

# Obliczenia Naukowe

Sygnały wielowymiarowe  
Podstawy przetwarzania obrazów

Bartek Wilczyński  
[bartek@mimuw.edu.pl](mailto:bartek@mimuw.edu.pl)

28. marca 2022

# Plan na dziś

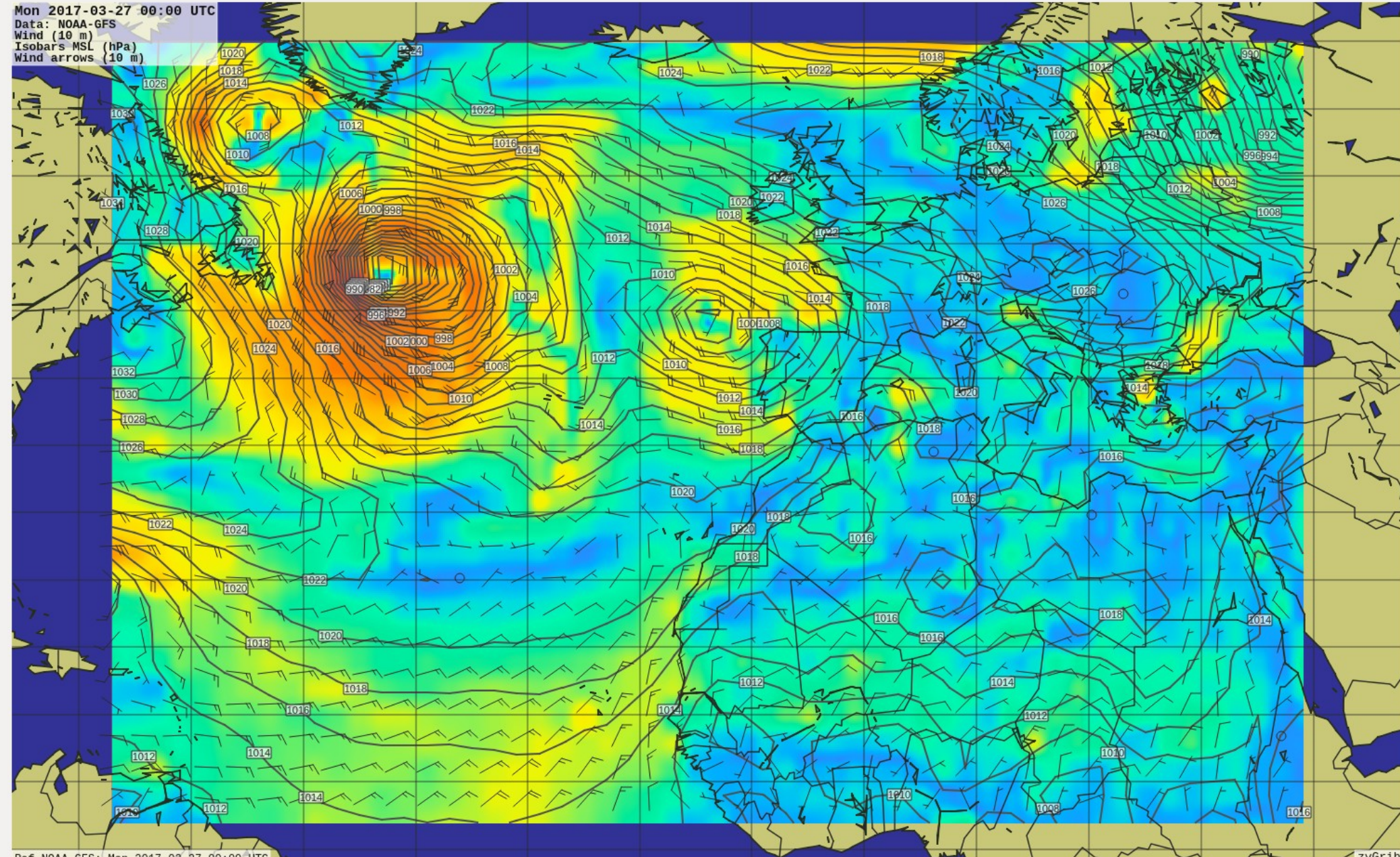
- Sygnały wielowymiarowe
- Obrazy jako sygnały 2D i 3D
- Przykłady sygnałów 2D i 3D w bioinformatyce
- Reprezentacja obrazów w komputerze
- Histogramy obrazów i ich modyfikacje
- Filtry liniowe (sploty) i nieliniowe
- Wykrywanie krawędzi, obiektów i inne zastosowania

# Sygnały wielowymiarowe

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



Mon 2017-03-27 00:00 UTC  
Data: NOAA-GFS  
Wind (10 m)  
Isobars MSL (hPa)  
Wind arrows (10 m)



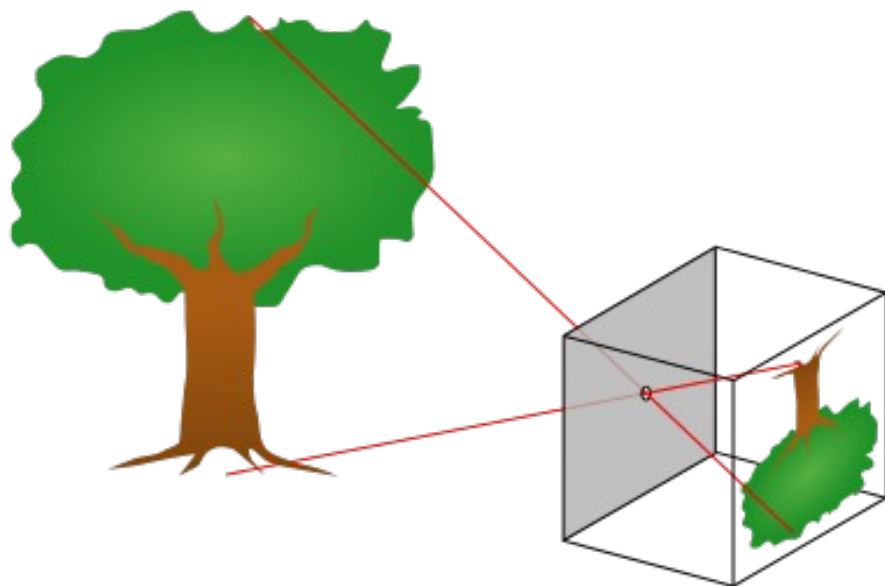
Ref NOAA-GFS: Mon 2017-03-27 00:00 UTC

zyGrib

Navigation controls including a play button, a list icon, a back button, a forward button, a full screen button, and a zoom slider.



