

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 1: Narzędzia softwarowe wykorzystywane w POB

1. Omówienie podstawowych komend stosowanych w programach GIMP, ImageProPlus, Fiji

GIMP (wersja angielska 2.8 lub wyższa):

- Konwersja zadanego obrazu na obraz w odcieniach szarości (szaroodcieniowy): Image, Mode, Grayscale.
- Podgląd histogramu obrazu: Colours, Info, Histogram.
- Tworzenie oznakowania na obrazie w formie tekstowej (oznakowanie tekstowe): wybranie z przybornika opcji Text Tool, ustawienie rodzaju i koloru czcionki (przybornik, paleta kolorów), połączenie obiektu (napisu) z tłem: Image, Flatten Image. Tworzenie oznakowania na obrazie w formie graficznej (oznakowanie graficzne): wybranie z przybornika opcji Pencil Tool, ustawienie rodzaju i koloru tworzonej krzywej (przybornik, paleta kolorów).
- Zmiana rozdzielczości przestrzennej: Image, Scale Image, przywrócenie tego samego rozmiaru fizycznego obrazu po zmianie: Image, Print Size.
- Zmiana rozdzielczości w poziomach jasności: Colours, Posterize.
- Tworzenie nowego obrazu szaroodcieniowego (tło oraz obiekty w postaci graficznej): File, New, ustawienie rozmiaru (np. 100 x 100 (pixels), 72 dpi w trybie grayscale) oraz tła na żądany poziom szarości. Następnie uaktywnienie paint tool (przybornik narzędzi (Toolbox)) oraz ustawienie na odpowiednią grubość przy włączonym lub wyłączonym antyaliasingu, następnie prawym przyciskiem myszy kliknięcie na obrazie i wybranie opcji color.
- Wyodrębnianie fragmentu o zadanym rozmiarze i lokalizacji: Crop Tool.

Image ProPlus (wersja demo, UBI: \\Programy\\imagepro41\\ipwin32.exe):

- Odczyt obrazów tylko z podkatalogu: ... imagepro41/Images,
- Konwersja zadanego obrazu na obraz w odcieniach szarości (szaroodcieniowy): Edit, Convert to Gray Scale 8
- Tworzenie histogramu obrazu: Measure, Histogram (korzystać z opcji measure, calibration, intensity, [none])
- Opcja zapisu do pamięci obrazów przetworzonych w programie nie jest aktywna (wersja demo). Tworzenie galerii par obrazów pierwotny - wynikowy: skopiować obraz pierwotny tyle razy, ile filtrów jest stosowanych, utworzyć galerię obrazów (obraz pierwotny oraz obrazy po przeprowadzonych filtracjach), wykorzystać opcję windows, tile image, skopiować ekran do schowka (Print Screen) i wkleić np. do Worda (otworzyć Word, opcja Edit, Paste).
- Tworzenie oznakowania: Edit, Annotate (wyświetla się okno Annotation), nacisnąć Aa, narysować ramkę (wyświetli się okno Annotation Object Properties), wybór Text, Settings, Color, nacisnąć OK., okno Annotation, nacisnąć na dwie ukośne strzałki.
- Tworzenie nowego obrazu: File, New, New, Edit, Annotate (wyświetla się okno Annotation), nacisnąć np. ikonę linii prostej, prawy myszy na obrazie, Annotation, Properties, (wyświetli się okno Annotation Object Properties) wybór Style, Line, Color, nacisnąć OK., okno Annotation, nacisnąć na dwie ukośne strzałki.
- Wyodrębnianie fragmentu, powiększanie, tworzenie tablicy liczb: Edit, AOI, wybranie np. Box3 (w oknie AOI manager) wybranie opcji set. Edit, Duplicate/Crop to AOI. Powiększenie: prawy myszy, zoom. Tablica: Measure, Bitmap Analysis.
- Tworzenie profilu obrazu (Line Profile): Measure, Line Profile (korzystać z opcji measure, calibration, intensity, [none])

Fiji (distribution of ImageJ):

- Progowanie obrazu (Image, Adjust, Threshold),
- Inwersja kolorów obrazu (Edit, Invert)
- Analiza obiektów (Analyze, Analyze Particles)
- Wyznaczanie linii profilu / histogramu lokalnego (Analyze, Plot profile)
- Wizualizacja jasności obrazu w przestrzeni 3D

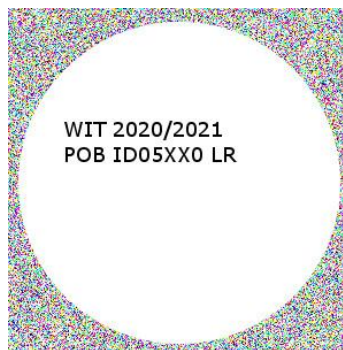
1. Tworzenie oznakowania (program GIMP)

Zadanie 1 [0-0,5 pkt.]:

a) Utworzyć, przy pomocy programu *GIMP* obraz charakterystyczny dla danego zespołu (logo). Logo ma zawierać następujące informacje: rok, skrót nazwy przedmiotu, numer grupy dziekańskiej oraz inicjały autora.

Proces tworzenia logo:

- Otworzyć obraz logo_noise.jpg (udostępniony na UBI i Teams).
- Wyciąć prostokątny fragment obrazu o rozmiarze 100x200 pikseli (rozdzielczość 72 px/in).
- Utworzyć biały prostokąt (mniej więcej) na środku obrazu tak aby pozostało około 20 pikseli tła na około. (np. utworzyć nową białą warstwę i wyciąć brzegi)
- Utworzyć napis wewnątrz białego prostokąta zawierający niezbędne informacje. (Sugerowany rozmiar dla czcionki Sans to 18 px.)
- Połączyć wszystkie warstwy obrazu (Image, Flatten Image)
- Zapisać (File, Export) jako plik graficzny (JPG lub PNG).



Rys.1 Przykład oznakowań

2. Informacja obrazowa w zapisie na dysku

Zadanie 2 [0-0,5 pkt.]: Porównaj zajętość pamięci dyskowej obrazu (najlepiej własnego portretu – będziemy z niego korzystać w trakcie dalszych zajęć), jego wersji monochromatycznej (szaroodcieniowej) oraz wersji dwu- lub trójkolorowej (np.: sepia lub narzędzie Posterize), którą utworzymy korzystając z programu *GIMP*. Oba pliki powinny być zapisane w tym samym formacie, najlepiej BMP. Wyłumacz różnice w zajętości pamięci.

