

Obliczenia Naukowe

Sygnały wielowymiarowe
Podstawy przetwarzania obrazów

Bartek Wilczyński
bartek@mimuw.edu.pl

26. marca 2020

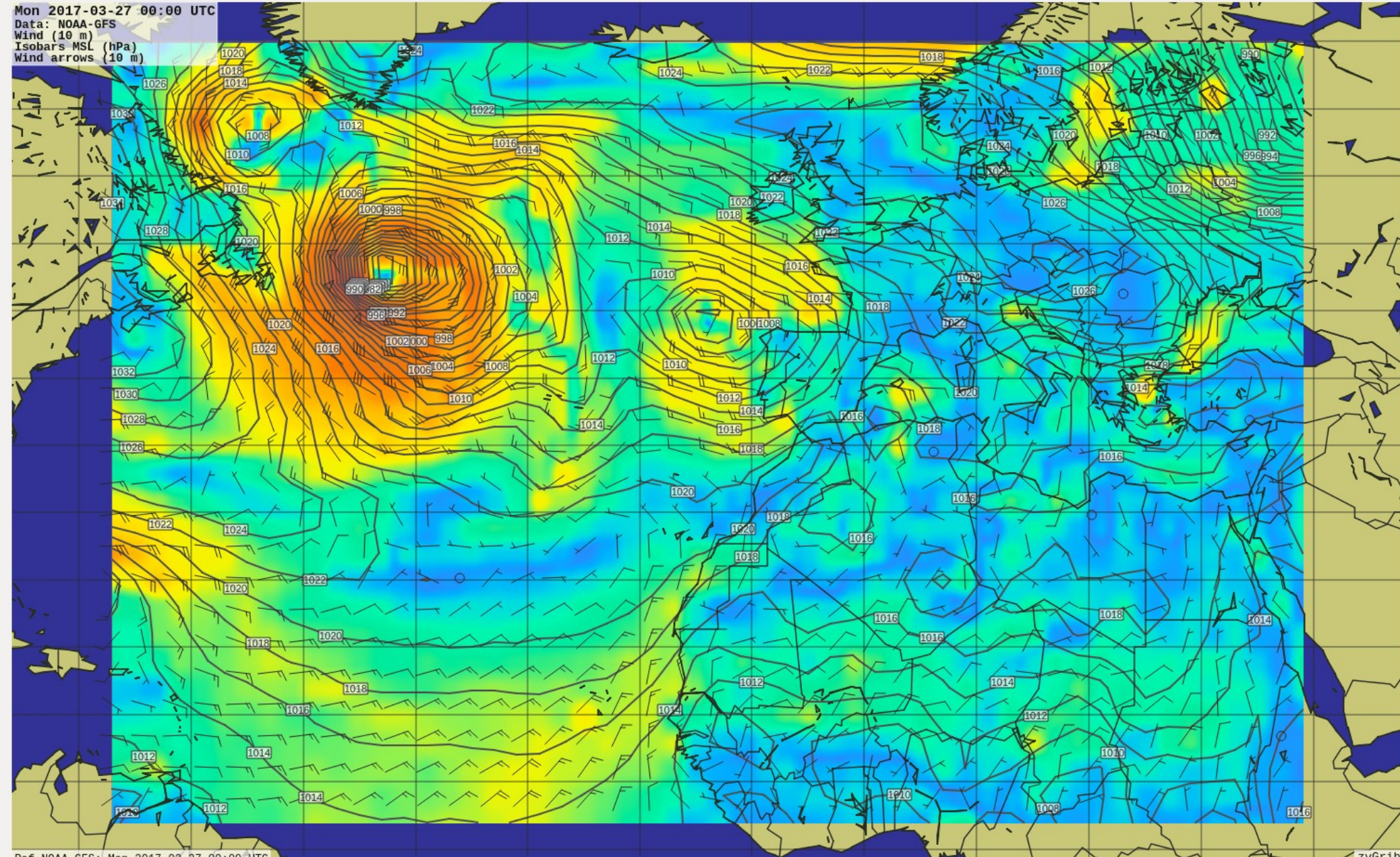
Plan na dziś

- 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

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

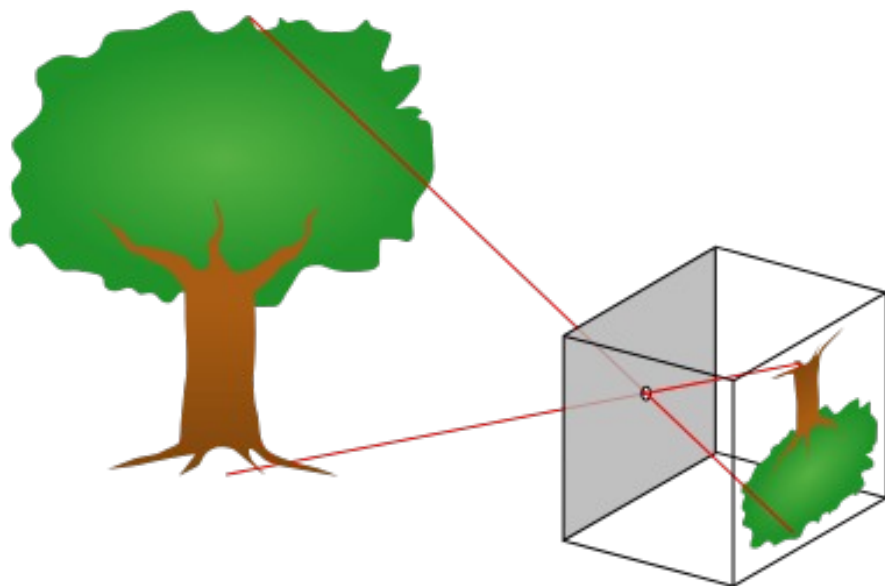


Ref NOAA-GFS: Mon 2017-03-27 00:00 UTC

zyGrib

Navigation controls including a play button, a list icon, a left arrow, a right arrow, a refresh icon, 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