# 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

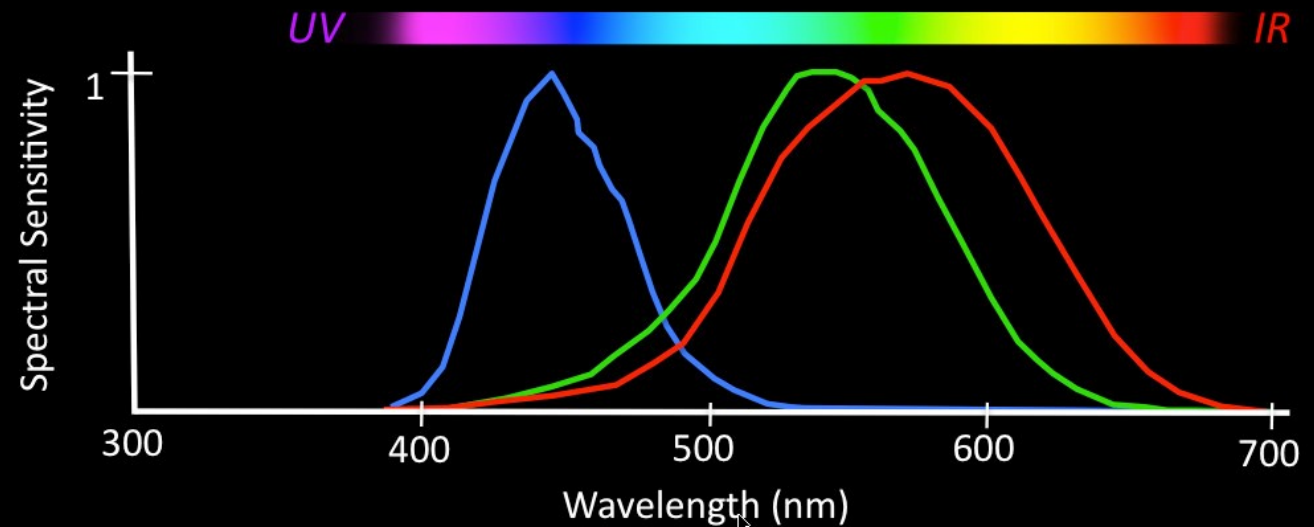
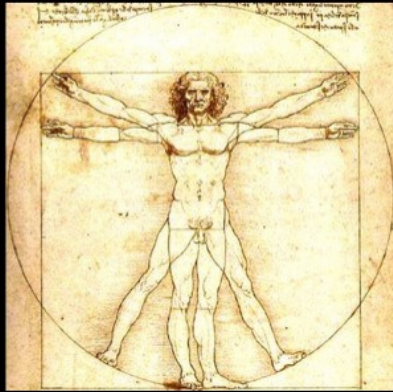
- Jednym z typowych przykładów sygnałów 2-wymiarowych są obrazy cyfrowe
- Obrazy takie składają się zwykle z prostokątnej macierzy punktów zwanych pikselami
- Każdy piksel odpowiada światłu zarejestrowanemu w danym punkcie matrycy
- Zarówno pozycje na matrycy jak i intensywności światła są skwantowane

# Kolory w obrazach cyfrowych

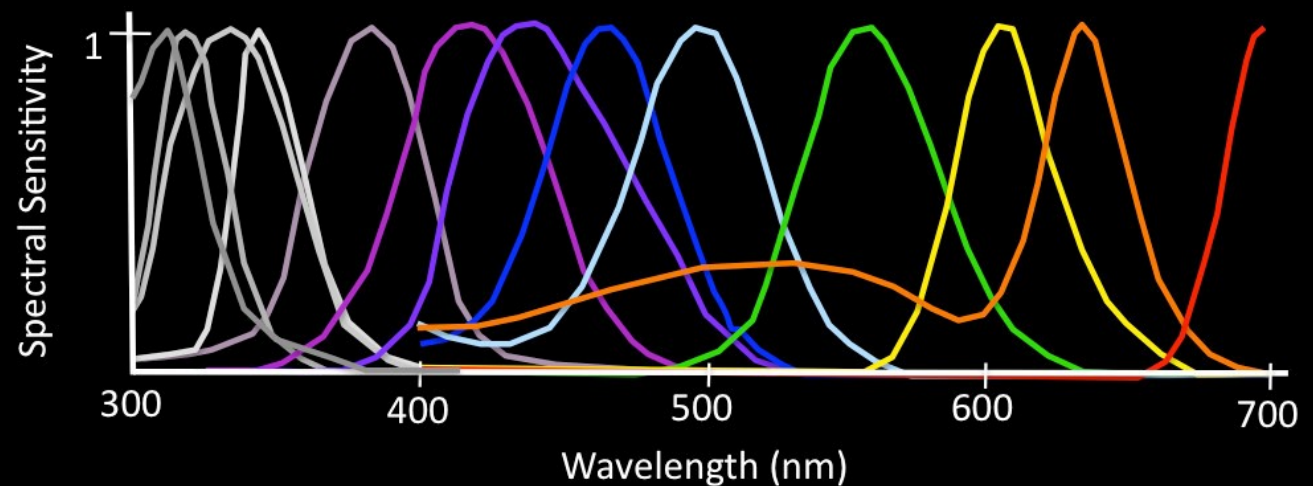
- Światło nie jest prostym sygnałem, ale mieszanką fal o różnych częstotliwościach
- W obrazach cyfrowych musimy opisać jak widmo światła jest przedstawione
- Zwykle interesuje nas jasność i kolor światła
- Wyróżniamy obrazy w skali szarości lub kolorowe
- Kolorowe obrazy mogą być reprezentowane w postaci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