- Wykonać standardowe kolorowe zdjęcie i wgrać je do komputera
- Wykonać kopię zdjęcia
- Jeden z plików zmienić na monochromatyczny.
- Zapisać oba pliki w formacie BMP.
- Porównać rozmiar obu plików na dysku.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 2: Obraz cyfrowy i jego histogram

Pojęcia, które należy znać:

- Rozdzielczość obrazu (przestrzenna oraz poziomów jasności)
- Histogram i profil obrazu

Zadanie 1 [0-1,75 pkt.]: Rozdzielczość przestrzenna (gęstość próbkowania) (program *GIMP*)

Porównać obrazy *Basic100.bmp* oraz *Basic300.bmp* pod względem rozdzielczości przestrzennej oraz rozmiaru fizycznego obrazu. Następnie wkleić do pustego dokumentu tekstowego (programu Word) lub do sprawozdania oba obrazy i zaobserwować różnice oraz podobieństwa. Zilustrować na powiększonych fragmentach obrazów (wystarczy obserwacja-screenshot z programu Word przy dużym zoomie) wpływ zmian rozdzielczości na rozróżnialność szczegółów i wyrazistość krawędzi obiektów. Wyciągnąć wnioski dotyczące wpływu zmiany gęstości próbkowania na jakość obrazu.

Następnie, na własnym obrazie „naturalnym” wykonać operację zmniejszenia i zwiększenia rozdzielczości przestrzennej przy zachowaniu rozmiarów fizycznych tego obrazu (zachowana szerokość i wysokość w mm). Utworzyć zestawienie obrazu pierwotnego z obrazami wynikowymi¹ i ponownie wyciągnąć wnioski dotyczące wpływu zmiany gęstości próbkowania na obraz.

Zadanie 2 [0-0,5 pkt.]: Rozdzielczość poziomów jasności (dokładność kwantowania) (*GIMP*)

Na własnym oznakowanym obrazie lub obrazie *lena_gray.bmp*, przekształconym na obraz z gradacją poziomów szarości, wykonać operacje zmiany stopnia rozdzielczości poziomów jasności w taki sposób, aby stały się widoczne poszczególne prążki w histogramie obrazujące odpowiednio liczby pikseli o zadanych poziomach jasności tych obrazów. Utworzyć zestawienie obrazu pierwotnego z wynikowym, a także ich histogramów. Wyciągnąć wnioski dotyczące wpływu zmiany ilości poziomów jasności na obraz.

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.]: Tworzenie profilu obrazu (program *Fiji/ImageJ*)

Na obrazie wybranym z katalogu *lab02_zad3*², a następnie oznakowanym i przekształconym na obraz szaroodcieniowy, wykonać analizę obszarów jednorodnych wizualnie narzędziem linii profilu (Analyze > Plot Profile). Wyznaczyć 3 przebiegi linii profilu:

1. przechodząca przez jednorodny fragment tła,
2. przechodząca przez jednorodny fragment obiektu,
3. przechodząca przez zróżnicowany fragment obrazu, np.: przez granicę obiekt-tło.

Dla wszystkich przypadków utworzyć zestawienie obrazu (z zaznaczoną na nim linią profilu) z jego odpowiednim profilem. Na podstawie analizy przebiegu linii profilu zaobserwować dwie inherentne cechy obrazu naturalnego utworzonego urządzeniami akwizycji obrazów. Wypisać te cechy w ramach wniosku z zadania.

¹ Proszę pamiętać o dodaniu swojego logo do obrazu pierwotnego i obrazu wynikowego.

² Obrazy pochodzą z ogólnodostępnego zbioru danych udostępnionego w ramach Data ScienceBowl 2018 (Kaggle)

Zadanie 1 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć obraz Basic100.bmp oraz Basic300.bmp w programie GIMP
- 2) Zebrać informacje o rozdzielczości: Image > Scale Image (dla jednego i drugiego obrazu)
- 3) Otworzyć nowy dokument tekstowy programu Word
 - a. Wkleić oba obrazy i upewnić się że są w swoim oryginalnym rozmiarze: LPM na obrazie > (wstęga) Narzędzia obrazów Formatowanie > Rozmiar > Skala > Wysokość 100% Szerokość 100%
 - b. Porównać wizualnie (rozmiar, ostrość, zaszumienie)
 - c. Wykonać to samo porównanie przy dużym powiększeniu: (wstęga) Widok > Powiększenie > Ustawić wartość 300 lub 400% (w zależności od rozdzielczości monitora) Proszę pamiętać o wykonaniu screenshotu, oznakowaniu go swoim logo i umieszczeniu w sprawozdaniu.
- 4) Otworzyć obraz „naturalny” w programie GIMP
- 5) Wykonać duplikat obrazu
- 6) Przeskalować obraz : Image > Scale Image (Aby zachować rozmiar fizyczny obrazu wartości modyfikujemy mnożąc je przez tę samą wartość), na przykład:


	Oryginalny	Zwiększony (x3)	Zmniejszony (x0,5)
Szerokość	64	$64 \times 3 = 192$	$64 \times 0,5 = 32$
Wysokość	64	$64 \times 3 = 192$	$64 \times 0,5 = 32$
Rozdzielczość w osi X	72	$72 \times 3 = 216$	$72 \times 0,5 = 36$
Rozdzielczość w osi Y	72	$72 \times 3 = 216$	$72 \times 0,5 = 36$

- 7) Zestawić obraz oryginalny, obraz o zwiększonej rozdzielczości i obraz o zmniejszonej rozdzielczości i wykonać screenshot do dokumentacji lub wkleić powyższe trzy obrazy do sprawozdania (proszę pamiętać o dodaniu logo).

Zadanie 2 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć obraz w programie GIMP.
- 2) Przekształcić go do szaroodcieniowego: Image > Mode > Grayscale
- 3) Otworzyć podgląd histogramu: Colours > Info > Histogram
- 4) Ograniczyć liczbę kolorów w obrazie przez posteryzację: Colours > Posterise (wybierać raczej małe wartości od 3 do 8 dla wyraźniejszego efektu wizualnego).
- 5) Ustawić obrazy i histogramy w mozaikę do sprawozdania (proszę pamiętać o dodaniu logo).

Zadanie 3 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć obraz w programie Fiji/ImageJ
- 2) Przekształcić go do szaro odcieniowego: Image > Type > 8-bit
- 3) Wybrać narzędzie prostej linii *Straight*  i wyznaczyć linię na obrazie w zadanym miejscu.
- 4) Wyznaczyć linię profilu: Analyze > Plot Profile

- 5) W oknie linii profilu zaznaczyć opcję „Live” aby wykres uaktualniał się automatycznie po przesunięciu linii na obrazie.
- 6) Wykonać screenshot do dokumentacji i przesunąć linię na obrazie do następnego położenia.
(proszę pamiętać o dodaniu logo)

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 3: Akwizycja obrazu: korekcja zniekształceń radiometrycznych i geometrycznych

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (odpowiedzi ustne na pytania lub zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy pobrać i zapoznać się z programem KorRad06 (program dostępny na platformie UBI i Teams w plikach przedmiotu).

