

WIZJA KOMPUTEROWA I MULTIMEDIA

Kamila Wasilewska Wojciech Opoczyński

Biotechnologia – Bioinformatyka II stopień semestr II

Detekcja obiektu w sekwencji zdjęć w języku Python 3.6 przy zastosowaniu algorytmu elastycznej fuzji obrazów, wykorzystując bibliotekę ITK.

Celem projektu jest detekcja obiektu w sekwencji zdjęć przy zastosowaniu algorytmu elastycznej fuzji obrazów, wykorzystując bibliotekę ITK. Również zapoznanie się z dynamicznie typowanym językiem Python, a w szczególności z jego obiektywnym podejściem do rozwiązywania problemów dotyczących przetwarzania obrazów, wykorzystując bibliotekę stworzoną w języku C++ ITK, a dokładniej jej uproszczoną bibliotekę dla języka Python SimpleITK. W projekcie porównano również sposoby działania nieelastycznej fuzji obrazów

SimpleITK jest interfejsem obiektywnym opartym o National Library of Medicine's Insight Segmentation and Registration Toolkit, oferującym wiele metod przetwarzania obrazów – głównie medycznych z szerokim zastosowaniem komercyjnym.

Przy tworzeniu projektu starano się zastosować wzorzec mikroservisu – w ten sposób zaimplementowano klasę ManageImage. Serwis ten posiada szereg metod:

- `getImagePath(filename)` – metoda wczytuje zdjęcie doklejając niezbędną ścieżkę z pliku konfiguracyjnego
- `displayResult(imageFixed, imageMoving, registrationResult)` – metoda pokazuje wyniki uzyskane po procesie rejestracji obrazu, wymaga posiadania oprogramowania ImageJ, w którym przedstawia wyniki dopasowania
- `readImage(filename)` – metoda wczytuje obraz do typu danych double 32 bit
- `saveImage(filename, image)` – metoda zapisuje obraz
- `saveTransform(registrationResult, filename)` – metoda zapisuje wartości uzyskanej transformacji obrazu
- `commandIteration(method)` – metoda pokazująca wartości przesunięć obrazu 2 względem 1
- `registrationMethodTranslation(imageFixed, ImageMoving)` – metoda wykorzystuje samą metodę translacji
- `registrationMethodTranslation2(imageFixed, ImageMoving)` – metoda wykorzystuje metodę translacji, dodatkowo wykorzystując informacje z histogramu obrazu połączonego z metodą gradientową, wstępnie dokonując filtracji gaussianowej na obrazach wejściowych
- `registrationMethodCenteredTransform(imageFixed, ImageMoving)` – metoda wykorzystuje transformację podobieństwa 2D
- `registrationMethodTranslationWithSampling(imageFixed, ImageMoving, numberOfBins=24, sampling Percentage=0.1)` – metoda wykorzystuje Translacje poprzedzając ją próbkowaniem w celu odnalezienia najlepszego miejsca względem, którego ma zostać dokonana transformacja
- `registrationMethodBSpline(imageFixed, imageMoving)` – metoda stara się odtworzyć zdeformowany obiekt wykorzystując metodę BSpline
- `registrationMethodBSpline2(imageFixed, imageMoving)` – metoda odtwarza zdeformowany obiekt wykorzystując metodę BSpline, poprzedzając ją filtrem wygładzającym obrazy