# Mantis Shrimp: Extraordinary Eyes

*Homo sapiens*

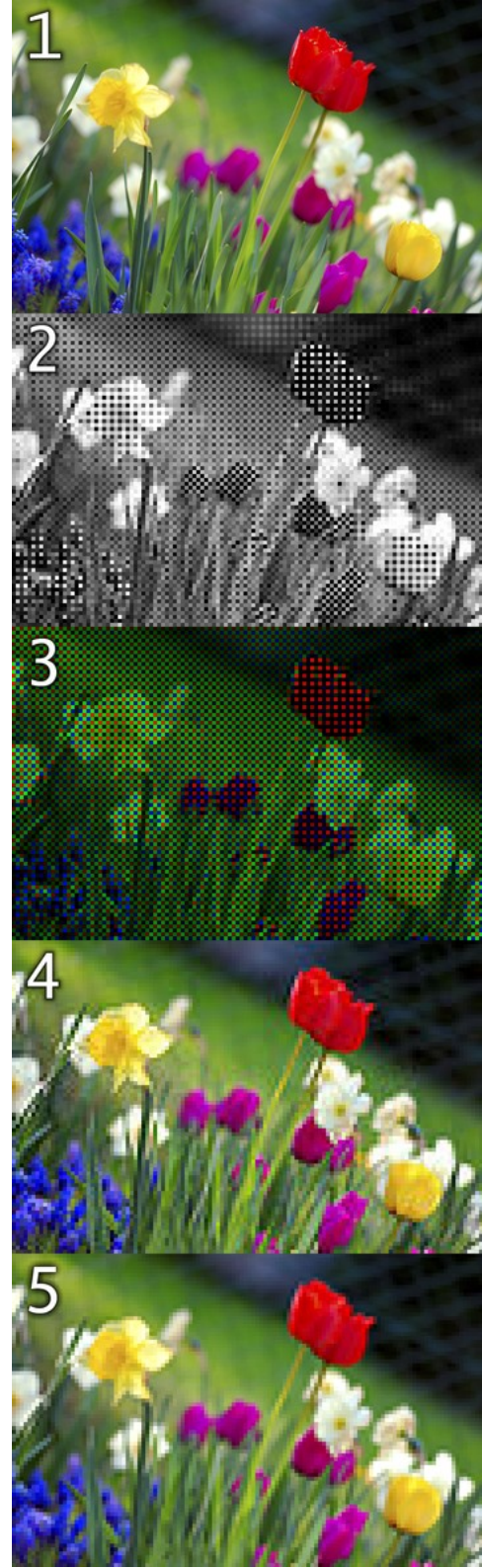
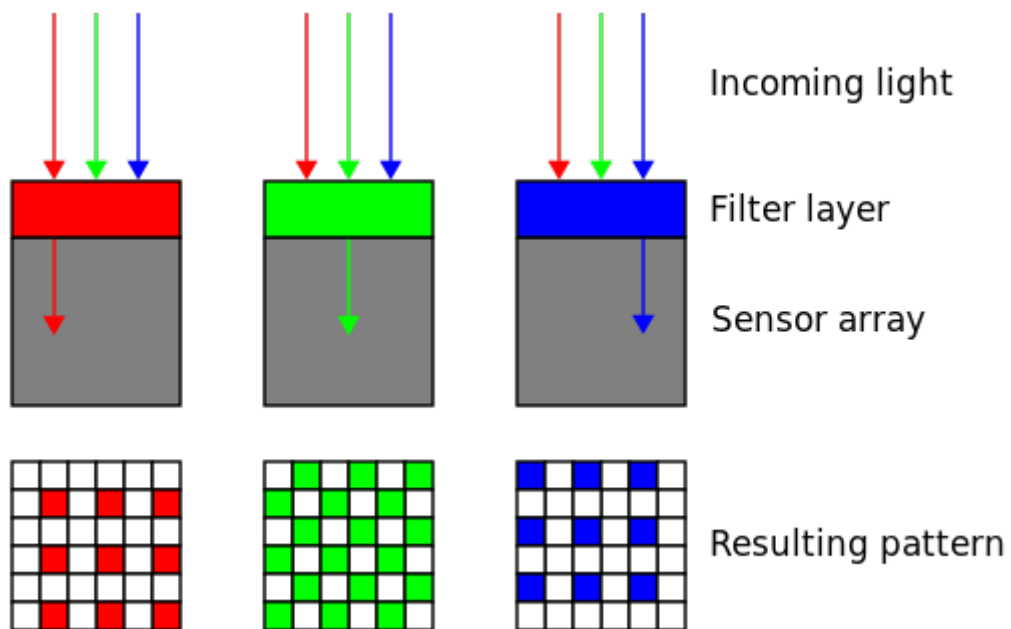
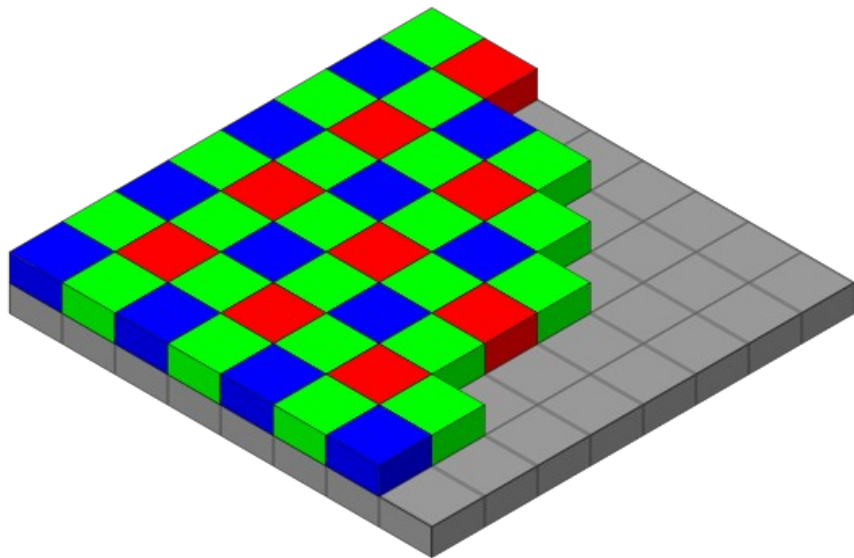


*Neogonodactylus oestedii*



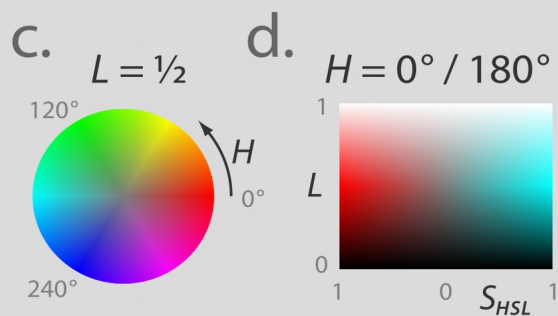
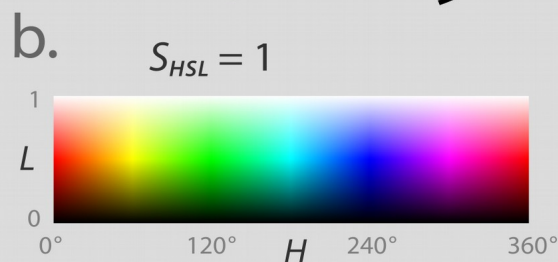
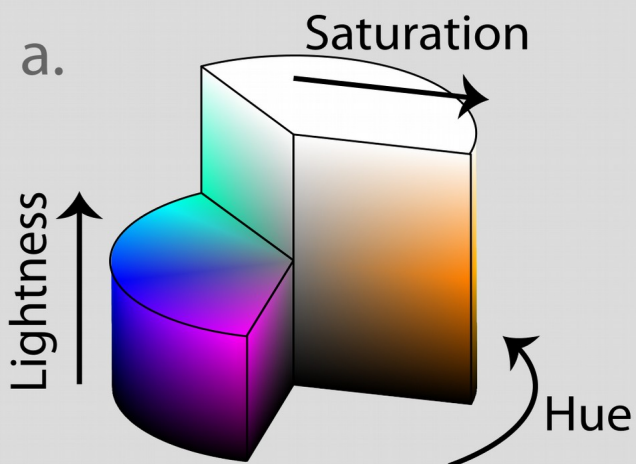