Zadanie 1 [0-1,5 pkt.]: Zniekształcenia radiometryczne (program *KorRad06*)

Przeprowadzić operację korekcji zniekształceń radiometrycznych metodą symulacyjną, tzn. najpierw nałożyć na obraz zasymulowane zniekształcenia a następnie spróbować je skorygować.

a) Dla własnego obrazu „naturalnego” utworzyć odpowiadające mu 2 obrazy charakteryzujące pracę urządzenia akwizycji: ciemny i jasny obraz odniesienia wykorzystując metodę symulacyjną dostępną w programie *KorRad06* (zgodnie z opisem ...*KorRad06*\Dokumentacja.pdf).

b) Skorygować utworzony obraz za pomocą programu *KorRad06.exe*. Program ten umożliwia nie tylko symulowanie zakłóceń nakładanie ich na obraz, ale również porównanie obrazów. Proszę porównać (np. przy użyciu operacji różnicy *KorRad06* > Options > Compare) obraz skorygowany z obrazem pierwotnym oraz z obrazem z nałożonymi zniekształceniami. Do dokładnego zobrazowania i oceny różnicy obrazów wykorzystać fragmenty obrazu oraz histogram obrazu różnicowego.

c) Sformułować wnioski dotyczące stosowania metody korekcji radiometrycznej i poprzeć je wybranymi fragmentami obrazów pokazującymi ich działanie.

Krok po kroku:

1) Uruchomić program *KorRad06.exe*

a) Otworzyć wybrany plik obrazu: File > Open file

b) Utworzyć jasny obraz odniesienia: Options > Perform distortion > Create Bright Reference Image

i) Okienko Draw mode > Close

ii) Okienko Distortion > Wybrać zgodnie z grupą:

IO1	Center
IO2	Vertical
TC1	Sloping Half-Half
TC2	Horizontal

iii) Zatwierdzić: Distortion > OK. > Close

c) Utworzyć ciemny obraz odniesienia: Options > Perform distortion > Create Dark Reference Image

i) Okienko Distortion > wybrać zgodnie z grupą:

IO1	Light and dark pepper Cover in 5%
IO2	Stripes Vertical 10%
TC1	Stripes Horizontal 10%
TC2	Light and dark pepper Cover in 10%

ii) Zawierdzić: Distortion > OK > Close

2) Nałożyć zasymulowane zniekształcenia na obraz: Options > Perform distortion > Distortion (wybrać odpowiednie obrazy i zatwierdzić)

3) Wykonać korekcję radiometryczną zniekształconego obrazu: Options > Perform correction > Radiometric correction (wybrać odpowiednie obrazy i zatwierdzić)

4) Porównać obrazy (*KorRad06* > Options > Compare):

a) Obraz skorygowany z obrazem pierwotnym

b) Obraz skorygowany z obrazem przed korekcją (z nałożonymi zniekształceniami)

5) Do dokładnego zobrazowania i oceny różnicy obrazów wykorzystać również fragmenty obrazu oraz histogram obrazu różnicowego (*KorRad06* > Show > Histogram)

- 6) Sformułować wnioski dotyczące stosowania metody korekcji radiometrycznej i poprzeć je wybranymi fragmentami obrazów pokazującymi ich działanie. Gdzie korekcja zadziałała poprawnie a gdzie się nie udała i dlaczego?

Zadanie 2 [0-0,75pkt.]: Zniekształcenia geometryczne (GIMP)

Przeprowadzić operacje korekcji zniekształceń geometrycznych. Proszę skorygować:

- zniekształcenie wypukłe (opcje Filters, Distorts, Lens Distortions) w obrazie z katalogu *lab3_beczkiowate*,
- obrót urządzenia realizującego akwizycję obrazu względem obiektu (opcje Tools, Transform Tools, Rotate) w obrazie z katalogu *lab3_obrot*,
- błąd perspektywy (opcje Tools, Transform Tools, Perspective) w obrazie z katalogu *lab3_perspektywa*.

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.]: Transformacja afiniczna (GIMP)

Dokonać przekształcenia obrazu (najlepiej własnego portretu) przy pomocy transformacji afinicznej stosując dwie różne wielkości narzędzia (np.: Deform radius: 20 i 120 dla obrazu o rozmiarze 512x512) stosując program *GIMP* (Filters, Distorts, IWarp, Deform mode: move). Przekształcenie to powinno prowadzić do delikatnej zmiany mimiki osoby/zwierzęcia przedstawionego na obrazie (nie w stopniu karykaturalnym). W sprawozdaniu przedstawić obrazy przed i po operacji oraz dołączyć animację transformacji (IWarp zakładka animate, 24 frames, opcja 'ping pong', następnie eksport jako GIF). W ramach wniosków wyjaśnić, jak wielkość narzędzia (pędzla) wpływa na możliwość osiągnięcia założonego efektu w obrazie wynikowym oraz jakie są możliwe zastosowania takiego narzędzia w praktyce.

Krok po kroku:

- Otworzyć wybrany obraz w programie GIMP.
- Otworzyć narzędzie transformacji: Filters > Distorts > IWarp
- Wybrać opcje:
 - Deform mode: move
 - Deform radius: 20 (przykładowa mała wartość dla obrazu 512x512, odpowiednio zmodyfikować wartość w stosunku do rozmiaru własnego obrazu)
 - Deform amount: 0,3
 - Bilinear: Tak
 - Adaptive supersample: Nie
- Zmodyfikować obraz (twarz na obrazie) odpowiednimi pociągnięciami narzędzia (pędzla)
- Przejsć do zakładki Animate w oknie IWarp:
 - Zaznaczyć (☒) opcję Animate
 - Number of frames: 24
 - Zaznaczyć (☒) opcję 'ping-pong'
 - Zatwierdzić
- Zapis: File > Export as > [your_filename].gif (wystarczy zmienić rozszerzenie w nazwie pliku w oknie Export Image)
 - Okno Export Image as GIF: Zaznaczyć (☒) opcję 'As animation' oraz 'Loop forever'
 - Zaakceptować: Przycisk Export
- Kroki od 1 do 6 powtórzyć dla znacznie większej wielkości narzędzia: Deform radius: 130 (przykładowa duża wartość dla obrazu 512x512, zmodyfikować wartość w stosunku do rozmiaru własnego obrazu)
- Utworzyć zestawienie obrazu oryginalnego (pierwotnego) i dwóch obrazów wynikowych (po modyfikacji różnymi wielkościami pędzla)
- Wyciągnąć wnioski

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 4: Operacje jednopunktowe

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (odpowiedzi ustne na pytania lub zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne..