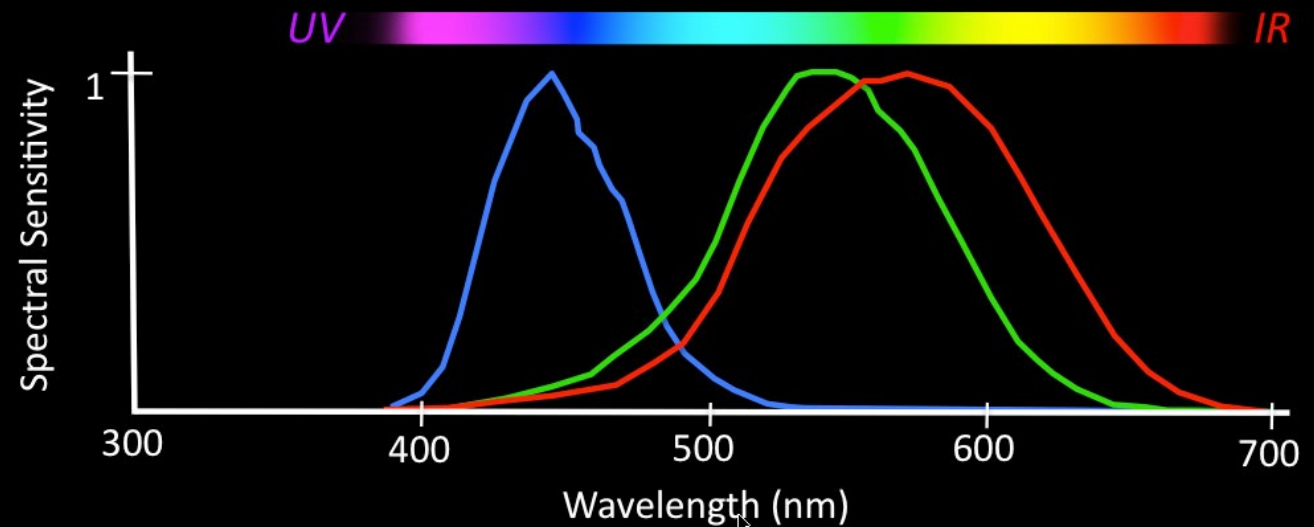
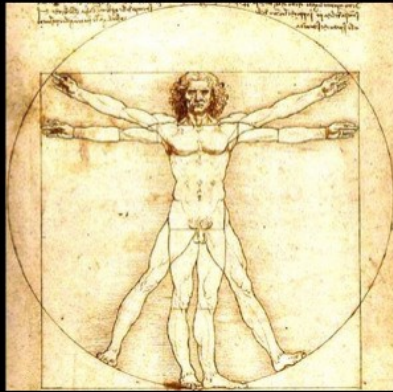
- Jednym z typowych przykładów sygnałów 2-wymiarowych są obrazy cyfrowe
- Obrazy takie składają się zwykle z prostokątnej macierzy punktów zwanych pikselami
- Każdy piksel odpowiada światłu zarejestrowanemu w danym punkcie matrycy
- Zarówno pozycje na matrycy jak i intensywności światła są skwantowane

Kolory w obrazach cyfrowych

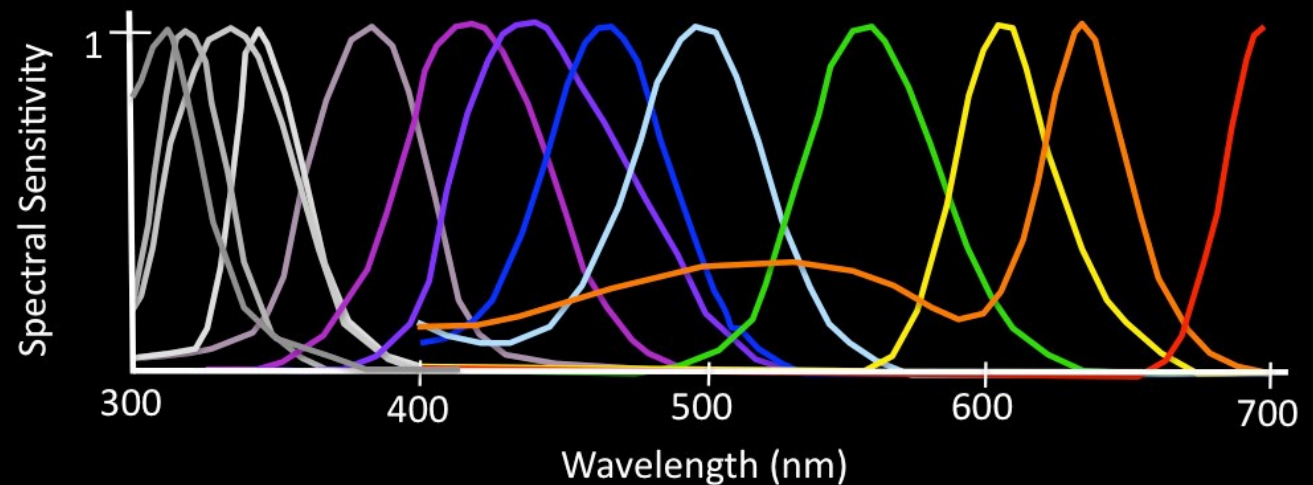
- Światło nie jest prostym sygnałem, ale mieszanką fal o różnych częstotliwościach
- W obrazach cyfrowych musimy opisać jak widmo światła jest przedstawione
- Zwykle interesuje nas jasność i kolor światła
- Wyróżniamy obrazy w skali szarości lub kolorowe
- Kolorowe obrazy mogą być reprezentowane w postaci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

