

Obliczenia Naukowe

Sygnały wielowymiarowe
Podstawy przetwarzania obrazów

Bartek Wilczyński
bartek@mimuw.edu.pl

16. maja 2016

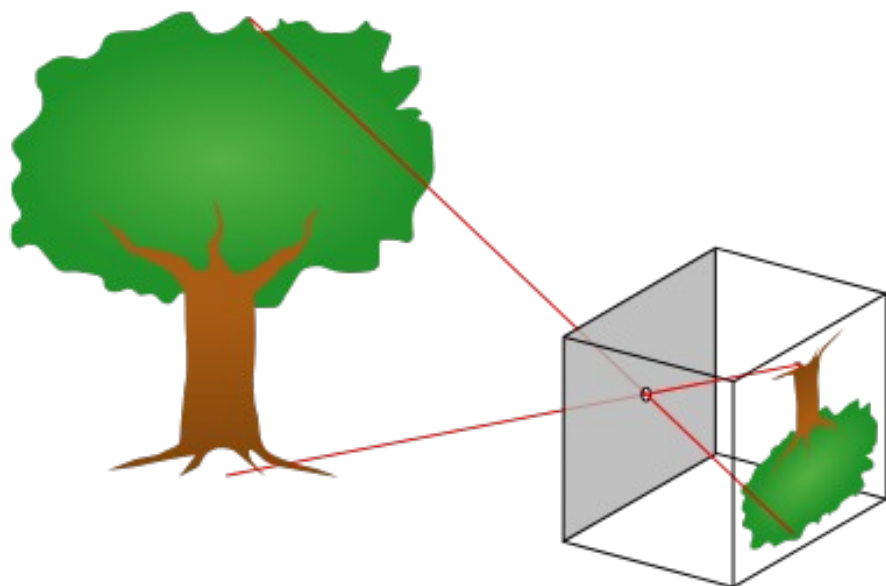
Plan na dziś

- Sygnały wielowymiarowe
- Obrazy jako sygnały 2D i 3D
- Przykłady sygnałów 2D i 3D w bioinformatyce
- Reprezentacja obrazów w komputerze
- Histogramy obrazów i ich modyfikacje
- Filtry liniowe (sploty) i nieliniowe
- Wykrywanie krawędzi, obiektów i inne zastosowania

Sygnały wielowymiarowe

- Sygnał wielowymiarowy to tradycyjnie funkcja wielowymiarowa zmieniająca się w czasie
- Np. Fale elektromagnetyczne w przestrzeni, albo dane meteorologiczne (ciśnienie, temperatura, wilgotność) w atmosferze
- W zasadzie nie mamy możliwości analizowania tego typu danych pomiarowych w postaci analogowej
- Często mamy dostęp do wielowymiarowych sygnałów cyfrowych

Kilka słów o optyce



- Obraz na matrycy odpowiada rzutowi pewnej liczby promieni światła wpadających przez obiektyw
- Zwykle o tym co zarejestruje kamera decydują kluczowe parametry: ogniskowa i rozmiar otworu przesłony

