

Diagnostyka obrazowa

Ćwiczenie drugie

Podstawowe przekształcenia obrazu

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie uczestników kursu „Diagnostyka obrazowa” z podstawowymi przekształceniami obrazu wykonywanymi za pomocą programu ImageJ.

2. Podstawowe przekształcenia obrazu

Diagnostyka obrazowa zajmuje się między innymi takimi zadaniami jak: wizualizacja, analiza ilościowa, czy lokalizacja obiektów na obrazach biomedycznych. Diagnostyka obrazowa jest procesem, który wymaga przetworzenia obrazu uzyskanego podczas badań medycznych, w celu możliwie dobrego wykonania stawianych sobie zadań diagnostycznych.

W celu pozyskania niezbędnych informacji z obrazów wykonuje się szereg operacji. Niektóre z operacji wchodzących w skład analizy obrazów biomedycznych to:

- odszumianie,
- wykrywanie krawędzi,
- usuwanie tła i artefaktów,
- poprawianie jakości obrazów,
- segmentacja,
- wizualizacja 3D (o ile możliwa),
- obliczanie mierzalnych parametrów opisujących wybrany fragment obrazu (organ, guz, komórki, itp.).

Powyższe operacje, często składają się z szeregu prostych przekształceń. Zaczniemy od podstawowych przekształceń obrazu, aby stopniowo poznawać coraz bardziej złożone operacje pozwalające na wykonywanie konkretnych zadań analizy obrazu w programie ImageJ.

3. Liniowe przekształcenia obrazu

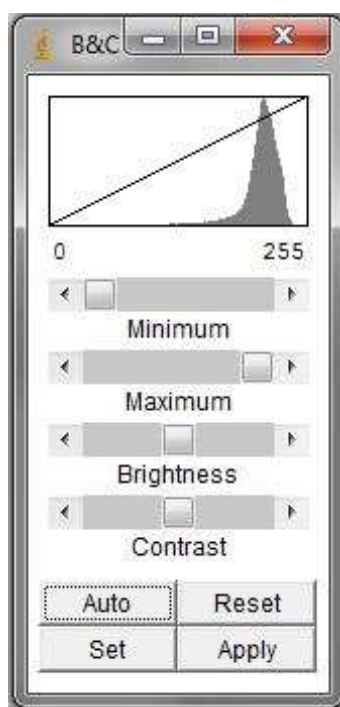
Liniowe przekształcenia obrazu to takie, które zmieniają liniowo zakres dostępnych wartości nie zmieniając przy tym struktury obrazu. W praktyce oznacza to dodawanie, odejmowanie, mnożenie lub dzielenie wartości każdego z punktów obrazu przez stały parametr (liczbę) z zakresu liczb rzeczywistych. Do grupy typowych liniowych przekształceń obrazu należą:

- zmiana skali szarości,
- histogram i jego rozciągnięcie (nie wyrównanie!).

3.1 Zmiana skali szarości i rozciągnięcie histogramu

Zwykle obraz nie wykorzystuje całej dostępnej skali poziomów szarości (w przypadku obrazu zapisanego w skali szarości). Zmiana skali szarości jest często potrzebna do przekształcenia obrazu w taki sposób, aby wykorzystywał pełną dostępną skalę, czego widocznym efektem jest zwiększenie kontrastu obrazu. Odbyna się to przy pomocy liniowej transformacji, która nie powoduje utraty informacji niesionej przez obraz. Przekształcenie powoduje zmianę jednej wartości intensywności na inną. Ponieważ operacja jest liniowa, nigdy nie dojdzie do sytuacji kiedy dwie wartości oryginalne, przyjmą tą samą wartość na obrazie wynikowym. Taka operacja nazywa się rozciągnięciem histogramu i jest to inna operacja niż wyrównanie histogramu.

Program ImageJ umożliwia automatyczne rozciągnięcie histogramu oraz ręczną zmianę zakresu skali szarości. Dostęp do tych instrukcji jest możliwy po wywołaniu okna z zakładki **Image -> Adjust -> Brightness/Contrast** (Rysunek 1). Do wyrównania histogramu służy przycisk **Auto**. W celu zatwierdzenia zmian (nanieść je na obraz) należy kliknąć **Apply**. Przycisk **Set** pozwala ręcznie wybrać zakres skali.



Rysunek 1. Okno opcji jasności i kontrastu.