Mantis Shrimp: Extraordinary Eyes

Homo sapiens

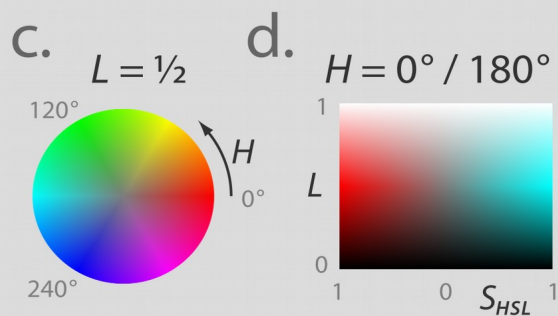
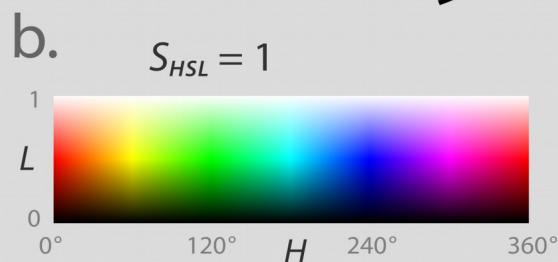
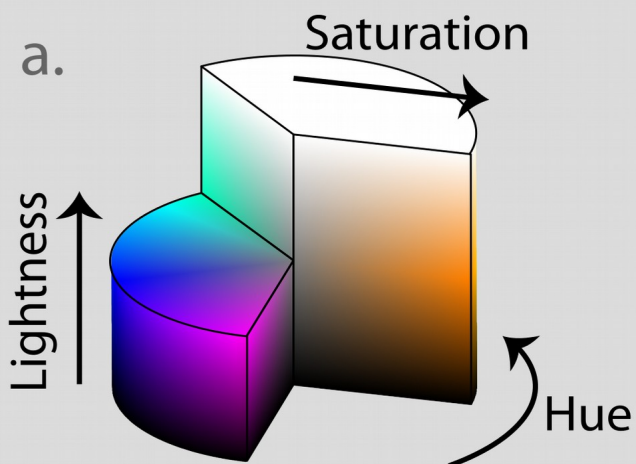


Neogonodactylus oestedii

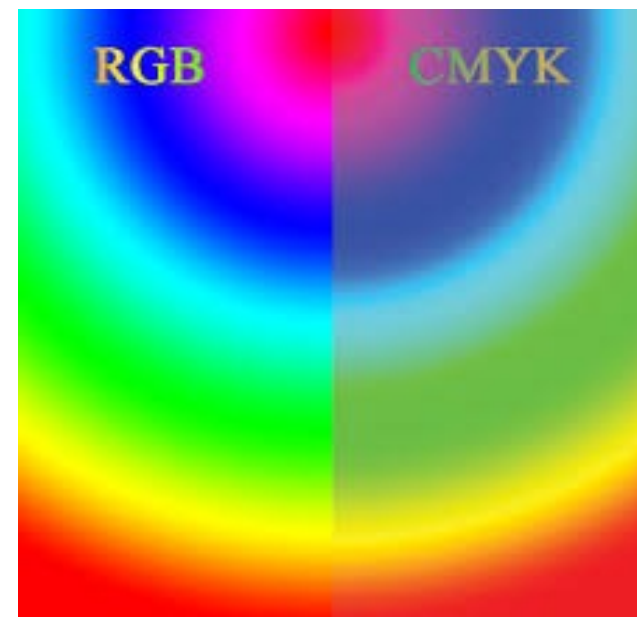
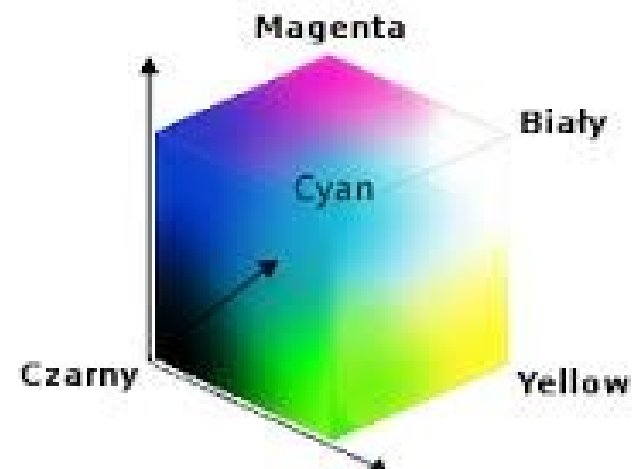
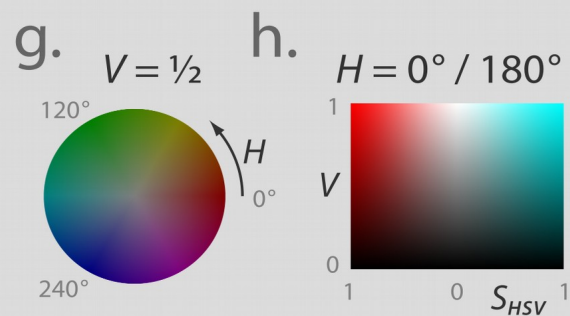
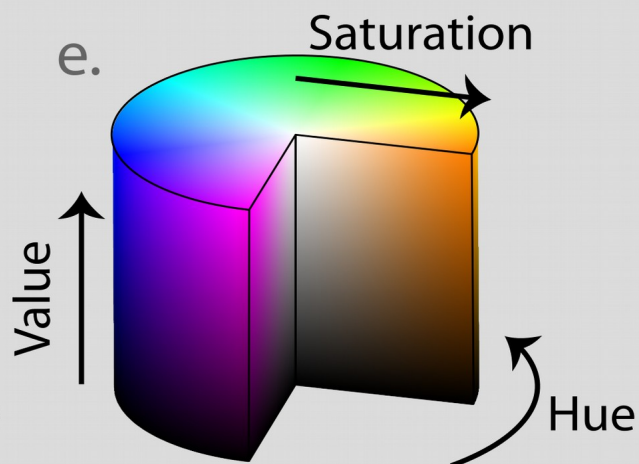