Obrazy w komputerze

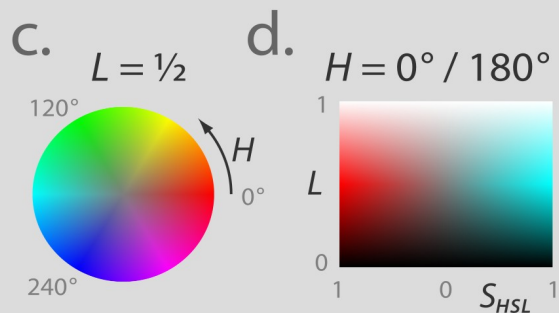
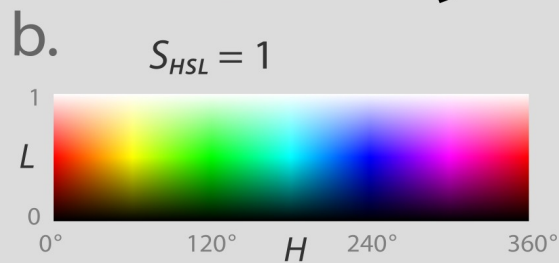
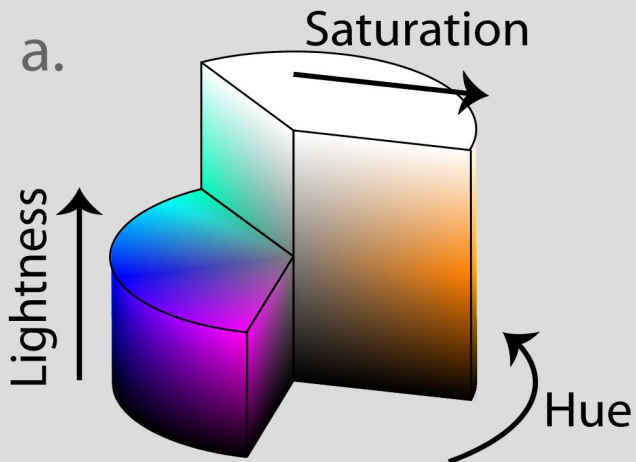
- Jednym z typowych przykładów sygnałów 2-wymiarowych są obrazy cyfrowe
- Obrazy takie składają się zwykle z prostokątnej macierzy punktów zwanych pikselami
- Każdy piksel odpowiada światłu zarejestrowanemu w danym punkcie matrycy
- Zarówno pozycje na matrycy jak i intensywności światła są skwantowane

Kolory w obrazach cyfrowych

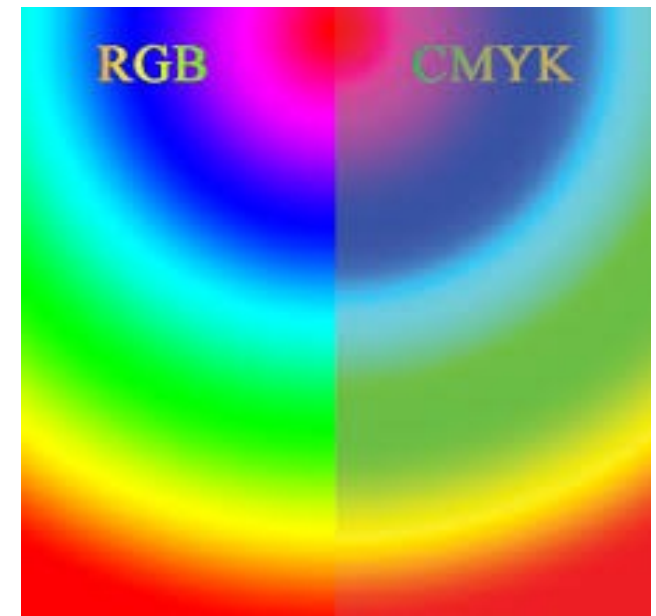