# Cyfryzacja obrazów RGB

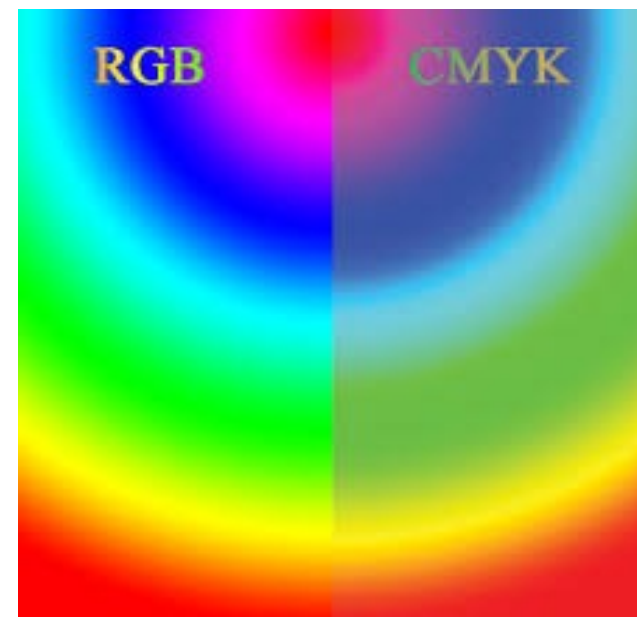
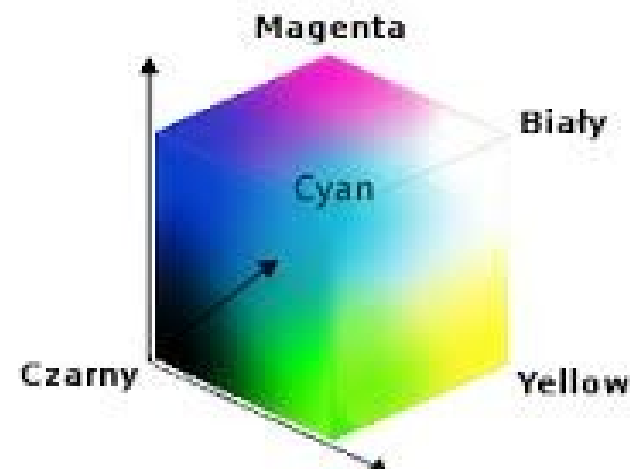
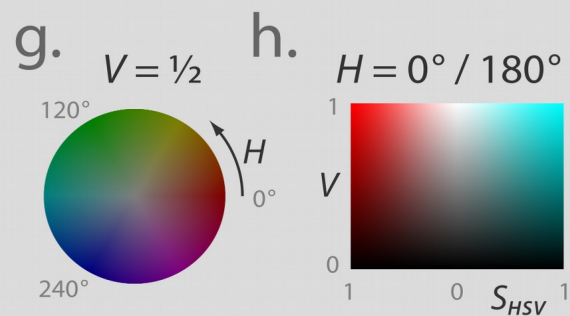
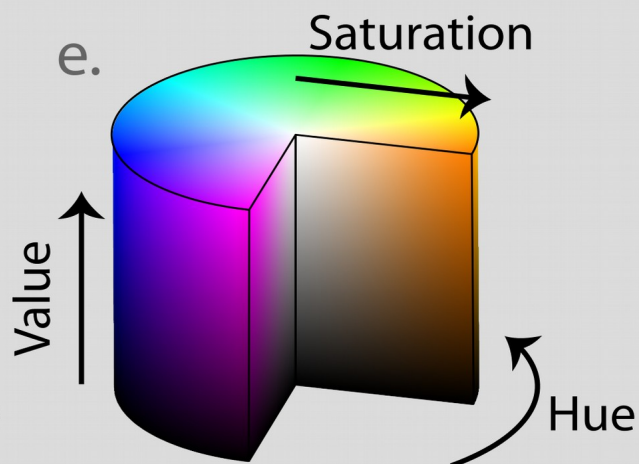


# Przykłady skal kolorów

## HSL



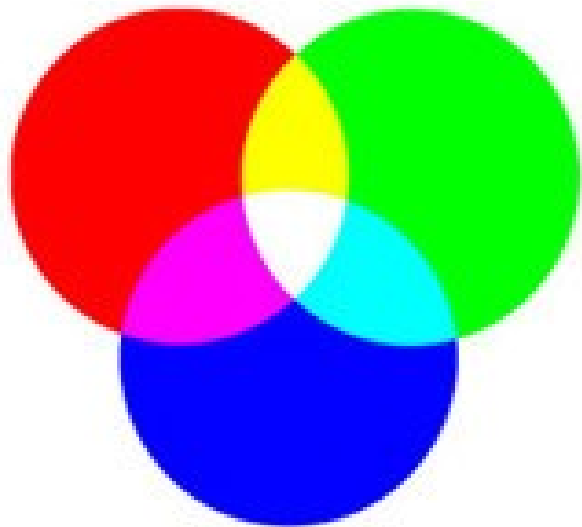
## HSV



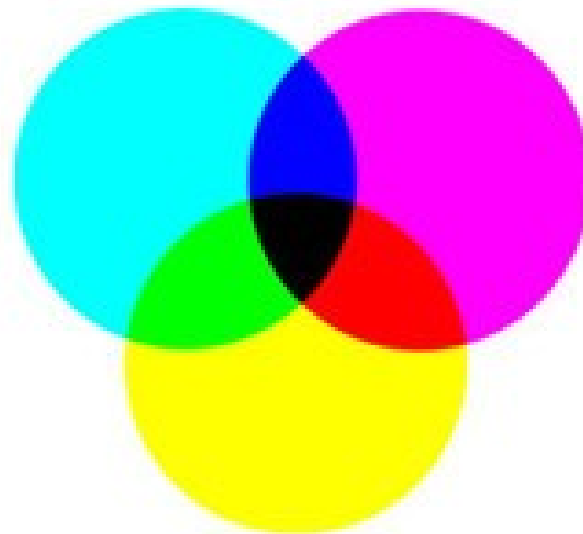
# RGB vs CMYK

- Addytywne vs subtraktywne mieszanie barw
- Widma absorbcyjne vs emisyjne
- Monitor vs wydruk