Przykłady skal kolorów

HSL



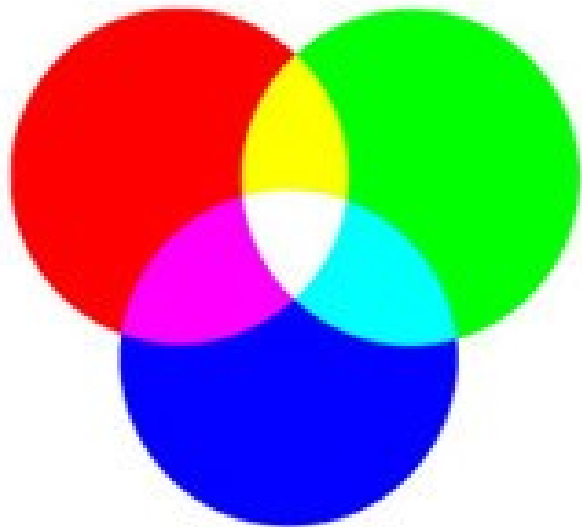
HSV



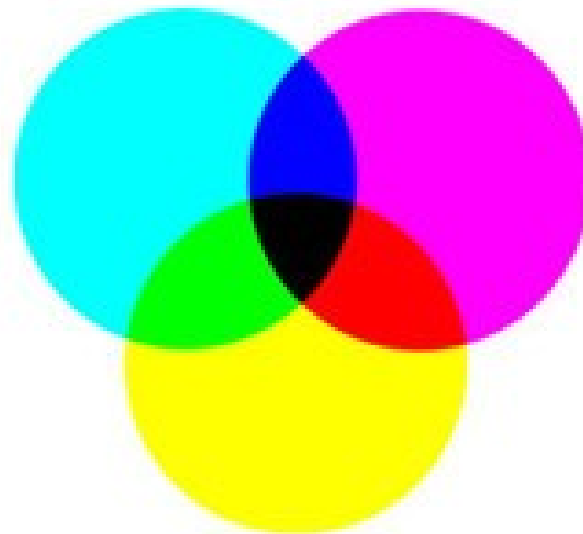
RGB vs CMYK

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

RGB



CMYK

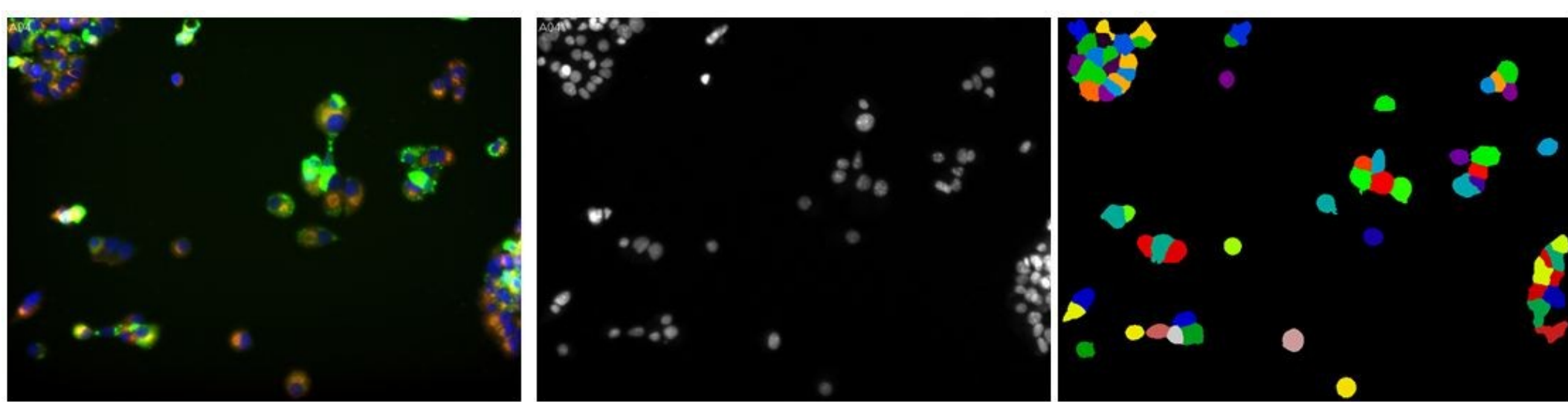


Paletowa reprezentacja kolorów

- Zwykle, obrazy reprezentują kolor każdego piksela w pewnej przestrzeni barw (RGB, CMY, CMYK, HSV...) co oznacza, że dla każdego piksela musimy przeznaczyć pełną reprezentację bitową (np dla RGB 3*8bitów)
- Formaty plików używające palety barw (np. GIF, używający maksymalnie 256 kolorów) na początku pliku zapisuje tablicę reprezentacji RGB 256 barw, a potem każdemu pikselowi przypisuje już tylko indeks w tej tablicy (8 bitów)