Zadanie 1 [0-0,5 pkt.] Tablica LUT jako forma zapisu histogramu lub operacji jednopunktowej (ImageJ/Fiji)

Korzystając z programu ImageJ/Fiji, dla wskazanego obrazu utworzyć histogram w postaci graficznej a następnie otworzyć jego wersję tablicową (LUT).

Wykonać operację:

- Negacji na obrazie pierwotnym
- Progowania (z automatycznym doбором progu) na obrazie pierwotnym

Dla każdego obrazu wynikowego zaobserwować wpływ operacji na histogram w obu postaciach. Zaproponować histogram w postaci tablicy LUT dla obrazów wynikowych przy ograniczeniu liczby odcieni szarości do niezbędnego. Następnie zaproponować tablicę LUT przedstawiającą wykonaną operację.

Krok po kroku:

- 1) Uruchomić program Fiji
 - a) Otworzyć plik obrazu z katalogu *lab04_zad1*: File > Open file
 - b) Otworzyć histogram obrazu: Analyze > Histogram
 - c) Otworzyć wersję tablicową histogramu: (w oknie histogramu) Przycisk List
 - d) Wykonać duplikat obrazu: Image > Duplicate
 - e) Ustawić większe powiększenie: Image > Zoom > Set... Ustawić 3200%
 - f) Wykonać dopasowanie poziomów jasności aby wyświetlana była pełna dynamika obrazu w sposób przystępny dla obserwatora: Image > Adjust > Window/Level (Auto > Apply)
 - g) Wykonać zrzut ekranu zawierający: obraz po modyfikacji jasności, histogram obrazu pierwotnego, histogram LUT (początkowe wartości).
- 2) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wykonać operację negacji na zduplikowanym obrazie: Edit > Invert
 - b) Otworzyć histogram i LUT jak w punktach 1.b i 1.c
- 3) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wykonać operację progowania na zduplikowanym obrazie: Image > Adjust > Threshold (opcja z menu rozwijanego B&W) > Auto > Apply (można zamknąć okienko)
 - b) Otworzyć histogram i LUT jak w punktach 1.b i 1.c
- 4) Uzupełnić tablice LUT w sprawozdaniu

Zadanie 2 [0-1 pkt.] Manipulacja histogramem (ImageJ/Fiji)

Dokonać poprawy jakości w zadanym przez prowadzącego obrazie, o zawężonym rozkładzie poziomów jasności, na cztery różne sposoby:

- a) dodanie pewnej stałej,
- b) przemnożenia przez stałą,

- c) normalizacji histogramu
- d) equalizacji histogramu

Utworzyć galerię obrazów: pierwotny, wynikowy, oraz ich histogramów przed i po operacjach. Przeanalizować, w jaki sposób każda z operacji (a) do (d) wpłynęła na histogram obrazu. W ramach wniosków proszę odpowiedzieć na pytanie - która z zastosowanych metod dała najlepsze rezultaty (wizualna ocena jakości obrazu) i **dlaczego?**

Krok po kroku:

1) Uruchomić program Fiji

- a) Otworzyć wybrany plik obrazu z katalogu *lab04_zad2*: File > Open file
- b) Wykonać 4 duplikaty obrazu: Image > Duplicate
- c) Otworzyć histogram obrazu: Analyze > Histogram
- d) Wykonać operacje na oddzielnych duplikatach:
 - i) Dodanie stałej: Process > Math > Add

IO1	25
IO2	35
TC1	45
TC2	55

ii) Przemnożenie przez stałą: Process > Math > Multiply

IO1	1.5
IO2	1.6
TC1	1.4
TC2	1.31

- iii) normalizacji histogramu: Process > Enhance Contrast > (Sat. Pixels 0.4%; ☒ Normalize; ☐ Equalize histogram)
- iv) equalizacji histogramu: Process > Enhance Contrast > (Sat. Pixels 0.4%; ☐ Normalize; ☒ Equalize histogram)
- e) Sporządzić galerię obrazów i ich histogramów a następnie wykonać screenshot do sprawozdania.
- f) Ocenic wizualnie oraz na podstawie histogramu która metoda dała najlepszy rezultat.

Zadanie 3 [0-1 pkt.] Uniwersalna operacja punktowa (UOP) (GIMP)

Przeprowadzić modyfikację postaci graficznej uniwersalnej operacji jednopunktowej (UOP) tak aby w zadanym przez prowadzącego obrazie z katalogu *lab04_zad3*:

- a) Wyodrębnione obiekty zostają sprowadzone do jednolitego poziomu szarości, a tło zostaje przeskalowane do pełnego zakresu szarości.
- b) Obiekty zostają przeskalowane do pełnego zakresu szarości, a tło sprowadzone do jednolitego poziomu szarości.
- c) Wyodrębnione obiekty zostają sprowadzone do maksymalnego poziomu szarości (białe), a tło zostaje sprowadzone do minimalnego poziomu szarości (czarne).
- d) Wyodrębnione obiekty zachowują pierwotny rozkład poziomów szarości, tło jest jednolite o zadanym poziomie szarości.

Wszędzie gdzie podane jest zastosowanie jednolitego poziomu szarości wykonać dla podanej wartości zgodnie z grupą:

IO1a	15
IO1b	25
IO2a	45
IO2b	55
TC1a	128
TC1b	135
TC2a	200
TC2b	220

Uwaga: do wyznaczenia zakresów poziomów jasności obiektów i tła obrazu pierwotnego wykorzystać histogram

W ramach wniosków przeanalizować mocne strony i ograniczenia UOP oraz możliwości wykorzystania UOP do przetwarzania obrazów.

Krok po kroku:

- 1) Uruchomić program GIMP
 - a) Otworzyć wybrany plik obrazu z katalogu *lab04_zad3*: File > Open file
 - b) Wykonać 3 duplikaty obrazu: Image > Duplicate
 - i) Odpowiednio zmodyfikować UOP aby uzyskać założony efekt: Colours > Curves (dodawanie punktów LPM na wykresie; wybrać Type: ◆)
 - c) Sporządzić galerię obrazów i ich zmodyfikowanych UOP do sprawozdania.