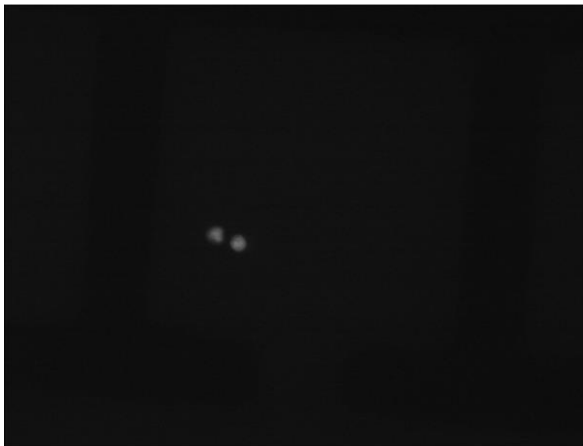
- `registrationMethodBSpline3(imageFixed, imageMoving)` – metoda wykorzystuje transformację BSpline poprzedzając ją filtrem wygładzającym na podstawie danych uzyskanych z histogramu obrazu
- `registrationMethodDisplacement(imageFixed, imageMoving)` – metoda stara się odtworzyć zdeformowany obiekt dopasowując do zdjęcia statycznego w przestrzeni 2D lub 3D zależnie od zdjęcia
- `registrationMethodExhaustive(imageFixed, imageMoving)` - metoda wykorzystuje transformację Eulera 2D lub 3D

W serwisie wykorzystywane są następujące metody Rejestracji obrazu z biblioteki SimpleITK:

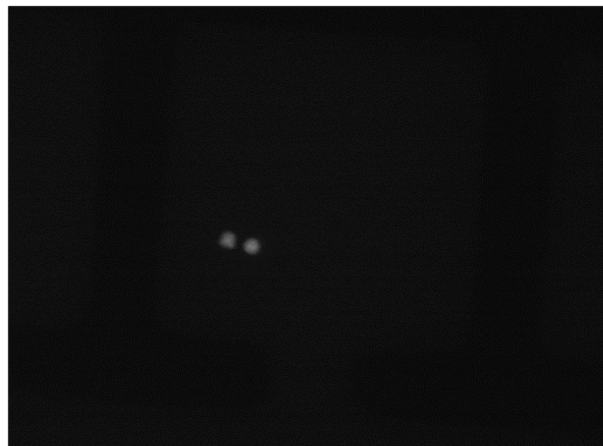
- `TranslationTransform` – jest to transformacja przy użyciu translacji obrazu względem punktów współrzędnych (x,y) lub w przypadku obrazu 3D (x, y, z)
- `Similarity2DTransform` – transformacja obrazu w radianach, skalowana izotropowo wokół stałego punktu translacji
- `Euler2DTransform (3D)` – sztywna transformacja z obrotem mierzonym w radianach wokół ustalonego punktu
- `BSplineTransform` – transformacja polegająca na użyciu krzywych B-sklejanych (B-spline curves), które starają się zamodelować płaszczyzny obiektu.
- `DisplacementTransform` – transformacja starająca się dopasować odkształcony obiekt na zdjęciu ruchomym do obiektu na zdjęciu statycznym w przestrzeni 2D lub 3D

Utworzony serwis przetestowano na 2 klatkach sekwencji zdjęć obserwacji mikroskopowych z eksperymentu przyżyciowego microfluidix linii komórkowej HeLa - raka szyjki macicy. Obrazy zapisane są w formacie TIFF w 16-bitowej skali szarości.

Zdjęcie statyczne:



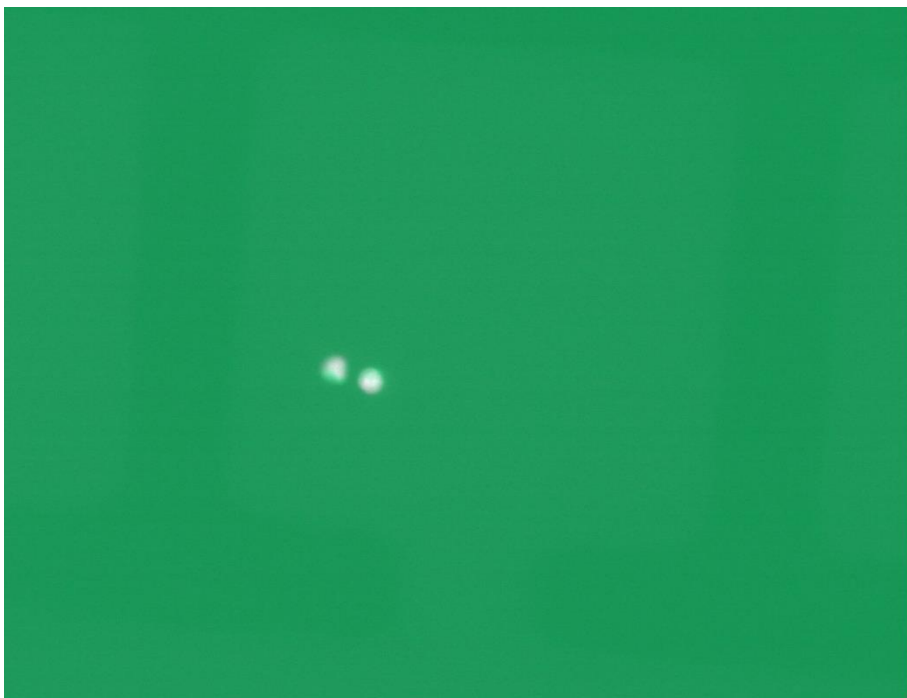
Zdjęcie dynamicznie dopasowywane:



Na zdjęciach można zauważyć różnice w kształcie lewej komórki, a także obrócenie w osi.

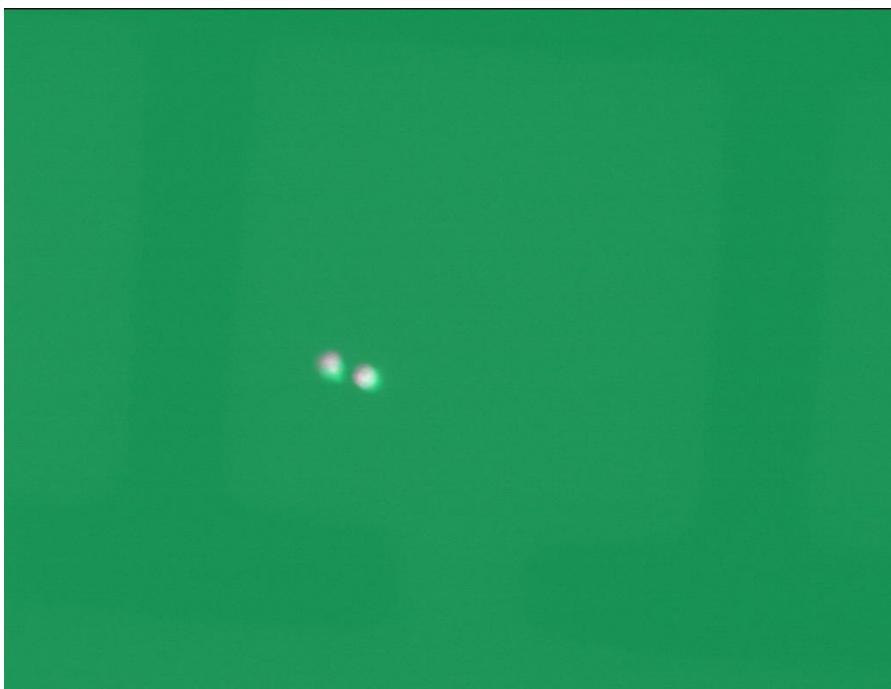
Wyniki nałożenia na siebie zdjęć w procesie fuzji obrazów dla poszczególnych metod:

1) Metoda Translacji:



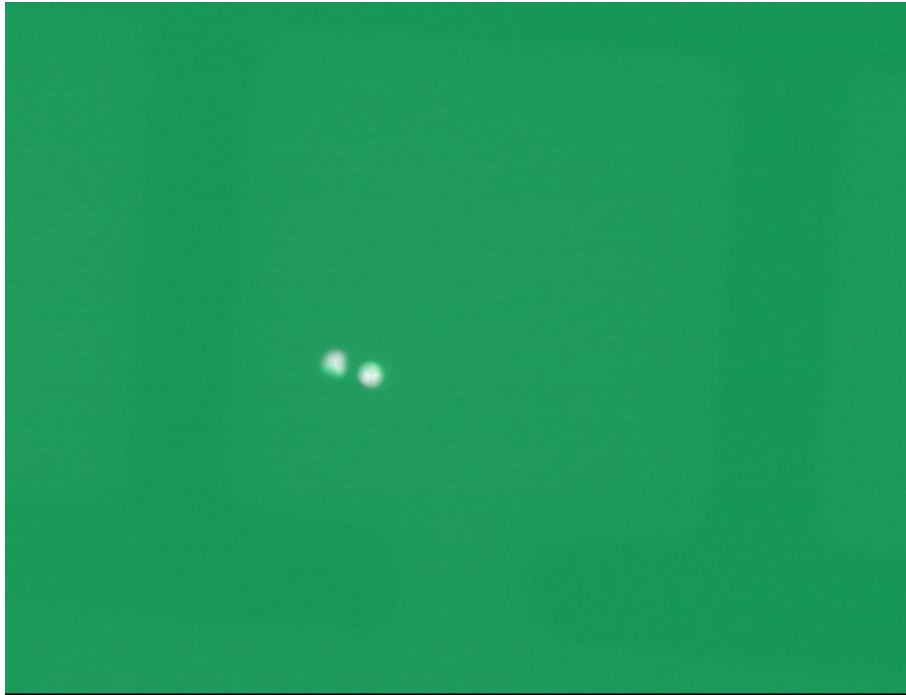
Widać nałożenie na siebie oba zdjęcia jednak w przypadku zwykłej manipulacji układem współrzędnych otrzymane wyniki nie są całkowicie dopasowane, co jest spowodowane deformacjami kształtu komórek.

2) Metoda Translacji wzbogacona informacjami o gradiencie zmian i histogramem



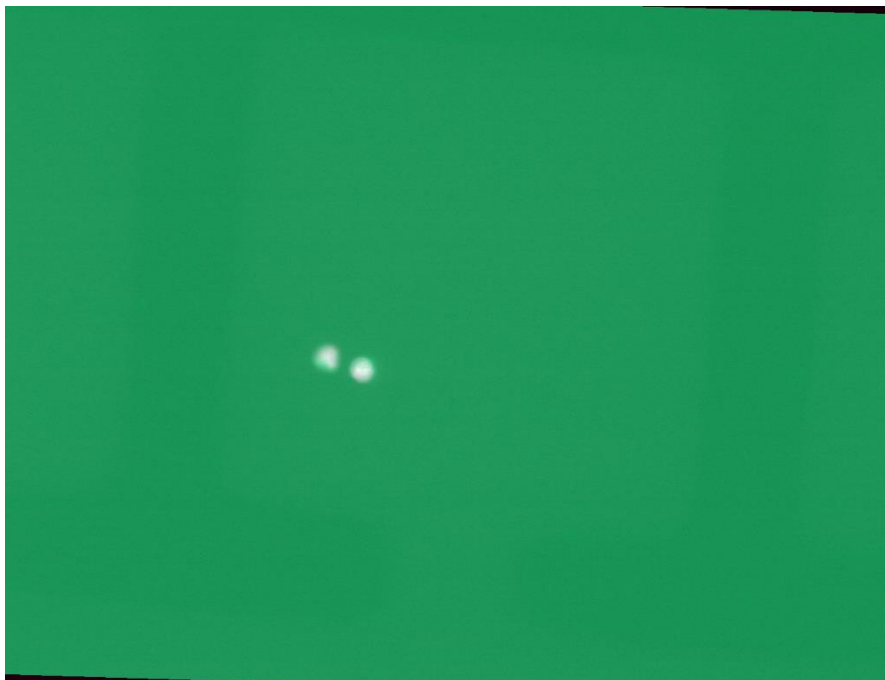
W przypadku tej metody również widać niedokładne dopasowanie elementów – czerwone krawędzie widoczne spod obiektów informują o rozbieżności w dopasowaniu obiektów.