4. Nieliniowe przekształcenia obrazu

Nieliniowe przekształcenie obrazu polega na działaniu arytmetycznym wykonanym na wartościach obrazu za pomocą funkcji nieliniowej. Najpopularniejsze przekształcenia nieliniowe, to transformacja wykładnicza (np. e^x), potęgowa (np. x^2), logarytmiczna (np. $\ln(x)$) oraz trygonometryczna (np. $\sin(x)$). Przekształcenia nieliniowe mają tę cechę, że kilka wartości oryginalnego obrazu może przyjąć jedną wartość na obrazie wynikowym.

Do grupy typowych nieliniowych przekształceń obrazu należą:

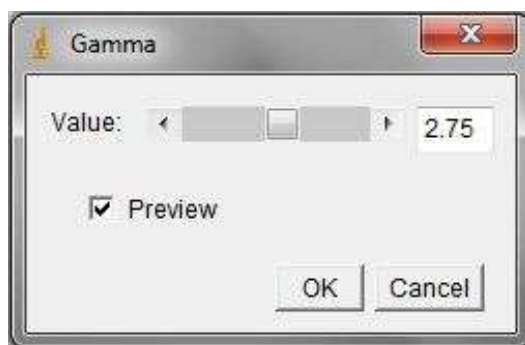
- korekcja gamma,
- wyrównanie histogramu

4.1 Korekcja gamma

Korekcja gamma jest jednym z przykładów przekształcenia nieliniowego, które może poprawić kontrast czy jasność obrazu lub uwypuklić jego pożądane cechy. Polecenie można znaleźć w zakładce **Process** -> **Math** -> **Gamma**. Komenda pozwala na podgląd w czasie rzeczywistym modyfikacji, które wprowadza ten rodzaj przekształcenia. Umożliwia to okno parametrów korekcji (Rysunek 2), na którym trzeba zaznaczyć pole podglądu, następnie manipulując suwakiem można zobaczyć jak zmienia się obraz. Transformacja zamienia dotychczasową wartość pikseli obrazu poprzez tę wartość podniesioną do potęgi, która jest parametrem przekształcenia:

$$\tilde{I}(x, y) = I(x, y)^\gamma,$$

gdzie $I(x, y)$ to oryginalna wartość punktu o współrzędnych x i y , γ to wartość parametru, a $\tilde{I}(x, y)$ to wartość po przekształceniu.

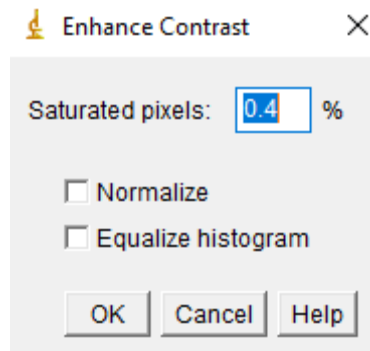


Rysunek 2. Okno opcji transformacji gamma.

4.2 Wyrównanie histogramu

Wyrównanie histogramu jest przekształceniem, które powoduje, że histogram obrazu staje się bardziej płaski (równy), dzięki czemu obraz staje się bardziej ostry, wyraźny. Przekształcenie ze względu na swój nieliniowy charakter jest nieodwracalne i powoduje utratę informacji niesionej przez obraz.

Polecenie nie jest dostępne bezpośrednio w programie ImageJ. Można je znaleźć połączone z opcją poprawy kontrastu **Process** -> **Enhance Contrast**. Instrukcja powoduje wywoływanie okna (Rysunek 3), w którym można zaznaczyć opcję wyostrenia obrazu poprzez wyrównanie histogramu. Okno opcji pozwala również na modyfikację parametru saturacji, jednak należy pamiętać, że dla obrazów o wartościach w skali szarości zmiana tego parametru nie będzie miała żadnych konsekwencji.



Rysunek 3. Okno opcji wyostrażania kontrastu.

5. Geometryczne przekształcenia obrazu

Geometryczne przekształcenia obrazu to transformacje zbiorów punktów w inny zbiór punktów. Przykładem takich przekształceń mogą być:

- przesunięcie,
- skalowanie,
- obrót,
- odbicie.