**RGB**

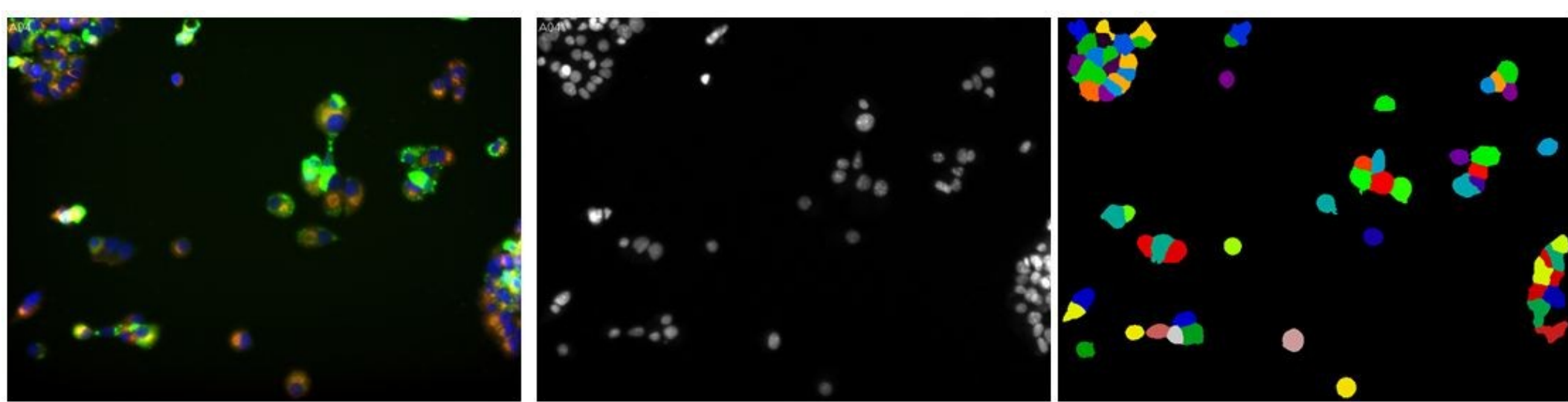


**CMYK**



# Przykłady obrazów 2d w bioinformatyce

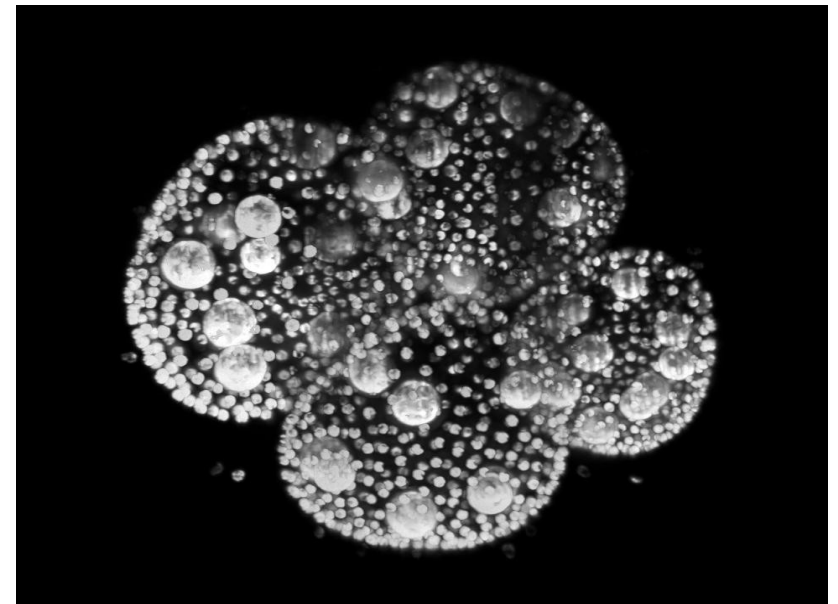
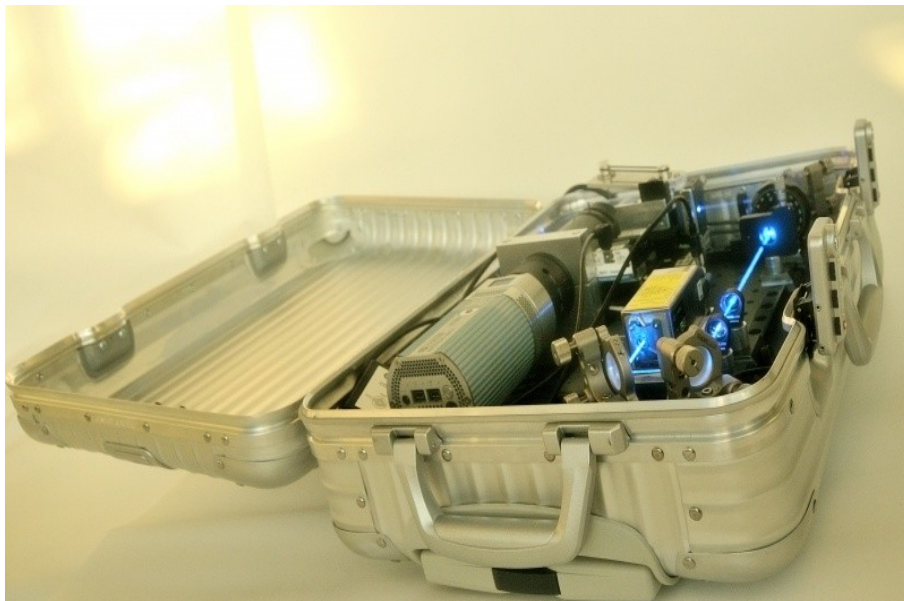
- Mikroskopy konfokalne dają bardzo często obrazy komórek wymagające segmentacji oraz analizy ilościowej. Np. Odpowiedź na pytanie, ile komórek widać, jaka jest intensywność ekspresji białka wymaga zaawansowanej analizy obrazu (przykładowy obraz przeanalizowany przy pomocy aplikacji cellprofiler)