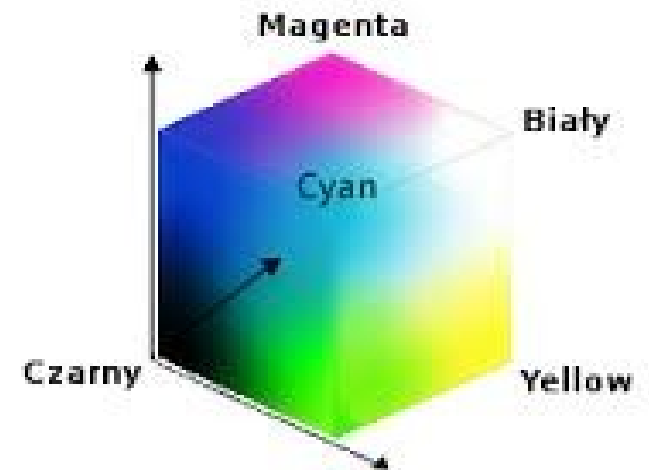
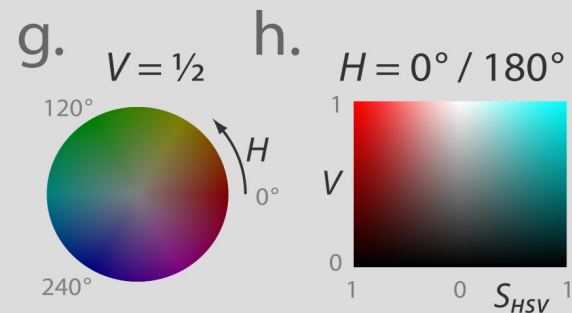
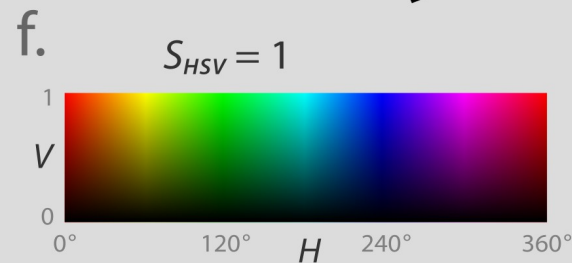
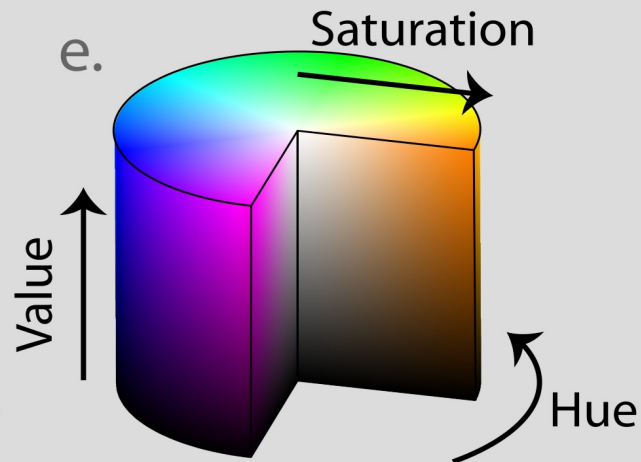
- Światło nie jest prostym sygnałem, ale mieszanką fal o różnych częstotliwościach
- W obrazach cyfrowych musimy opisać jak widmo światła jest przedstawione
- Zwykle interesuje nas jasność i kolor światła
- Wyróżniamy obrazy w skali szarości lub kolorowe
- Kolorowe obrazy mogą być reprezentowane w postaci palety (np. pliki GIF) lub przestrzeni barw (RGB, CMYK, HSV,...)