Zadanie 4 DOMOWE [0-0,5 pkt.] Obraz na podstawie histogramu

Na podstawie podanego histogramu

1	1	1	0	2	0	0	0	5	0	4	2	4
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

utworzyć taki obraz (tabelarycznie) aby zawierał:

- Obiekt (1) o wartościach z przedziału [0,4]
- Obiekt (2) o jednolitej wartości 8
- Tło o wartościach z przedziału [10,12]
- Obiekty (1) i (2) są rozłączne

Krok po kroku:

- 1) Wyliczyć sumaryczną ilość zliczeń która jest równa liczbie pikseli w obrazie
- 2) Określić możliwe rozmiary obrazu i wybrać optymalny (bliższy kwadratowi, np. 3x4 a nie 1x12)
- 3) Rozrysować tabelę do wpisania wartości pikseli
- 4) Wpisać pierwszy obiekt zgodnie z jego opisem
- 5) Wpisać drugi obiekt zgodnie z jego opisem (upewnić się czy obiekty nie stykają się)
- 6) Pozostałe puste piksele wypełnić wartościami z przedziału tła

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 5: Operacje jednopunktowe wieloargumentowe – arytmetyczne i logiczne; operacje sąsiedztwa – wygładzanie obrazu

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-0,75 pkt.] Jednopunktowe wieloargumentowe operacje arytmetyczne – zmniejszanie zaszumienia (ImageJ/Fiji)

Korzystając z programu ImageJ/Fiji, dla wskazanej serii obrazów zaszumionej szumem gaussowskim zmniejszyć zaszumienie przez uśrednianie serii obrazów. Wykonać kolejno dodawanie do siebie kolejnych obrazów z serii a następnie podzielenie przez liczbę obrazów. Obraz wynikowy porównać z obrazem pierwotnym (bez szumu) oraz z obrazem zaszumionym. Poziom szumu porównać za pomocą narzędzia linii profilu.

W ramach wniosków wyjaśnić dlaczego metodą uśredniania serii obrazów możliwe jest zmniejszenie zaszumienia obrazu.

Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obrazy z katalogu *lab05_zad1*
 - a) Obraz oryginalny (pierwotny) *Basic300.bmp*
 - b) Wszystkie obrazy zaszumione szumem gaussowskim *Basic_noisy*.bmp*
- 2) Wykonać sumowanie obrazów zaszumionych:
 - a) Process > Image Calculator
 - i) Operation Add
 - ii) ☒ Create new window
 - iii) ☒ 32-bit result
- 3) Wykonać sumowanie obrazu wynikowego z trzecim obrazem zaszumionym (jak wyżej)
- 4) Wykonać dzielenie na obrazie wynikowym
 - a) Process > Math > Divide > Value = 3
- 5) Zmienić typ obrazu na 8-bit
 - a) Image > Type > 8-bit
- 6) Dostosować dynamikę obrazu:
 - a) Image > Adjust > Window/Level > Auto > Apply
- 7) Porównać wartości tła i wnętrza obiektów narzędziem linii profilu
 - a) Wyznaczyć linię prostą (*Straight*)
 - b) Analyze > Plot profile (Ctrl+K)
 - c) Poziom szumu ocenić na podstawie wariancji wykresów linii profilu

Zadanie 2 [0-0,75 pkt.] Jednopunktowe wieloargumentowe operacje logiczne – segmentacja obiektów (ImageJ/Fiji)

Dokonać segmentacji obiektów niebieskich w zadanym przez prowadzącego obrazie używając jedynie progowania obrazu szaroodcieniowego i operacji logicznych. W zadaniu należy najpierw uzyskać dwa obrazy binarne zawierające: (1) wszystkie obiekty w obrazie;

(2) obiekty brązowe. Następnie przeprowadzić operacje logiczne: AND, OR, XOR na powyższych obrazach binarnych. Porównać efekt wykonanych operacji logicznych i określić która daje oczekiwany efekt – pozostawia obiekty niebieskie w obrazie.

Utworzyć galerię obrazów. Jako rozwiązanie zadania przedstawić binarny obraz oraz obraz „wymaskowany” (mnożenie maski binarnej z obrazem pierwotnym).

Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz *lab05_zad2.bmp*
- 2) Wykonać duplikat obrazu: Image > Duplicate
- 3) Wykonać progowanie na duplikacie:
 - a) Zamienić na obraz szaroodcieniowy: Image > Type > 8-bit
 - b) Wykonać progowanie aby wyodrębnić obiekty: Image > Adjust > Threshold (opcja B&W)
- 4) Powtórzyć powyższe czynności dla drugiego duplikatu i ustawić próg tak aby wyodrębnić tylko obiekty brązowe w obrazie.
- 5) Wykonać trzy operacje logiczne na wygenerowanych obrazach binarnych tworząc trzy obrazy wynikowe (Process > Image Calculator > Operation: AND, OR, XOR)
- 6) Rezultat zawierający jedynie obszary odpowiadające niebieskim obiektom używamy jako maski

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.] Operacje sąsiedztwa – wygładzanie obrazu (ImageJ/Fiji)

Na obrazach wskazanych przez prowadzącego porównać działanie operacji wygładzania za pomocą filtru dolnoprzepustowego i filtru medianowego. Przedstawić galerię obrazów pierwotny-wynikowy. Porównać obrazy wynikowe uzyskane w obu typów operacji wykorzystując, przebiegi linii profilu w odpowiednich miejscach, obraz różnicowy i jego histogram.

Przedstawić wnioski mówiące o charakterystycznych cechach tłumienia szumu za pomocą filtracji dolnoprzepustowej i filtracji medianowej.

Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz *lab05_zad3a.bmp*, który został poddany zaszumieniu szumem typu pieprz i sól (salt&pepper)
- 2) Otworzyć również obraz *lab05_zad3b.bmp*, który został poddany zaszumieniu szumem Gaussowskim (śr. 0; odch. std. 25)
- 3) Na obu obrazach pierwotnych (duplikatach obrazów oryginalnych) wykonać operację wygładzania filtrem dolnoprzepustowym:
 - a) Process > Filters > Gaussian Blur
 - b) Radius: 1
- 4) Na obu obrazach pierwotnych (duplikatach obrazów oryginalnych) wykonać operację wygładzania filtrem medianowym:
 - a) Process > Filters > Median
 - b) Radius: 1
- 5) Utworzyć galerię obrazów: pierwotny, wynikowy, oraz ich obrazów różnicowych lub linii profilu.

Zadanie 4 DOMOWE [0-0,75 pkt.] Operacje jednopunktowe wieloargumentowe – informacja ukryta

Wykorzystując odpowiednie operacje jednopunktowe jednoargumentowe oraz dwuargumentowe, z zadanego obrazu *zebry_szyfr.bmp*, wyodrębnić obraz zapisany na najmniej znaczącym bicie jednego z kanałów. Przedstawić wykonane działania prowadzące do uzyskania ukrytego obrazu.

WSKAZÓWKA: Aby dostać się do najmniej znaczącego bitu każdego piksela obrazu na każdym z kanałów należy wyciszyć wszystkie pozostałe bity korzystając z operacji AND z odpowiednio dobranym obrazem pomocniczym, a na koniec rozciągnąć zakres poziomów szarości 0 - 1 na zakres 0 – 255.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 6: Wyostrzanie i krawędziowanie jako operacje sąsiedztwa

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-1 pkt.] Porównanie różnych metod krawędziowania (ImageJ/Fiji)

Do realizacji poniższych poleceń wykorzystać narzędzie konwolucji dostępne w programie Fiji oraz jądra przekształceń zawarte w udostępnionych plikach.