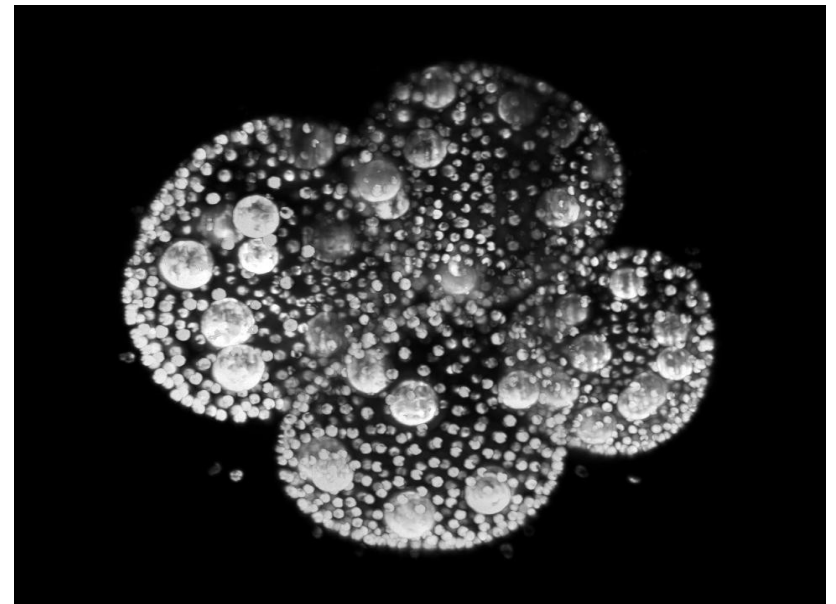
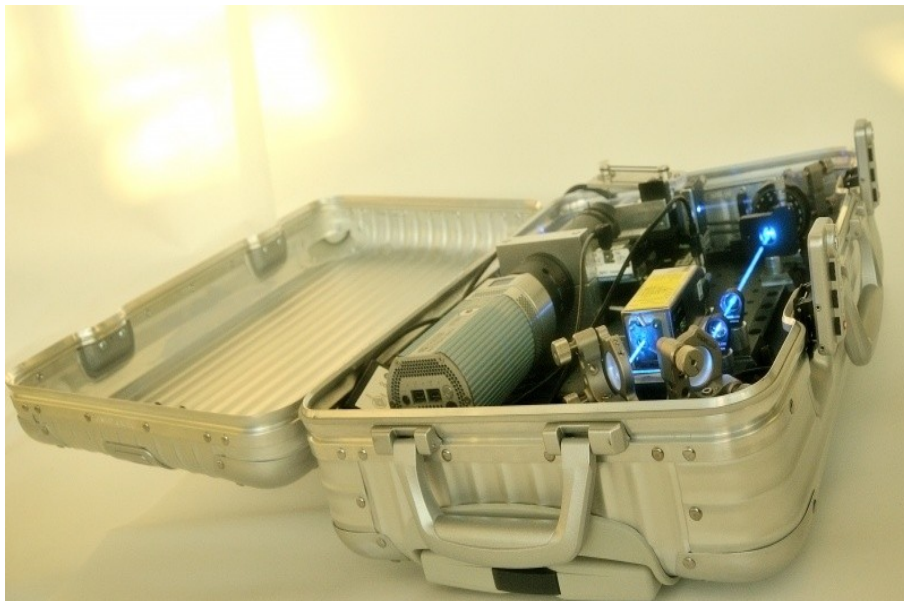
Przykłady obrazów 2d w bioinformatyce

- 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 COmmunication in Medicine

MR Research Facilit... * +

https://mri.radiology.uiowa.edu/visible_human_datasets.html

Search

UNIVERSITY of IOWA
CARVER COLLEGE
OF MEDICINE
University of Iowa Health Care

M R R F

MAGNETIC RESONANCE RESEARCH FACILITY

research links

- Research Scheduler
- Request Login
- MRI Wiki Home
- XNAT Login
- Proposal Submission
- Research Committee

facility information

- About the Facility
- Contact Us
- MRI Safety
- Equipment
- Software
- Forms
- Images
- Research Projects

u of i resources

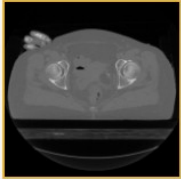
- The University of Iowa
- UI Health Care
- College of Medicine
- Department of Radiology
- Research Collaborators
- Other Links...

Visible Human Project CT Datasets

If you have not yet installed the necessary software for viewing the Visible Human datasets, please select the appropriate application from the list on the [Visible Human Project website](#).

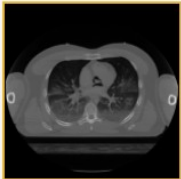
Visible Female CT Datasets

Individual DICOM Files	Regional Tar Files (download)
Ankle	Ankle
Head	Head
Hip	Hip
Knee	Knee
Pelvis	Pelvis
Shoulder	Shoulder



Visible Male CT Datasets

Individual DICOM Files	Regional Tar Files (download)
Head	Head
Hip	Hip
Pelvis	Pelvis
Shoulder	Shoulder



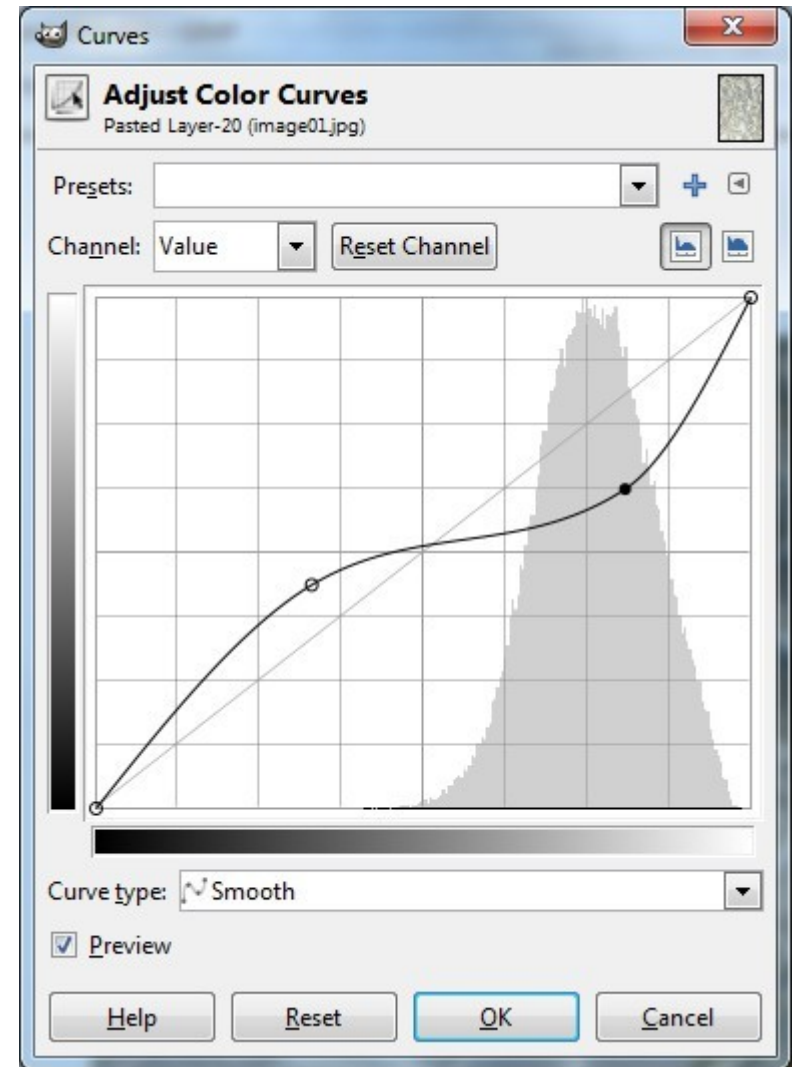
https://mri.radiology.uiowa.edu/index.html