Przykłady skal kolorów

HSL

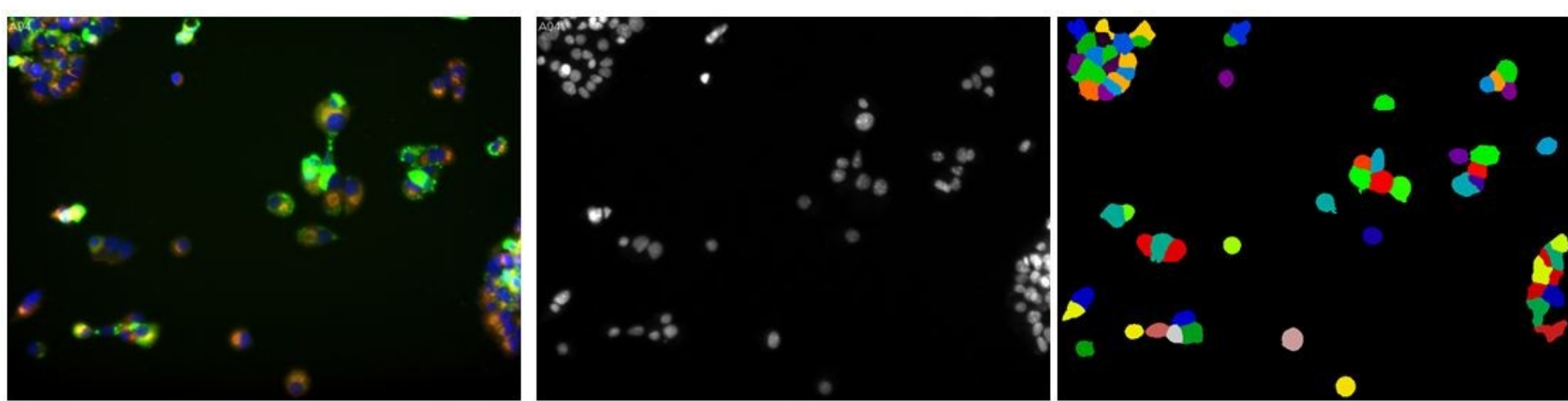


HSV



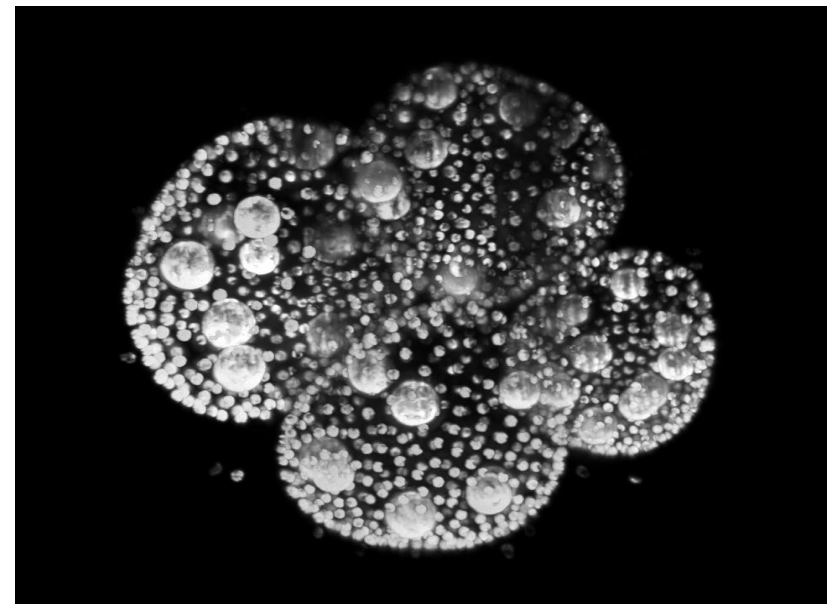
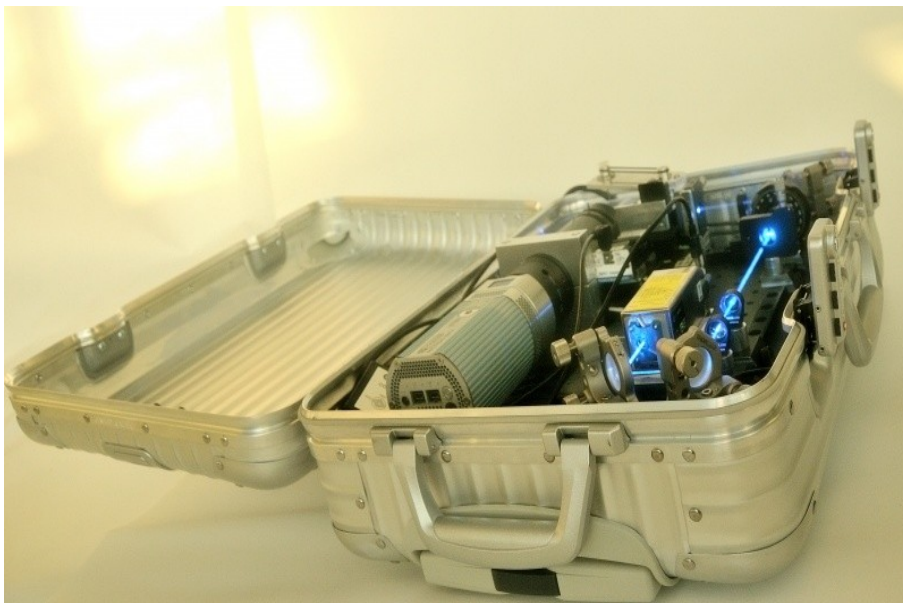
Przykłady obrazów 2d w bioinformatyce

- Mikroskopy fluorescencyjne dają bardzo często obrazy komórek wymagające segmentacji oraz analizy ilościowej. Np. Odpowiedź na pytanie, ile komórek widać, jaka jest intensywność ekspresji białka wymaga zaawansowanej analizy obrazu (przykładowy obraz przeanalizowany przy pomocy aplikacji cellprofiler)