Podpunkt A

Wykonać detekcję krawędzi, na zadanym obrazie szaro-odcieniowym, następującymi metodami:

- a) Laplasjan (Laplace)
- b) Uzgadnianie wzorca (PrewittNE)
- c) LoG ('Laplacian of Gaussian') (LoG5x5)

Utworzyć galerię obrazów pierwotny – wynikowe, i opisać wpływ użytych operacji na krawędzie i szumy oraz sformułować wynikające z tego wnioski.

Podpunkt B

Wykonać detekcję krawędzi, na zadanym obrazie **po zmianie na obraz (typ) 32-bitowy**, następującymi metodami:

- a) Laplasjan (Laplace)
- b) Specjalny gradient (SobelX)
- c) Uzgadnianie wzorca (PrewittW)

Utworzyć galerię obrazów pierwotny – wynikowy, wraz z linią profilu ilustrującą przebieg zmian poziomów szarości w sąsiedztwie krawędzi i w jednorodnych fragmentach tła lub obiektu dla każdego typu filtracji. Linie profilu przeprowadzić horyzontalnie w centralnej części obrazu. Opisać wpływ użytych operacji na krawędzie obrazu oraz sformułować wynikające z tego wnioski.

Zadanie 1 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz pierwotny *lab06_zad1_###.tif* (gdzie ### odpowiada grupie dziekańskiej)
- 2) Wykonać duplikat obrazu: Image > Duplicate
 - a) **Tylko dla Podpunkt B:** Image > Type > 32-bit
 - b) Wykonać detekcję krawędzi z pomocą konwolucji z jądrem przekształcenia: Process > Filters > Convolve > Open: wczytać odpowiedni kernel z pliku tekstowego
 - i) ☒ Normalize kernel
 - ii) ☒ Preview
- 3) Powtórzyć powyższą operację dla dwóch pozostałych przypadków.

Zadanie 2 Wyostżanie obrazu

UWAGA! Aby czytelnie było widać zmiany zachodzące w obrazach, linię profilu w tym zadaniu najlepiej przeprowadzić na niewielkim odcinku, około 30 pikseli, prostopadle do krawędzi obiektu (klucza). Najlepiej w kolejnych obrazach przeprowadzać linię profilu mniej więcej w tym samym miejscu.

Zadanie 2 Podpunkt A [0-0,25 pkt.] Porównanie różnych metod wyostżania obrazu (ImageJ/Fiji)

Porównać działanie operacji wyostżania filtrem górnoprzepustowym (o dwóch rozmiarach jądra przekształcenia) z poprawą jakości uzyskaną poprzez rozciągnięcie histogramu (Enhance Contrast).

Utworzyć galerię obrazów pierwotny – wynikowy, wraz z linią profilu ilustrującą przebieg zmian poziomów szarości w sąsiedztwie krawędzi i w jednorodnych fragmentach tła lub obiektu dla każdego typu filtracji.

Opisać wpływ użytych operacji na szумы i krawędzie obrazu oraz sformułować wynikające z tego wnioski.

Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz *lab06_zad2.bmp* (**obraz pierwotny**)
- 2) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wykonać rozciągnięcie histogramu: Process > Enhance Contrast
- 3) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wykonać wyostżanie filtrem górnoprzepustowym z pomocą konwolucji z jądrem przekształcenia: Process > Filters > Convolve > Open: wczytać odpowiedni kernel z pliku tekstowego: HiPass3x3.txt
 - i) ☒ Normalize kernel
 - ii) ☒ Preview
- 4) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Jak wyżej dla kernel: HiPass5x5

Zadanie 2 Podpunkt B [0-0,5 pkt.] Filtracja LoG (ImageJ/Fiji)

Przeprowadzić filtrację LoG ('Laplacian of Gaussian'), czyli: filtrem wygładzającym 3x3 na obrazie pierwotnym, a następnie wyostżającym filtrem 3x3 na obrazie wynikowym wygładzania.

Dla porównania wykonać filtrację tym samym filtrem wyostżającym 3x3 na obrazie pierwotnym.

Porównać obraz pierwotny z dwoma obrazami wynikowymi. Tam gdzie to zasadne użyć linii profilu. Zinterpretować różnice. Sformułować wnioski na temat celowości stosowania na tym samym obrazie kolejno filtru wygładzającego i wyostżającego.

Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz *lab06_zad2.bmp* (**obraz pierwotny**)
- 2) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate

- a) Wykonać wygładzenie filtrem dolnoprzepustowym: Process > Filters > Convolve > Open: wczytać: LoPass3x3.txt
 - i) ☒ Normalize kernel
 - ii) ☒ Preview
 - b) Wykonać wyostrzanie filtrem górnoprzepustowym: Process > Filters > Convolve > Open: wczytać: HiPass3x3.txt
 - i) ☒ Normalize kernel
 - ii) ☒ Preview
 - c) Uzyskany obraz **wynikowy** – po filtracji LoG ('Laplacian of Gaussian')
- 3) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
- a) Wykonać wyostrzanie filtrem górnoprzepustowym: Process > Filters > Convolve > Open: wczytać: HiPass3x3.txt
 - i) ☒ Normalize kernel
 - ii) ☒ Preview
 - b) Uzyskany obraz **wynikowy** – po filtracji górnoprzepustowej

Zadanie 2 Podpunkt C DOMOWE [0-1,25 pkt.] Filtracja 3x3 vs 5x5 (ImageJ/Fiji)

Wykonać filtrację filtrem 5x5 na obrazie pierwotnym. Filtr 5x5 ma odpowiadać dwóm powyższym (z Podpunktu B) filtrom 3x3 (filtracja jednoetapowa równoważna filtracji dwuetapowej). Porównać obraz wynikowy uzyskany po zastosowaniu nowego filtra (filtr 5x5) z obrazem uzyskanym w dwuetapowym przebiegu filtracji (2 filtry 3x3).

Wyznaczyć liczbę operacji (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie) wykonywanych przy filtracji dwu- i jednoetapowej z Zadania 3. Sformułować wnioski na temat dokładności i czasu wykonania operacji dwu i jednoetapowej.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 7: Operacje sąsiedztwa – implementacja konwolucji

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-3 pkt.] Implementacja konwolucji

W Excelu utworzyć szaro-odcieniowy obraz o rozmiarze $N \times N = 25 \times 25$ pikseli i o rozdzielczości poziomów szarości $M = 256$ zawierający następujące elementy:

- tło o poziomie szarości zadany według klucza,
- następujące obiekty: grupa dziekańska i inicjały o poziomach jasności zadanych według klucza.