Typowe problemy przy przetwarzaniu obrazów

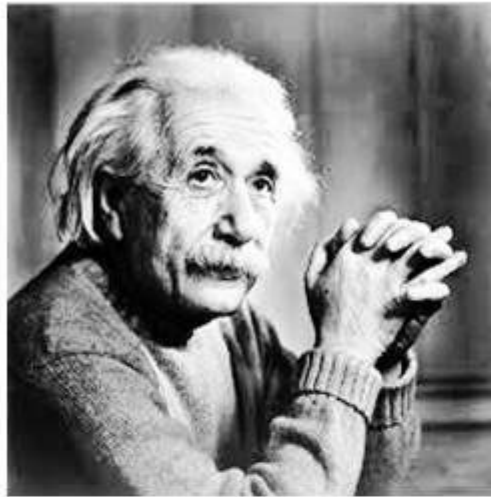
- Poprawianie kontrastu i widoczności
- Odszumianie
- Wykrywanie krawędzi
- Wykrywanie obiektów
- Wykrywanie ruchu
- Kwantyfikacja światła
- Kwantyfikacja ruchu

Histogram obrazu

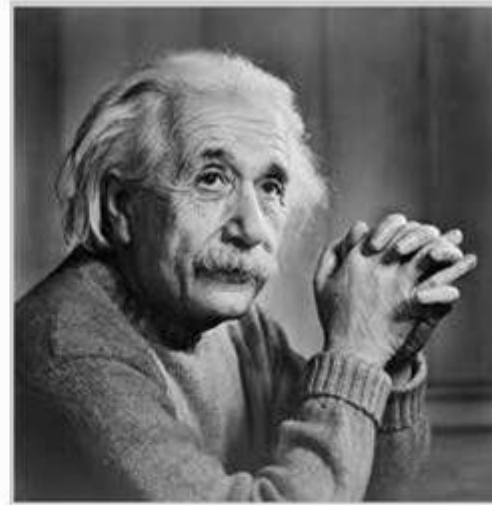
- Możemy każdy z pikseli obrazu przekształcić funkcją $f(x)$, która jest monotonicznym przekształceniem jasności
- Pozwala to np. Na “wygładzanie” histogramu, co nasze oko postrzega jako poprawę kontrastu obrazu