Przykłady obrazów 3d w bioinformatyce

- OpenSPIM – bardzo niedroga (~20tys Euro) platforma do badań mikroskopowych przy pomocy światła warstwowego (Light sheet microscopy, pozwalająca na uzyskiwanie obrazów 3d)

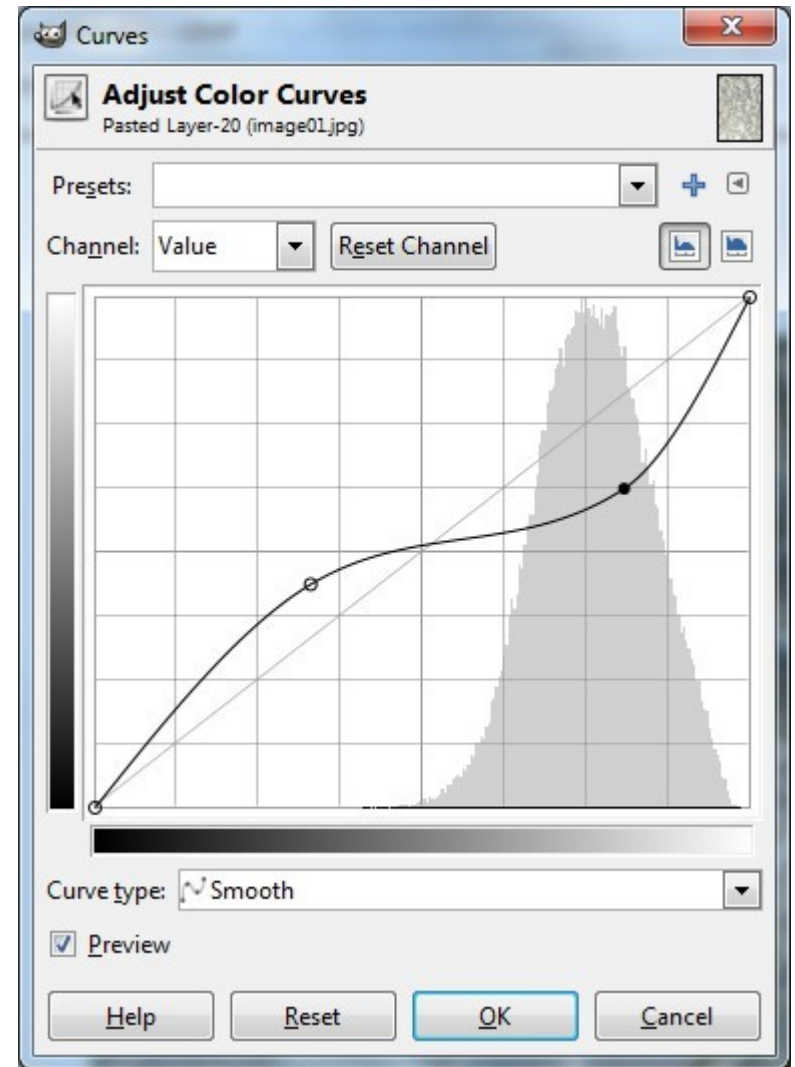


Typowe problemy przy przetwarzaniu obrazów

- Poprawianie kontrastu i widoczności
- Odszumianie
- Wykrywanie krawędzi
- Wykrywanie obiektów
- Wykrywanie ruchu
- Kwantyfikacja światła
- Kwantyfikacja ruchu