5.1 Przesunięcie

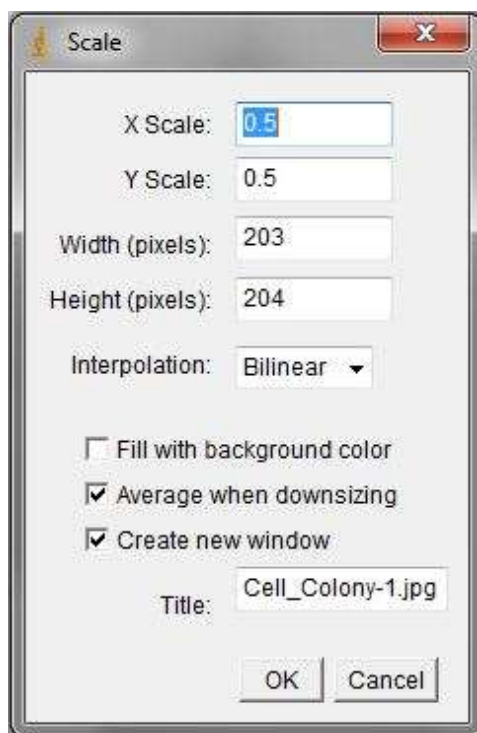
Przesunięcie to jedno z najbardziej podstawowych przekształceń geometrycznych. Polecenie wykonujące przesunięcie można wywołać z zakładki **Image** -> **Transform** -> **Translate**. W oknie parametrów (Rysunek 4) można ustawić takie parametry jak przesunięcie na osi x, y, czy podgląd po przesunięciu. Operacja przesunięcia może być pomocna na przykład przy nakładaniu na siebie dwóch obrazów.



Rysunek 4. Okno opcji polecenia przesunięcia.

5.2 Skalowanie

Polecenie skalowania znajduje się w zakładce **Image** -> **Scale**. Polecenie wywołuje okno z opcjami skalowania (Rysunek 5), które umożliwiają ustawienie takich parametrów jak wartość współczynnika skalowania osi x i y, czy podanie dokładnej wartości wysokości i szerokości obrazu po przeskalowaniu. Dodatkowo można zdecydować jakiego rodzaju algorytm zostanie zastosowany do wypełnienia wartości nowo powstałego obrazu.



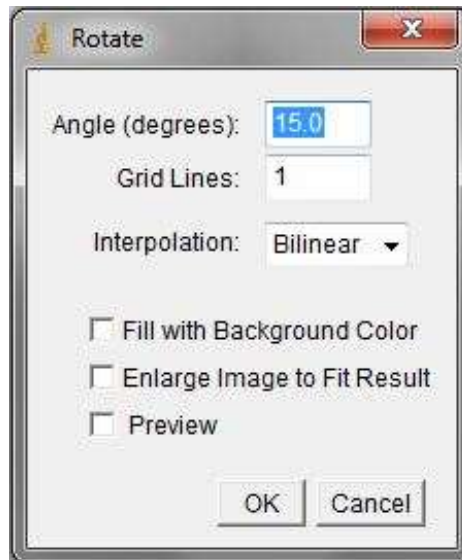
Rysunek 5. Okno opcji polecenia skalowania.

5.3 Obrót

Obrót obrazu o dowolny kąt możliwy jest za pomocą polecenia **Rotate**, które znajduje się w zakładce **Image** -> **Transform** -> **Rotate**. Okno które pojawia się po wywołaniu polecenia umożliwia podanie kąta, o który ma zostać wykonany obrót, algorytm interpolacji, czy wreszcie dopasowanie rozmiaru obrazu do nowych wymiarów (Rysunek 6).

5.4 Odbicie

Do odbijania obrazu służą 2 polecenia znajdujące się w zakładce **Image** -> **Transform**. Są to polecenia **Flip Horizontally**, które odbija obraz w pionie (skojarzenie z horyzontem jest bardzo na miejscu), oraz **Flip Vertically**, które odbija obraz w poziomie. Polecenia nie wywołują dodatkowych okien i nie posiadają parametrów.



Rysunek 6. Okno opcji polecenia obrotu.

6. Zagadnienia kontrolne

1. Wczytaj obraz Dot Blot jako jeden z przykładowych obrazów dostarczony razem z programem ImageJ.
2. Rozciągnij histogram wczytanego obrazu, tak aby wykorzystywał pełną skalę.
3. Wykonaj kilka eksperymentów z parametrami okna opcji jasności i kontrastu. Jak zmiana tych parametrów wpływa na obraz.
4. Przetestuj eksperymentalnie różne wartości parametru gamma. Jak one wpływają na obraz.
5. Przetestuj eksperymentalnie wyrównanie histogramu na obrazie z punktu 1, 2. Jak wyrównanie histogramu wpływa na obraz.
6. Przetestuj na wczytanym obrazie Dot Blot geometryczne przekształcenia obrazu wspomniane w niniejszej instrukcji.

Agnieszka Suchwałko
Katarzyna Wysocka-Król