# 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)





# Format DICOM

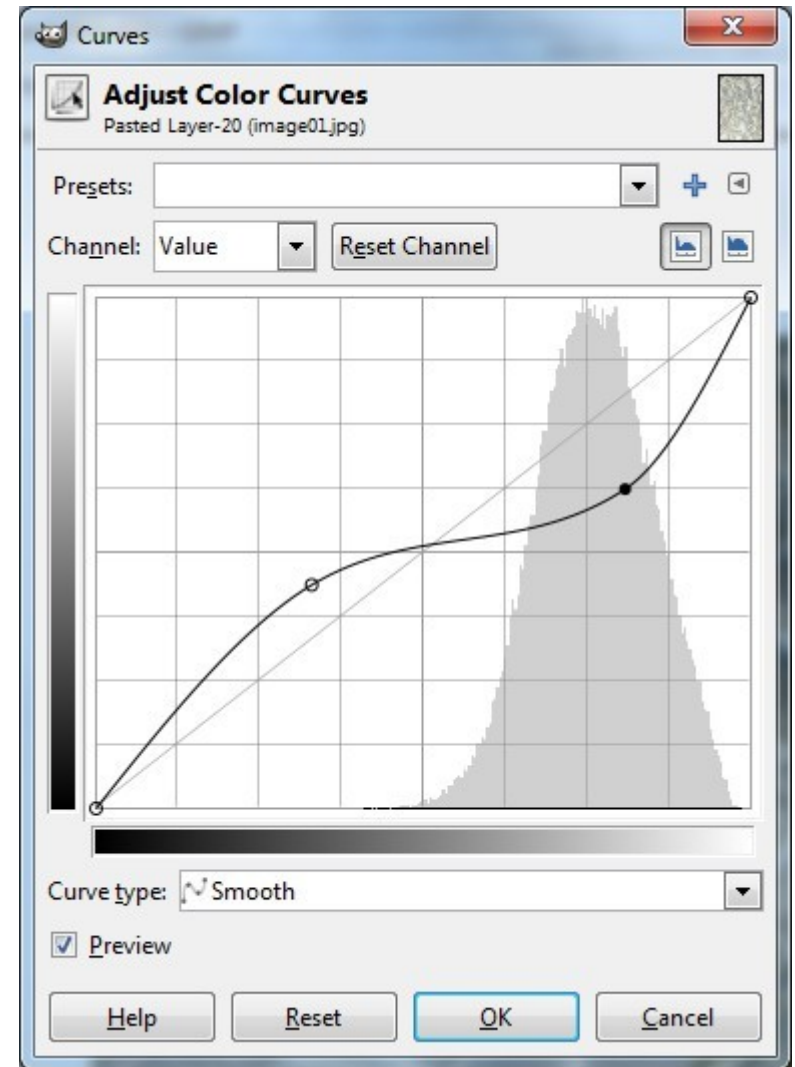
- Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)  
– format danych wykorzystywany do zapisywania różnego rodzaju danych obrazowych w medycynie.
- Wszelkiego rodzaju obrazy 2-D jak i 3-D z prześwietleń oraz tomografii komputerowych są przekazywane w formacie DICOM 3 (wprowadzonym w latach 90-tych
- Oprócz samych pikseli (zwykle przechowywanych w formie skompresowanej), zawiera także metadane, takie jak dane pacjenta, sposób i czas pozyskania danych

# Typowe problemy przy przetwarzaniu obrazów

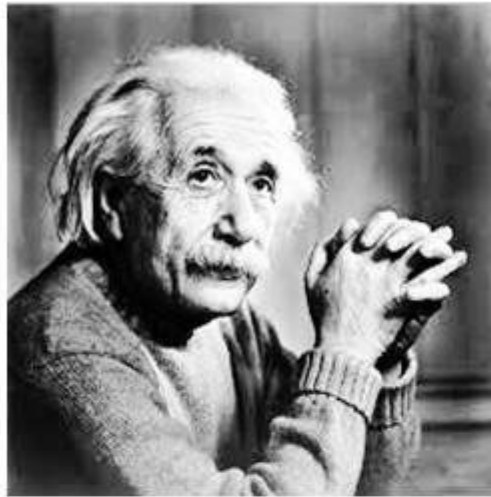
- Poprawianie kontrastu i widoczności
- Odszumianie
- Wykrywanie krawędzi
- Wykrywanie obiektów
- Wykrywanie ruchu
- Kwantyfikacja światła
- Kwantyfikacja ruchu

# Histogram obrazu

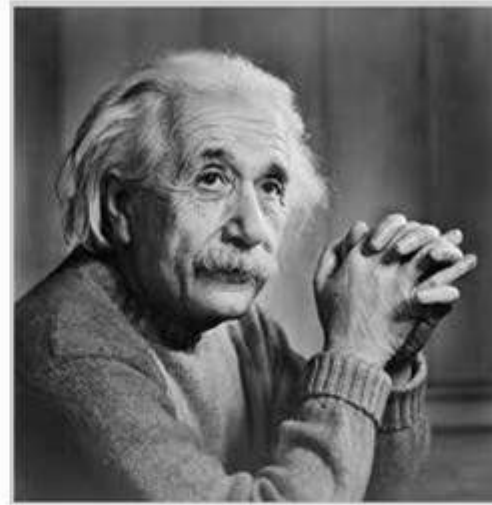
- Możemy każdy z pikseli obrazu przekształcić funkcją  $f(x)$ , która jest monotonicznym przekształceniem jasności
- Pozwala to np. Na “wygładzanie” histogramu, co nasze oko postrzega jako poprawę kontrastu obrazu