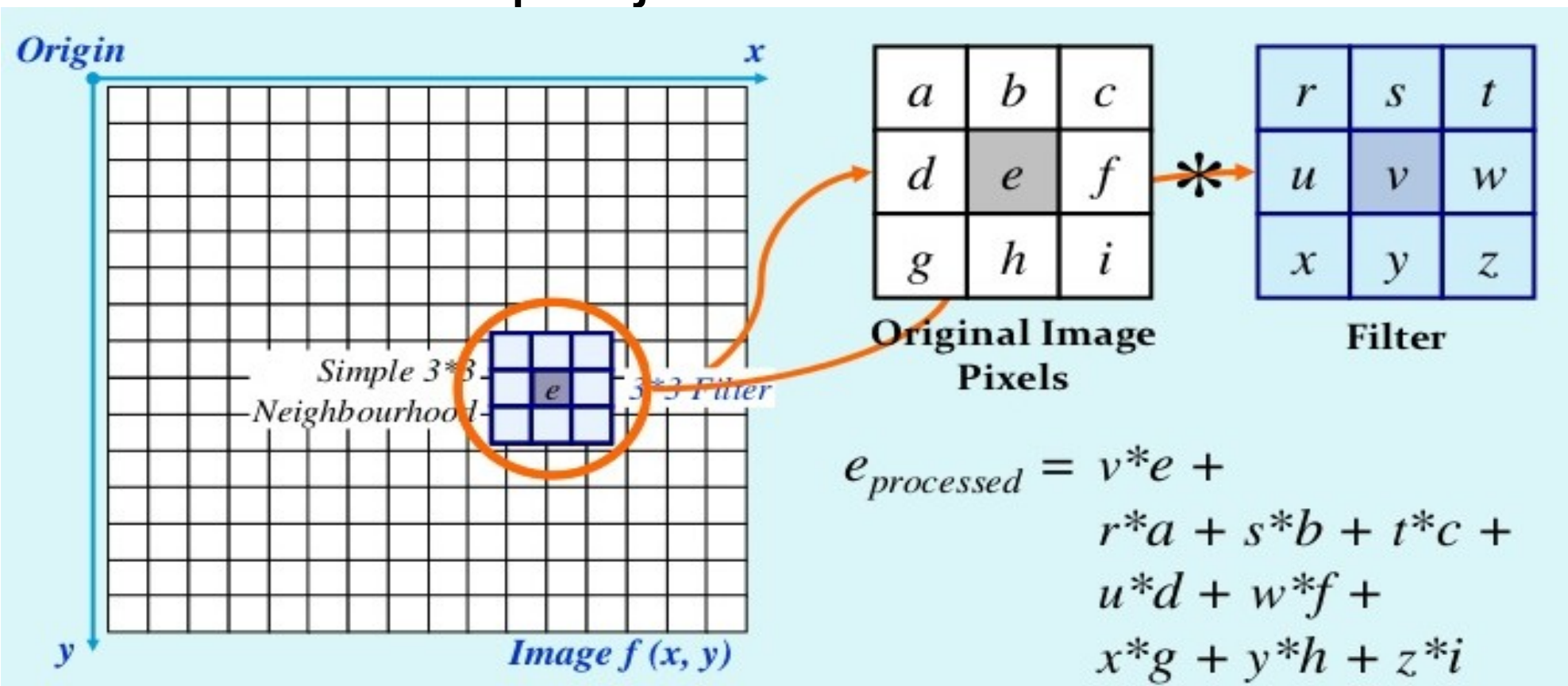
Histogram obrazu

- Możemy każdy z pikseli obrazu przekształcić funkcją $f(x)$, która jest monotonicznym przekształceniem jasności
- Pozwala to np. Na “wygładzanie” histogramu, co nasze oko postrzega jako poprawę kontrastu obrazu



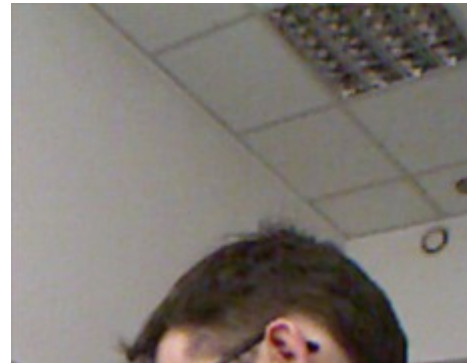
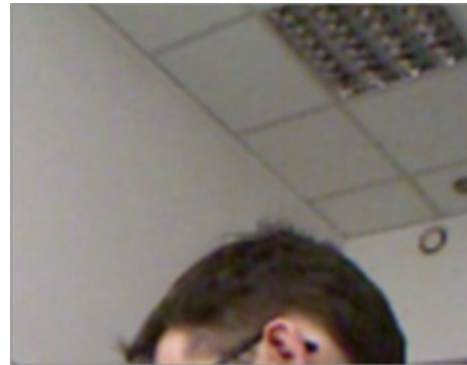
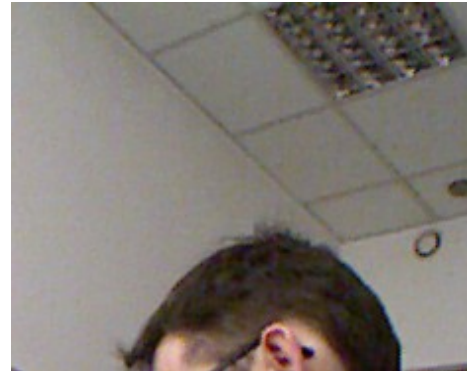
Filtry 2d do przetwarzania obrazu