Alternatywnie, można utworzyć obraz w programie graficznym (GIMP, Paint) a następnie skorzystać z jednego z programów konwersji, np.: BmpExc08.

Podpunkt A

Na utworzonym obrazie, przeprowadzić dwie oddzielne operacje: wygładzania i wyostrzania, filtrami podanymi w kluczu:

- (1) z wykorzystaniem programu graficznego Fiji,
- (2) z użyciem arkusza kalkulacyjnego Excel.

Podpunkt B

Uzyskane w Podpunkcie A wyniki obliczeń w Excelu skalować stosując jedną z trzech metod skalowania. Ponadto, zastosować jedną z metod operacji na skrajnych wierszach i kolumnach według klucza.

Podpunkt C

Z wykorzystaniem programu *Fiji* poprowadzić linie profilu przez charakterystyczny obszar obrazu i porównać ich przebieg dla par obrazów:

- pierwotny – wynikowy w *Excelu*
- pierwotny – wynikowy w *Fiji*

Porównać obrazy wynikowe uzyskane w *Excelu* i *Fiji* z wykorzystaniem odpowiedniej operacji jednopunktowej dwuargumentowej i oceniając wygląd histogramu obrazu powstałego w wyniku tej operacji.

Skomentować przyczyny ewentualnych różnic pomiędzy tymi obrazami na podstawie linii profilu, obrazu różnicowego oraz histogramu.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 8: Transformata Fouriera w przetwarzaniu obrazów

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-0,25 pkt.] Użycie transformaty Fouriera do obrazów. Zależność widma od parametrów obrazu

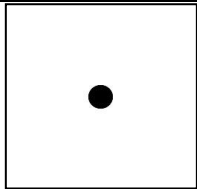
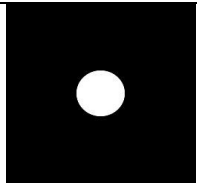
Dla wskazanych obrazów wyznaczyć widma amplitudowe i zestawić je z obrazami. Dla każdego przypadku zinterpretować zależność parametrów widma od parametrów obrazu (obiektów znajdujących się na obrazach, proszę szczególnie zwrócić uwagę na kształt obiektów).

Zadanie 1 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz pierwotny.
- 2) Wyznaczenie widma: Process > FFT > FFT
- 3) Powtórzyć powyższą operację dla pozostałych przypadków.
- 4) Utworzyć „galerię” obrazów.

Zadanie 2 [0-2 pkt.] Wykorzystanie widma amplitudowego do filtracji [ImageJ/Fiji]

Na obrazie wskazanym przez prowadzącego wykonać transformatę FFT a następnie filtrację widma amplitudowego zgodnie ze schematem:

a)	wyciszenie (wartość 0) w części centralnej; w pozostałych regionach bez zmian	
b)	wyciszenie (wartość 0) w całym obszarze poza centralnym; w pozostałych regionach bez zmian	

Zinterpretować efekt uzyskany każdym z tych filtrów, jakiej filtracji odpowiada. Sprawdzić jaki wpływ ma wielkość obszaru wyciszanego na wynik filtracji. Porównać z widmem amplitudowym obrazu po zastosowaniu zinterpretowanej filtracji.

Zadanie 2 Krok po kroku:

- 1) Otworzyć w programie Fiji obraz pierwotny
- 2) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wyznaczyć widmo amplitudowe: Process > FFT > FFT

- b) Wykonać modyfikację widma amplitudowego (mówiąc wprost: zamazać na czarno część obrazu widma)
 - i) Narzędzie Select (Rectangle, Oval, Polygon) następnie Edit > Fill (należy pamiętać aby wybranym kolorem był czarny)
 - ii) Alternatywnie można użyć narzędzia pędzla (Paintbrush tool) o odpowiednio dużej wielkości
- c) Wykonać transformatę odwrotną: Process > FFT > Inverse FFT
- d) Zinterpretować uzyskany efekt – nazwać ten rodzaj filtracji
- e) Wykonać nazwaną w poprzednim punkcie filtrację (konwolucyjnie) na duplikacie obrazu pierwotnego i sprawdzić jak zmieniło się widmo amplitudowe
- 3) Wykonać duplikat obrazu pierwotnego: Image > Duplicate
 - a) Wyznaczyć widmo amplitudowe: Process > FFT > FFT
 - b) Wykonać modyfikację widma amplitudowego (mówiąc wprost: zamazać na czarno część obrazu widma)
 - i) Narzędzie Select (Rectangle, Oval, Polygon) wyznaczamy region który ma pozostać bez zmian
 - ii) Odwracamy zaznaczenie: Edit > Selection > Make inverse
 - iii) Następnie Edit > Fill (należy pamiętać aby wybranym kolorem był czarny)
 - c) Wykonać transformatę odwrotną: Process > FFT > Inverse FFT
 - d) Zinterpretować uzyskany efekt – nazwać ten rodzaj filtracji
 - e) Wykonać nazwaną w poprzednim punkcie filtrację (konwolucyjnie) na duplikacie obrazu pierwotnego i sprawdzić jak zmieniło się widmo amplitudowe
- 4) „Galerię” obrazów umieścić w sprawozdaniu

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.] Wykorzystanie widma amplitudowego do eliminacji zakłóceń periodycznych

Podpunkt A

Na obrazach wskazanych przez prowadzącego wykonać transformatę FFT. Przedstawić „galerię” obrazów zawierającą obrazy wraz z ich widmem amplitudowym.

Na tej podstawie wskazać zależność lokalizacji odpowiednich obszarów widma od nachylenia prążków występujących w obrazie.

Podpunkt B

Na obrazie wskazanym przez prowadzącego przeprowadzić filtrację usuwającą zakłócenia w postaci ukośnych prążków. Przedstawić „galerię” obrazów zawierającą obrazy przed i po filtracji oraz graficzną reprezentację spektrum (widmo amplitudowe) oryginalne oraz z wprowadzonymi modyfikacjami.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 9: Przekształcenia morfologiczne