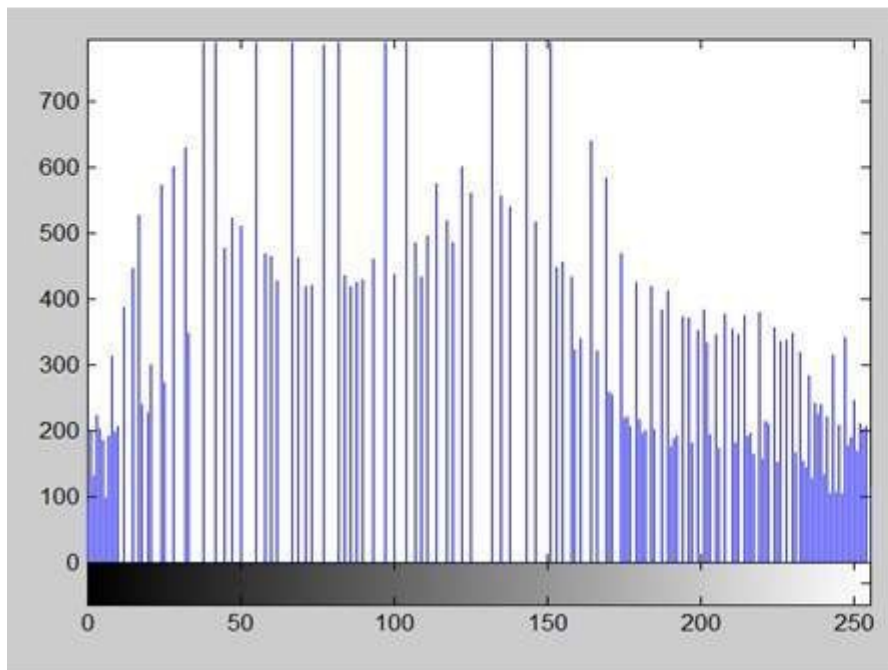
New Image



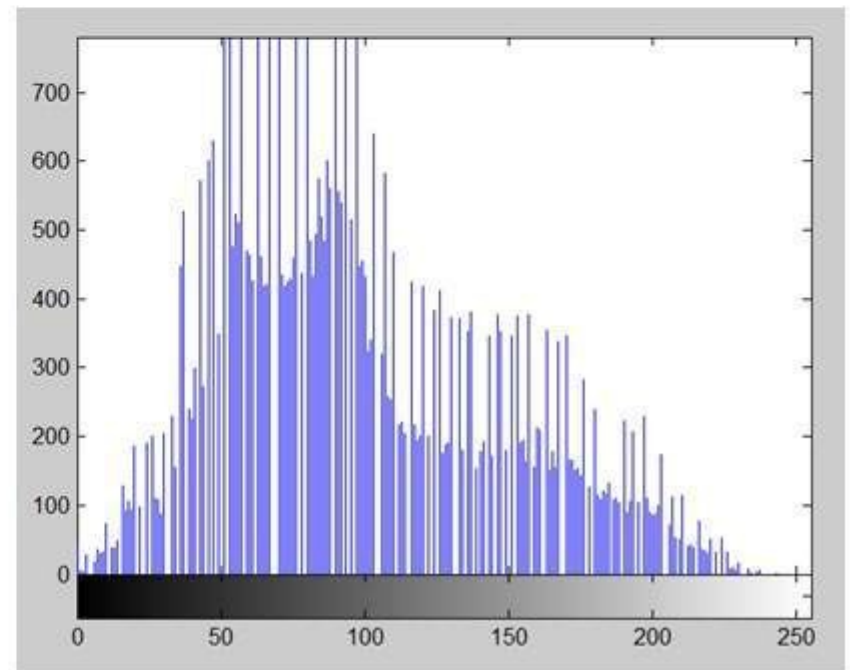
Old image



New Histogram

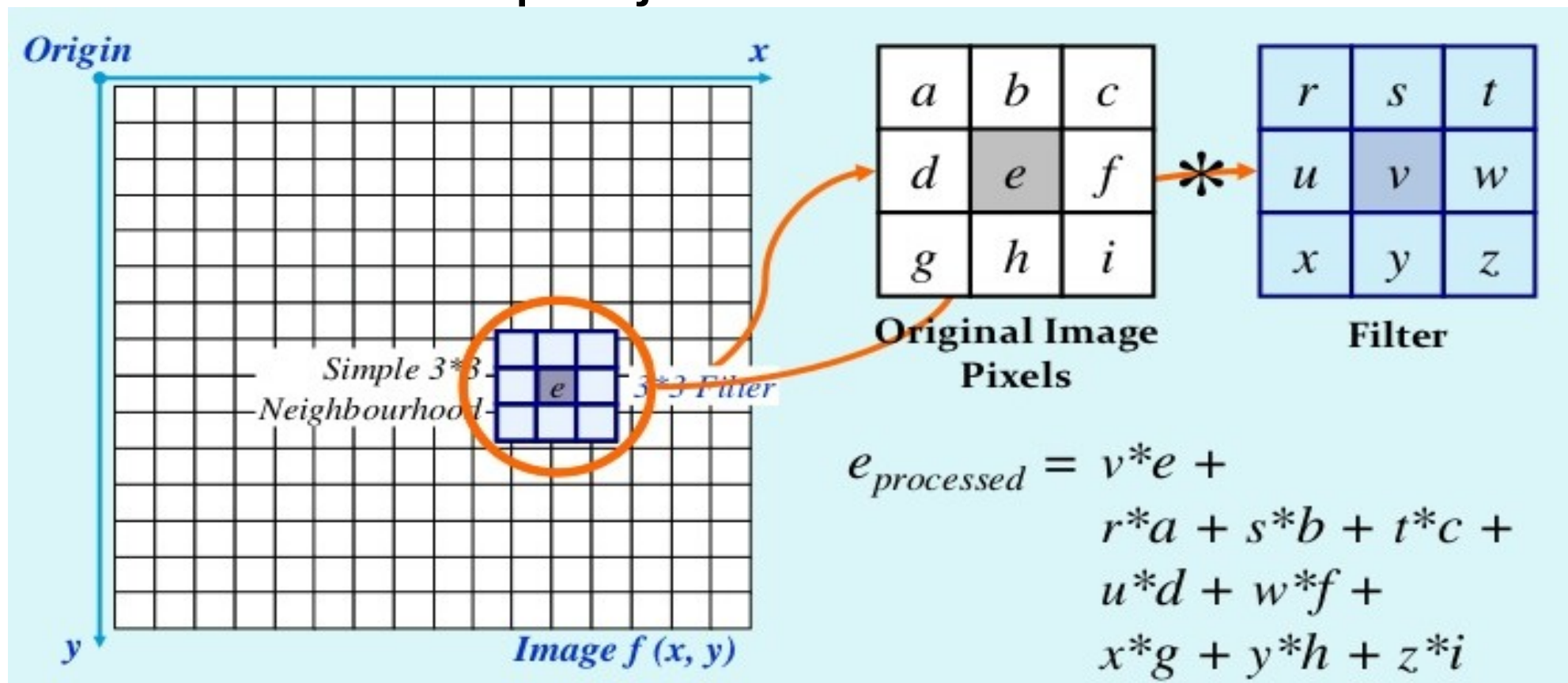


Old Histogram



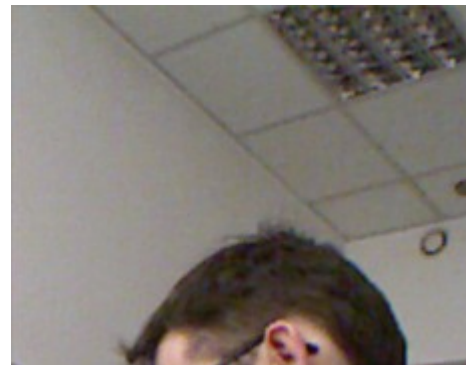
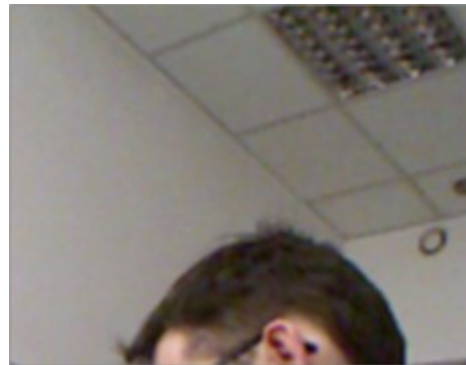
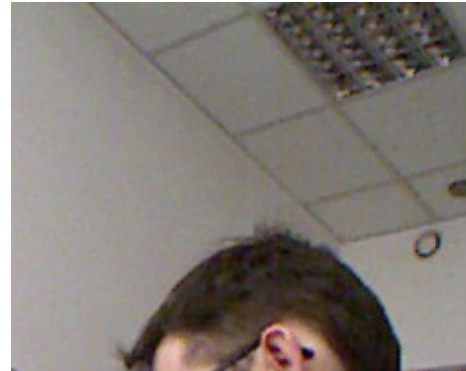
Filtry 2d do przetwarzania obrazu

