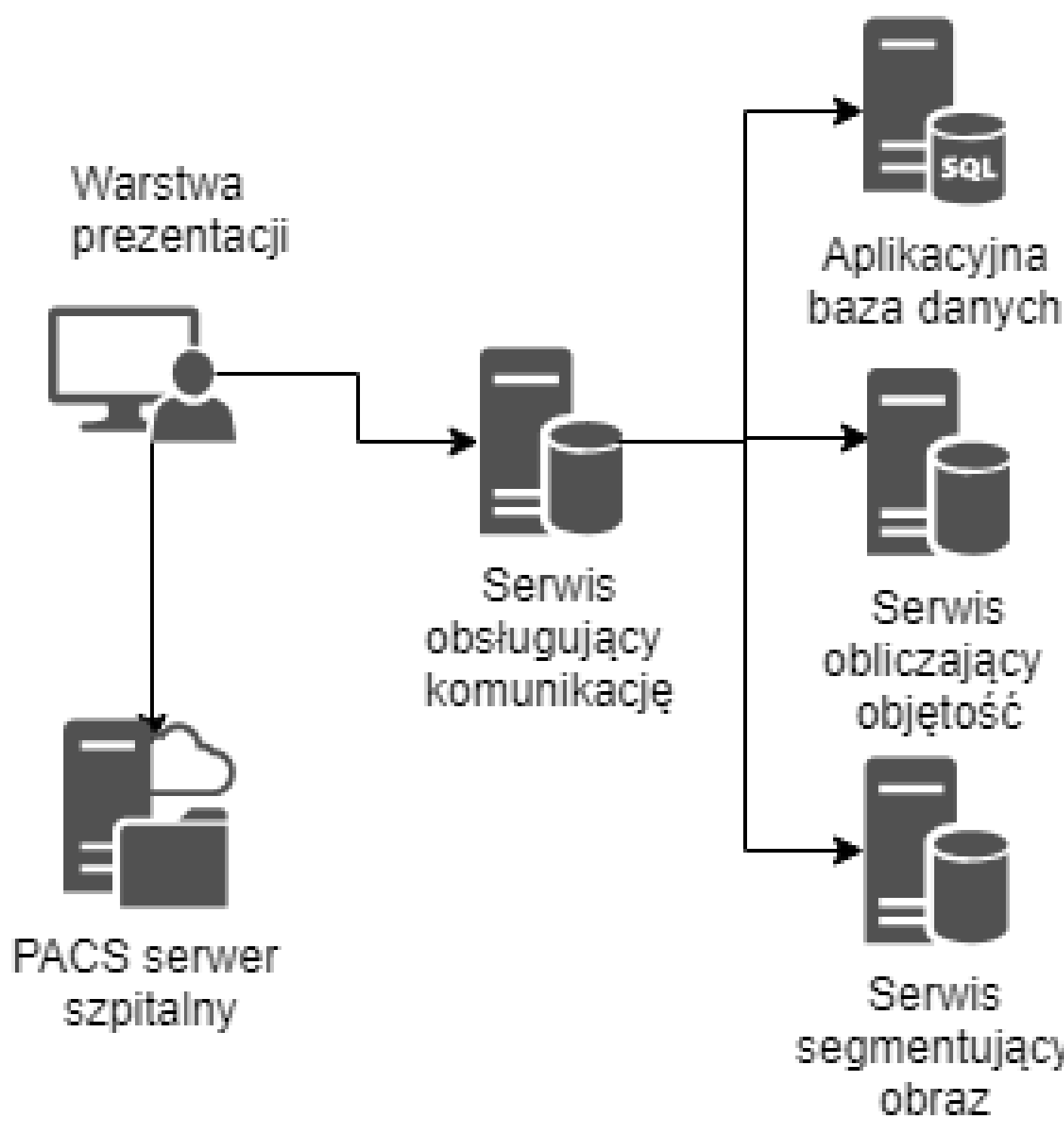
Technologie wykorzystane w pracy

Do segmentacji prostaty został użyty algorytm oparty o uproszczoną sieć U-Net. Rozwiązanie zostało wybrane, ponieważ jest symetryczne, dzięki czemu uzyskujemy większą dokładność znajdowania regionów obrazu oraz pomija kilka warstw, co skutkuje lepszymi rezultatami przy mniejszej ilości danych. Do wytrenowania sieci zostały użyte dane pochodzące z konkursu *Automated Segmentation of Prostate Structures Challenge*. Zawiera 60 pacjentów, łącznie 1073 obrazów. Po nauczaniu sieci osiągnęliśmy współczynnik podobieństwa równy około 0.70 na danych testowych.



Rysunek 3: Przykłady wyników

Rysunek 4: Schemat architektury aplikacji



Aplikacja napisana jest w sposób modułowy, każdy z serwisów działa w osobnym kontenerze. Dzięki temu uzyskujemy łatwość rozszerzania i wprowadzania kolejnych zmian. W aplikacji wykorzystaliśmy technologie

- Docker
- Python
- .NET Core
- React.js