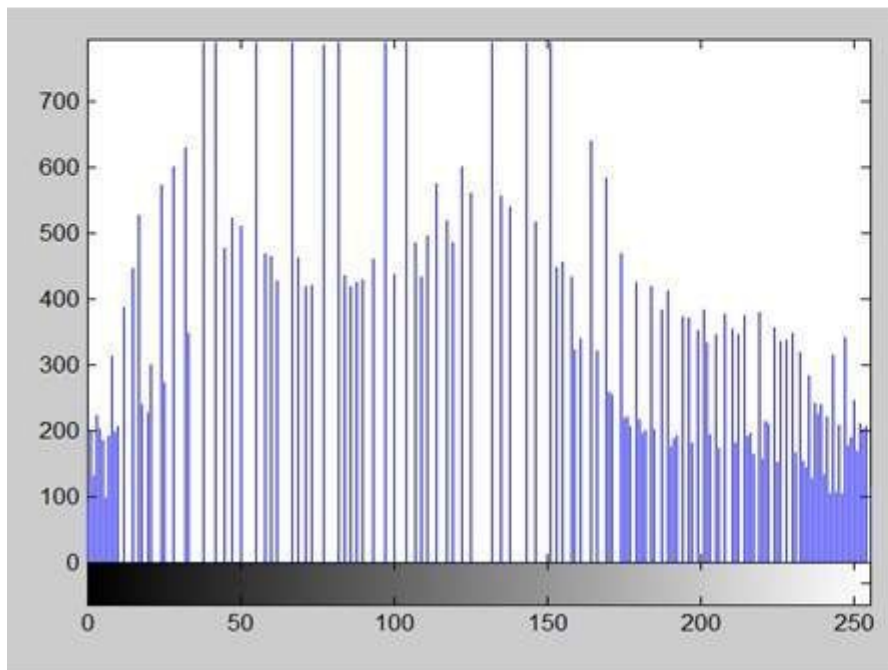
New Image



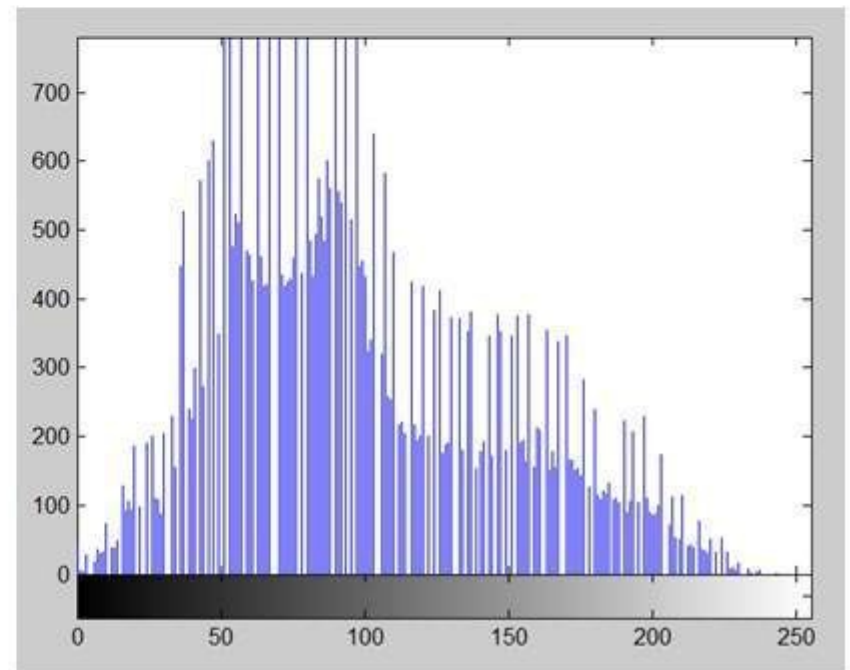
Old image



New Histogram

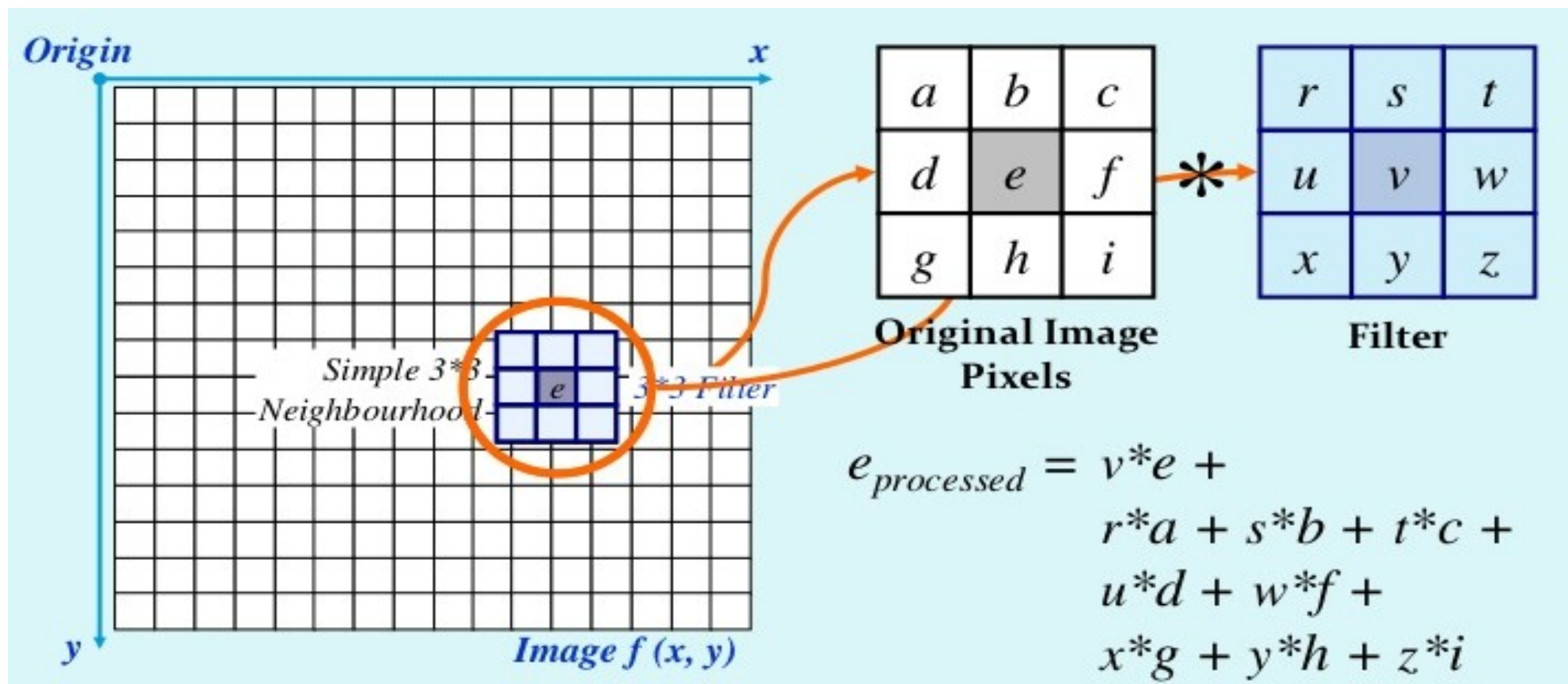


Old Histogram



# Filtry 2d do przetwarzania obrazu

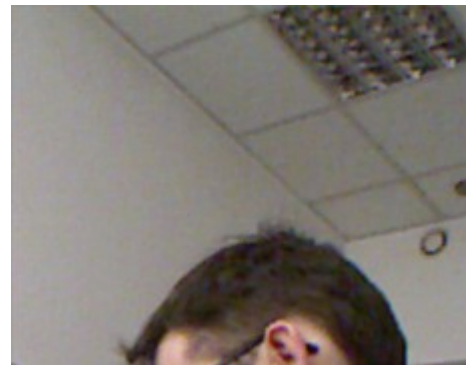
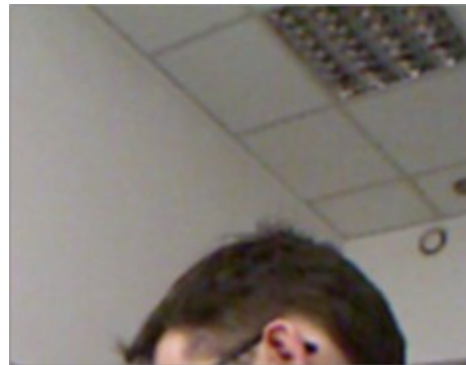
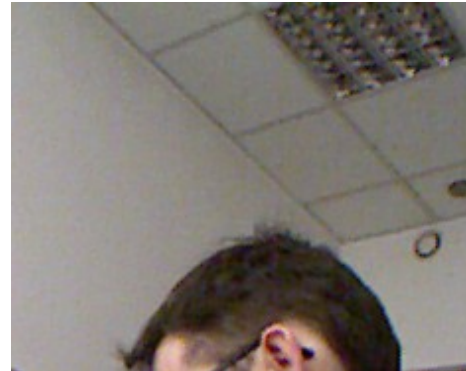
- Filtry obrazu działają na tej samej zasadzie co filtry sygnałów 1d, jako sploty z mniejszą macierzą
- Filtr obrazu opisuje macierz  $n \times n$