- Filtry obrazu działają na tej samej zasadzie co filtry sygnałów 1d
- Filtr obrazu opisuje macierz $n \times n$



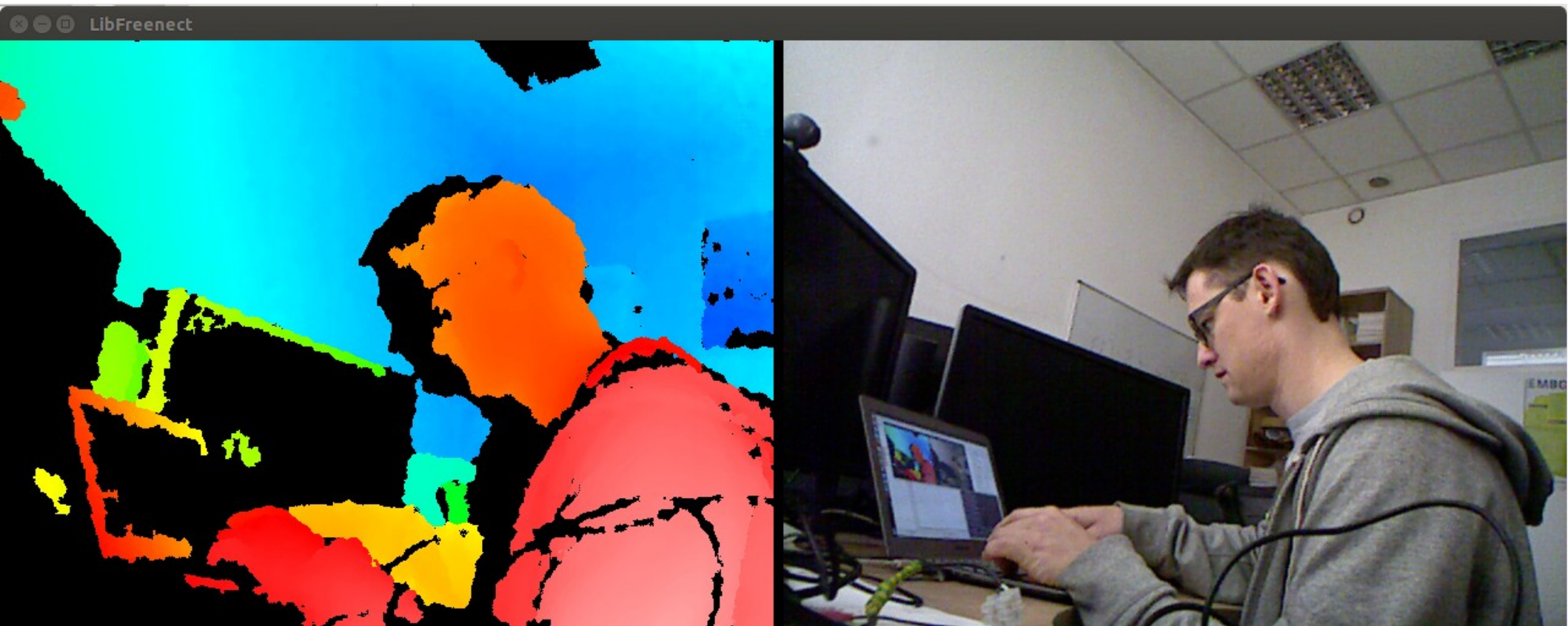
Filtry do odszumiania

- Najprostszy filtr uśredniający, z wszystkimi wartościami $1/n^2$
- Filtr Gaussowski
- Filtr medianowy – nieliniowy filtr