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



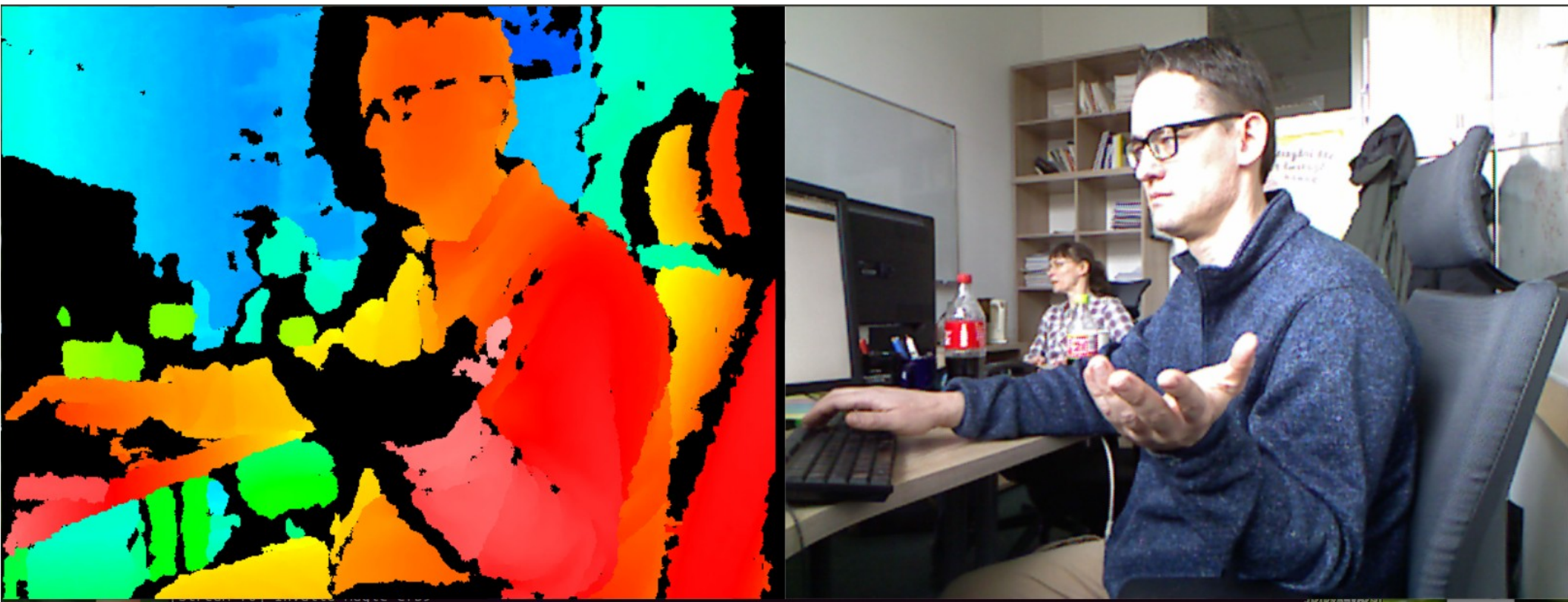
Filtry do odszumiania

- 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, odległosciomierz podczerwony, itp.
- Tutaj przykład obrazu z czujnika kinect



Wykrywanie krawędzi

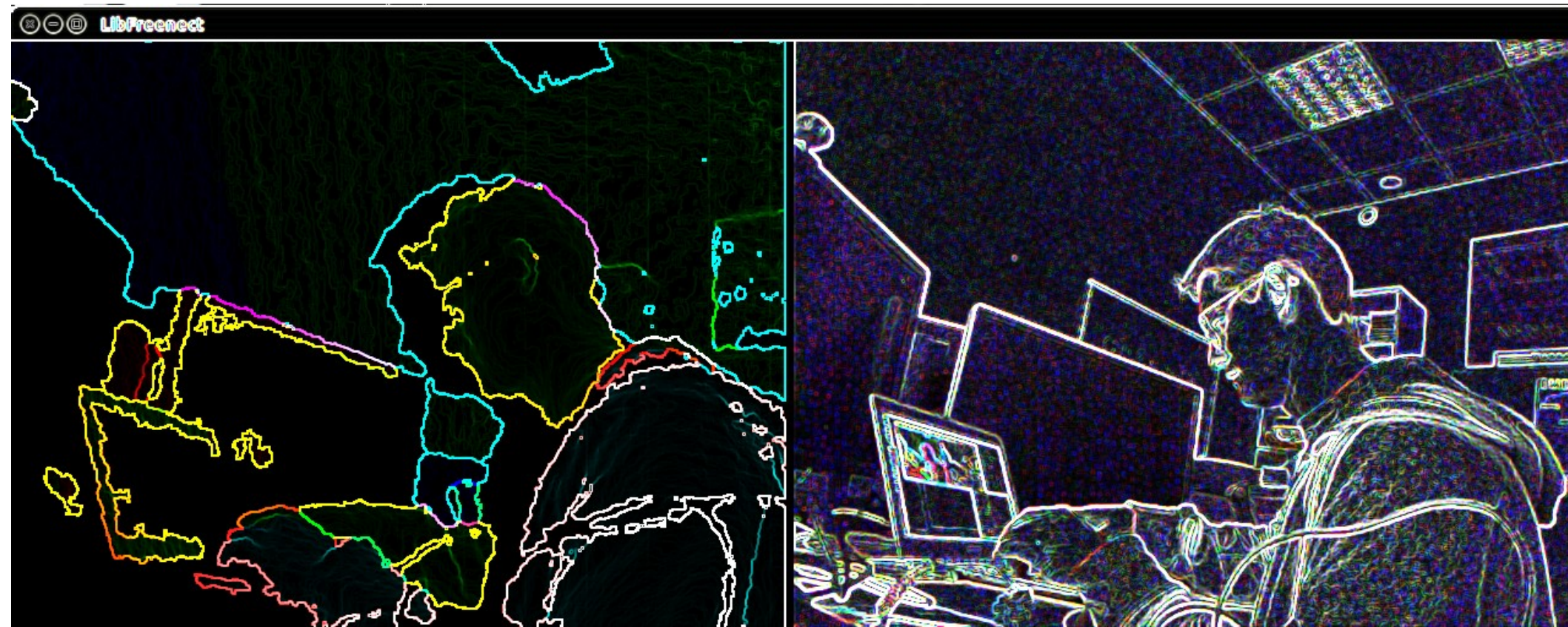
- Np. Filtr Sobel'a, czyli średnia geometryczna z filtrów wykrywających krawędzie x, y

-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