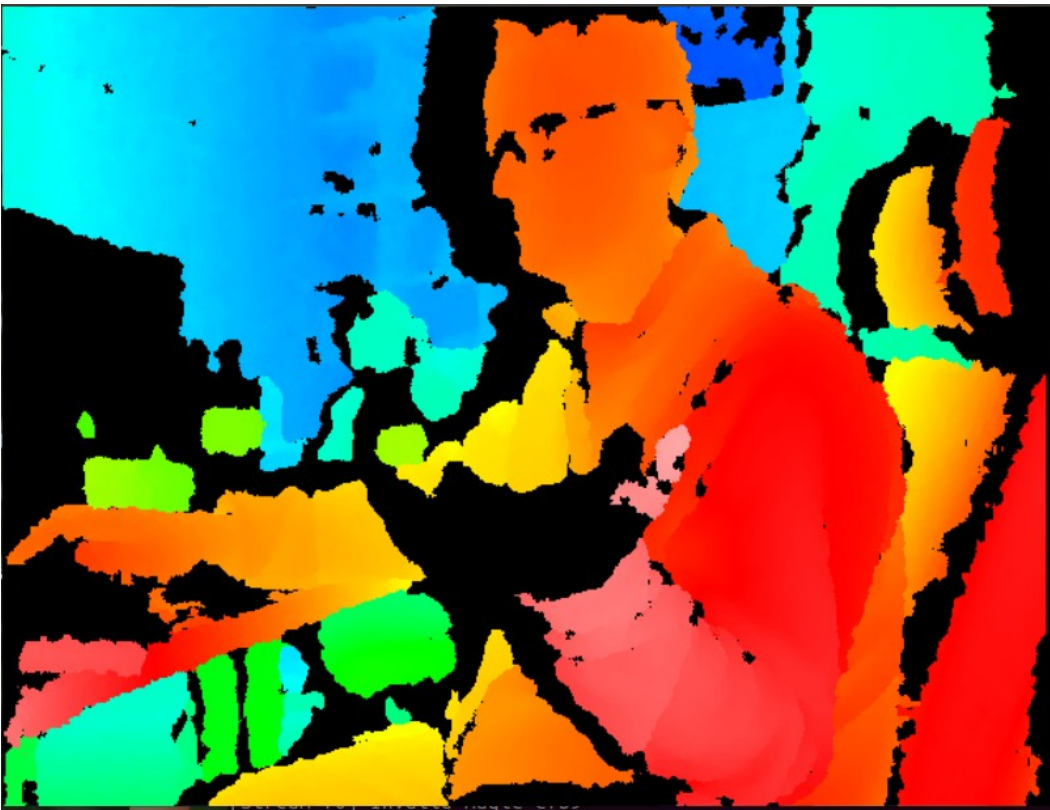
# Filtry do odszumiania

- Najprostszy filtr uśredniający, z wszystkimi wartościami  $1/n^{**2}$
- Filtr Gaussowski
- Filtr medianowy – nieliniowy filtr, nie można go zrealizować splotem



# Obrazy nie reprezentujące światła

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





# Wykrywanie krawędzi

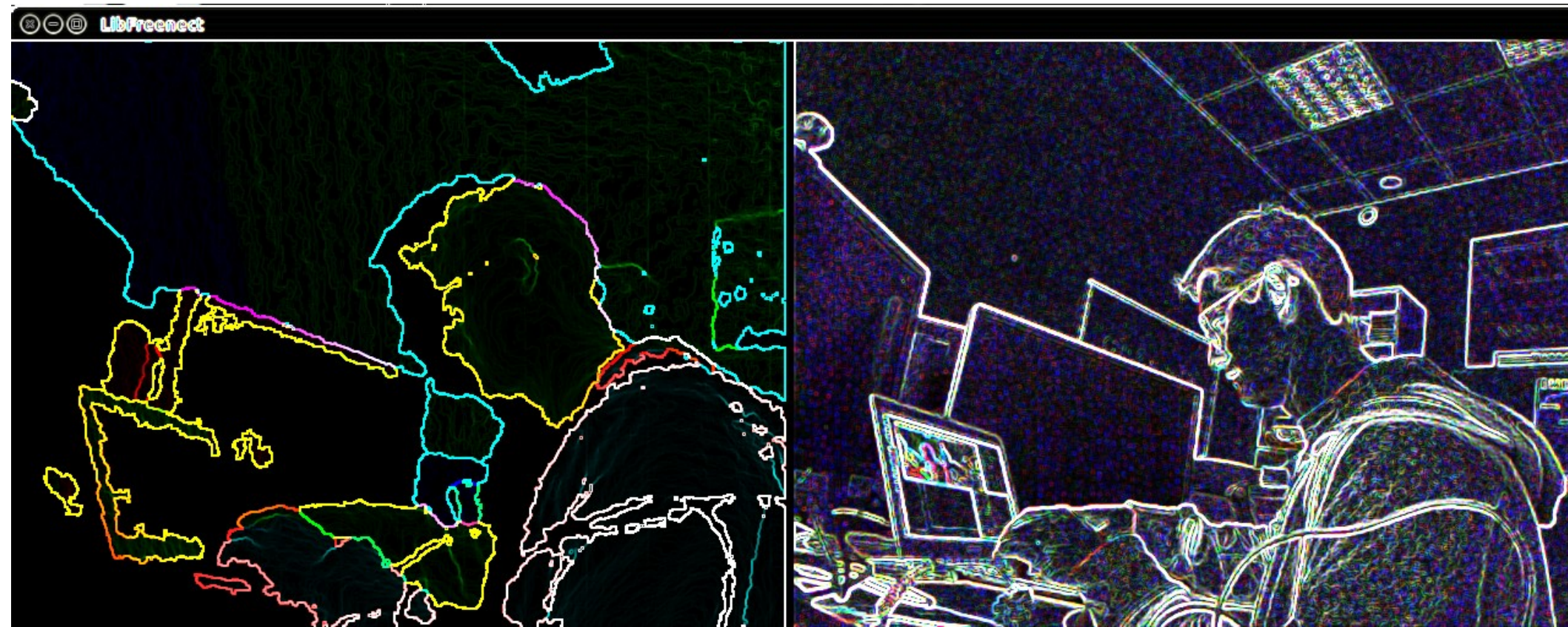
- Np. Filtr Sobel'a, czyli średnia geometryczna z filtrów wykrywających krawędzie x, y

-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)
- Libfreenect i python dicom