Obrazy nie reprezentujące światła

- Możemy mieć też do czynienia z innymi obrazami: USG, termowizja, echosonda, odległościomierz podczerwony, itp.
- Tutaj przykład obrazu z czujnika kinect



Wykrywanie krawędzi

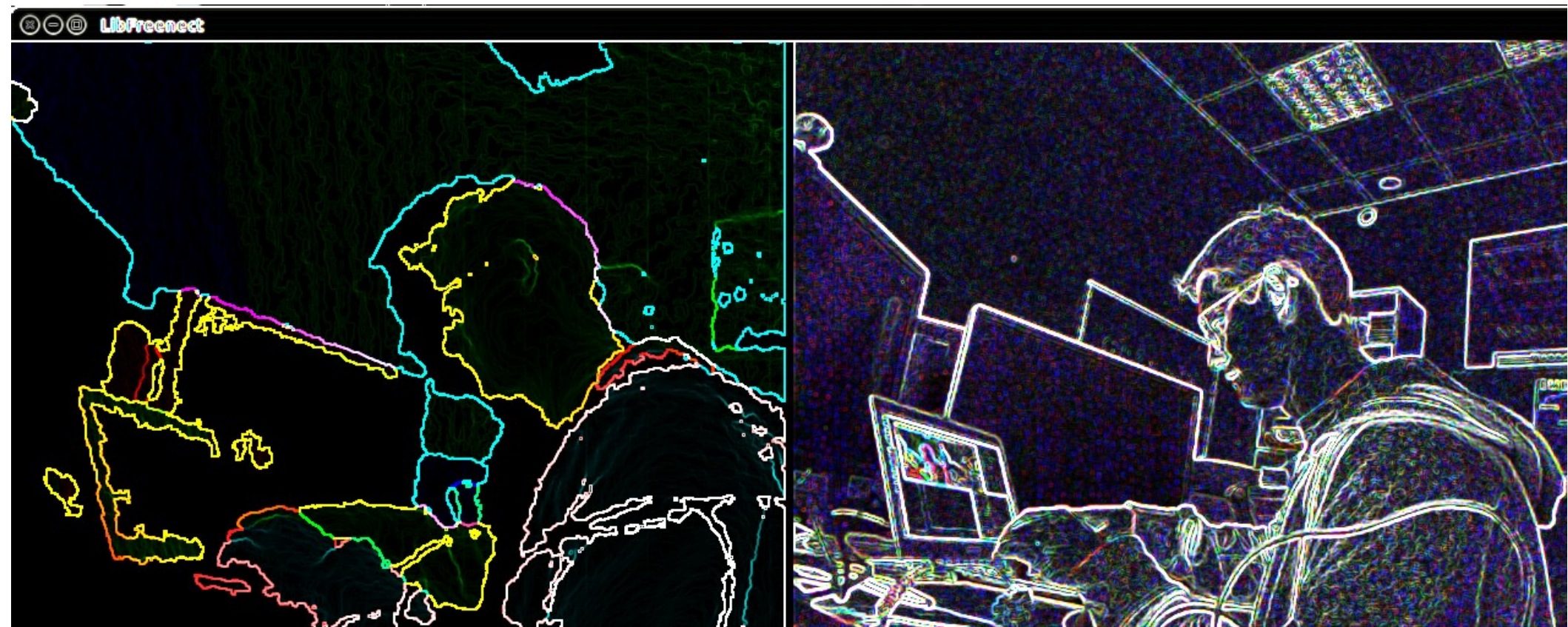
- Np. Filtr Sobel'a, czyli średnia geometryczna z filtrów wykrywających krawędzie x, y

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

x filter

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

y filter



Biblioteki do przetwarzania obrazu

- Imagemagick
- Python Imaging Library, PIL, obecnie PILLOW – podstawowe operacje na obrazach
- Scipy.ndimage – operacje numeryczne na obrazach
- Open Computer Vision (OpenCV)
- ImageJ i FIJI (Fiji Is Just ImageJ) do obrazów voxelowych (3d)