3) Metoda Transformacji względem podobieństwa 2D elementów



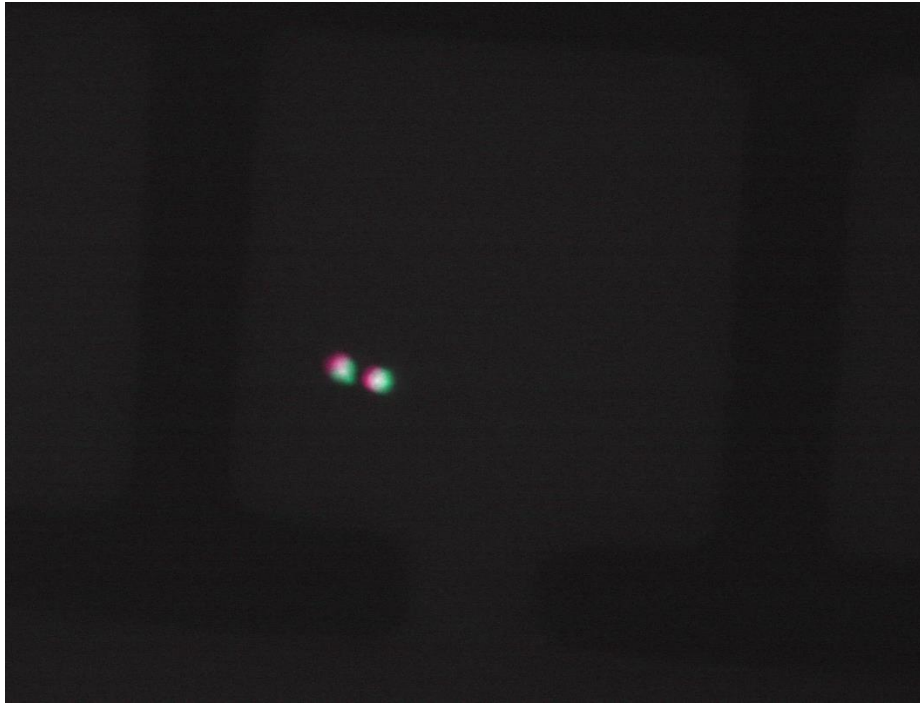
Wykorzystując prawdopodobieństwo widać lepsze dopasowanie komórek, jednak ciągle jest to zwykła manipulacja względem pionowej osi współrzędnych, która nie jest w stanie dopasować deformacji.

4) Metoda Translacji z próbkowaniem



W przypadku metody translacji z próbkowaniem, otrzymano najlepsze dopasowanie względem osi współrzędnych jednak można zauważyć w przypadku obu komórek lekką deformację.

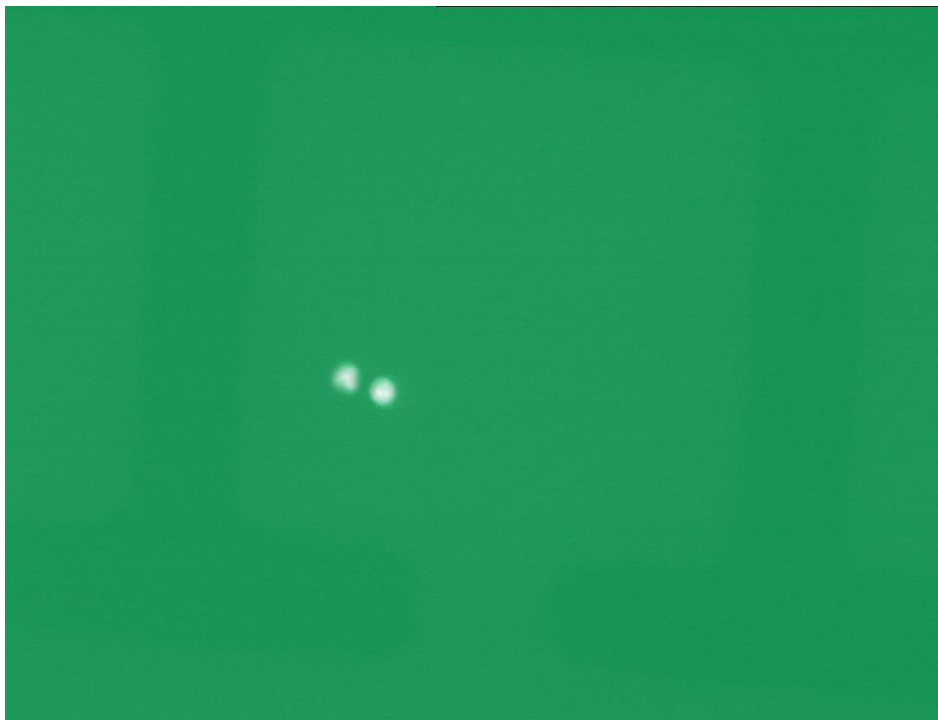
5) Metoda transformacji Eulerowskiej



W tym przypadku widać zaznaczone na zielono obszary niedopasowania komórek ze zdjęcia pierwszego i na czerwono obszary błędnego dopasowania komórek zdjęcia drugiego.

Metody elastyczne:

1) Metoda transformacji BSpline



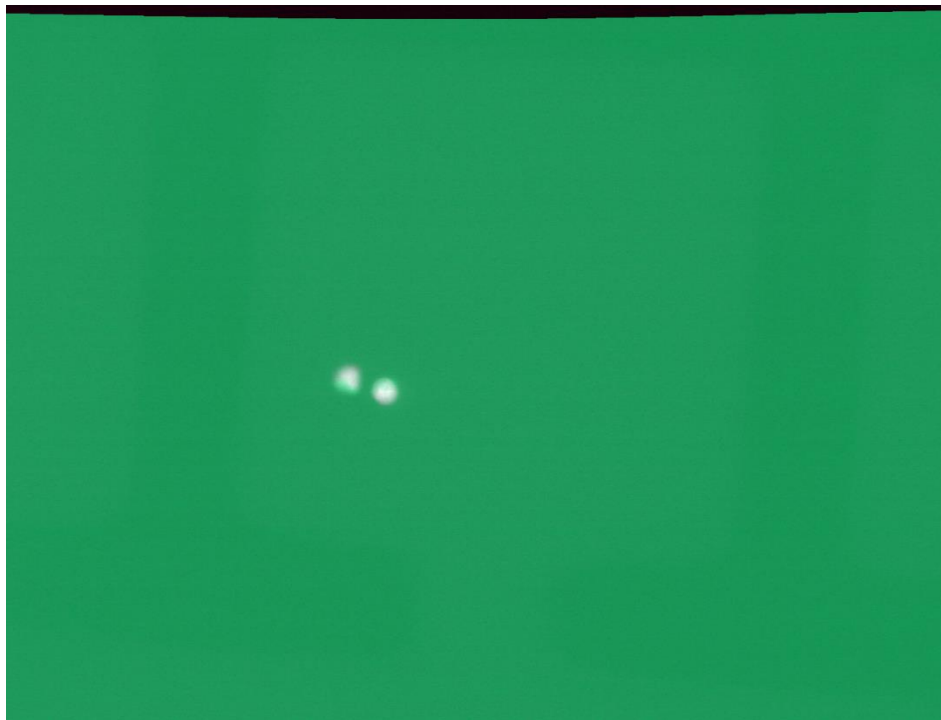
W przypadku metody B-krzywych obiekty zostały praktycznie idealnie dopasowane – nie widać czerwonych fragmentów różnicujących oba zdjęcia.

2) Metoda transformacji BSpline połączona z filtrem wygładzającym obraz



W przypadku wygładzenia przed dokonaniem transformacji wynik jest nieco gorszy – nałożone na siebie zdjęcia w procesie rejestracji obrazu posiadają rozmyte krawędzie.

3) Metoda transformacji BSpline wraz z informacjami na podstawie histogramu obrazu i filtru wygładzającego.



W tym przypadku również widać zadowalające efekty, jednak są one bardzo zbliżone do tych uzyskiwanych metodami nie elastycznymi.