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

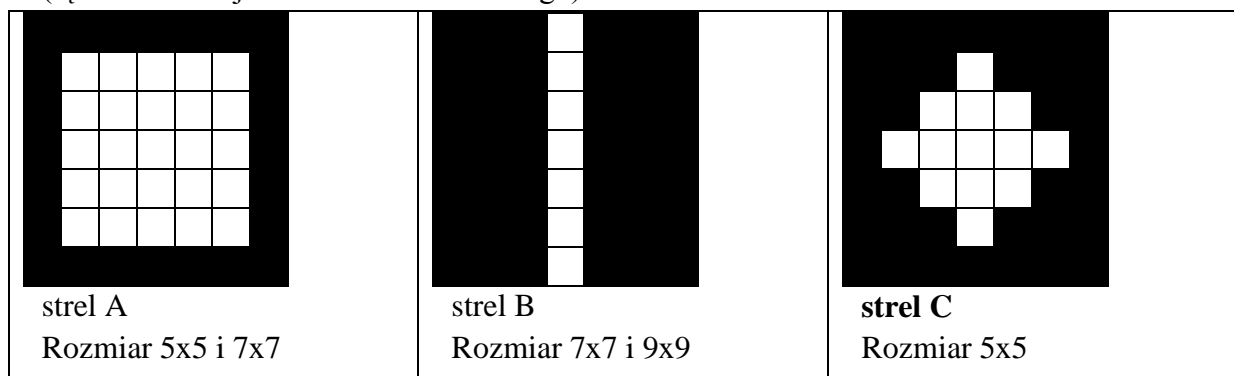
Przygotowanie programu GIMP – instalacja plug-inu *morphop*¹

- Skopiować folder ‘morphop’ do katalogu ‘plug-ins’ znajdującego się w katalogu programu GIMP. Prawdopodobne lokalizacje:
 - C:\Program Files\GIMP 2\lib\gimp\2.0\plug-ins
 - C:\Users\#USER#\AppData\Roaming\GIMP\2.10\plug-ins
- Restart programu GIMP
- Nowe funkcje dostępne w: Filters -> Generic -> Morphological operations

Zadanie 1 [0-0,5 pkt.] Przekształcenia morfologiczne w zależności od obiektu strukturalnego

Dla wskazanego obrazu wykonać inwersję kolorów na połowie obrazu a następnie wykonać operację erozja i dylacja z podanymi elementami strukturalnymi o zadanym rozmiarze:

(łącznie 5 wersji elementu strukturalnego)



Dla każdego przypadku zinterpretować zależność obiektu strukturalnego od wpływu na obiekty w obrazie. Określić jaki wpływ ma **rozmiar** obiektu strukturalnego a jaki wpływ ma **kształt** obiektu strukturalnego.

Zadanie 2 [0-0,5 pkt.] Wykorzystanie przekształceń morfologicznych do poprawy wyniku segmentacji

Na obrazie wskazanym przez prowadzącego wykonać operacje morfologiczne erozja i dylacja oraz zamknięcia i otwarcia z elementem strukturalnym **strel C** z Zadania 1. W ramach wniosków proszę:

- Opisać wpływ operacji otwarcia i zamknięcia na elementy obrazu.
- Porównać wpływ operacji zamknięcia i dylacji oraz operacji otwarcia i erozji.

¹ Autor: Alessandro Francesconi.

Homepage with some examples: <http://www.alessandrofrancesconi.it/projects/gimp-plugin-morphop>

Zadanie 3 [0-1 pkt.] Wykorzystanie przekształceń morfologicznych do krawędziowania

Na obrazie wskazanym przez prowadzącego wykonać operację progowania. Następnie wykonać eliminację zakłóceń (artefaktów) przez użycie odpowiedniej operacji morfologicznej. Operację oraz element strukturalny (rozmiar i kształt) dobrać na podstawie doświadczenia zdobytego w Zadaniach 1 i 2.

Następnie, na uzyskanym obrazie, wyznaczyć różnice pomiędzy krawędziowaniem dokonanym z zastosowaniem następujących operacji morfologicznych:

- Boundary extraction,
- obraz po operacji Dilation minus obraz oryginalny,
- obraz po operacji Erosion minus obraz oryginalny.

Proszę opisać wnioski.

Zadanie 4 DOMOWE [0-1 pkt.] Praca indywidualna

Na obrazie

PQT

przeprowadzić (dwa) przekształcenia morfologiczne (wykorzystując strel C) w taki sposób, aby uzyskać fragmenty obrazów analogiczne do obrazów przedstawionych na poniższych rysunkach.



Podać opis i kolejność wykonywanych przekształceń wraz z odpowiednimi parametrami.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 10: Histogram 2D. Transformacja Hough'a.

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 Detekcja krawędzi na podstawie histogramu dwuwymiarowego (2D)

Część 0 Przygotowanie obrazów [GIMP]

Ze wskazanego obrazu wyciąć fragment o rozmiarze 150x150 pikseli zlokalizowany zgodnie z Grupą.

Grupa	lokalizacja
IO1	SE
IO2	NW
TC1	NE
TC2	SW

Następnie, przekształcić wycięty obraz do obrazu **szaroodcieniowego** (to będzie **obraz p**). Dalej, wykonać posteryzację obrazu **p** zachowując 6 poziomów kolorów (**obraz p'** – **po posteryzacji**).

Część 1 [0-0,5 pkt.] Segmentacja z obrazu po posteryzacji [*Hist2D\EdgeDetection.exe*]

Przy użyciu histogramu 2D wyodrębnić tło oraz jeden z obiektów widocznych na obrazie. Do skonstruowania histogramu 2D wykorzystać obraz **p'** i jego wersję po użyciu operatora wykrywania krawędzi (skorzystać z jednego z operatorów).

Krok po kroku:

1. Uruchomić program: ...*Hist2D\EdgeDetection.exe*
2. Otworzyć obraz **p'** (po posteryzacji)
3. Histogram → Pokaż
4. Metoda przetwarzania obrazu → Roberts
5. Histogram 2D → Pokaż (powiedzieć głośno i bardzo powoli „hokus pokus histogramie pokaż się!”, alternatywnie można chwilę poczekać, czasami program długo liczy)
6. Znaleźć wartości w wierszu 0 w kolumnie 102 odpowiadającą poziomowi szarości tła → Zaznaczyć obszar z wartościami (LPM) → przycisk Obraz z histogramu (czarne piksele to tło)
7. Znaleźć wartości w wierszu 0 w kolumnach odpowiadających poziomom szarości obiektów → Zaznaczyć obszar z wartościami jednego obiektu (LPM) → przycisk Obraz z histogramu (czarne piksele to obiekt)

Część 2 [0-0,5 pkt.] Segmentacja z obrazu monochromatycznego [Hist2D\EdgeDetection.exe]

Przy użyciu histogramu 2D wyodrębnić tło oraz jeden z obiektów widocznych na obrazie szaroodcieniowym o pełnym zakresie jasności. Do skonstruowania histogramu 2D wykorzystać obraz **p** i jego wersję po użyciu operatora wykrywania krawędzi (skorzystać z jednego z operatorów). Procedura jak w Części 1.

W ramach wniosków należy porównać histogramy 2D wygenerowane w Części 1 i 2, gdzie wykorzystana była ta sama operacja krawędziowania.

Część 3 [0-0,25 pkt.] Porównanie operatorów krawędziowych [Hist2D\EdgeDetection.exe]

Przy użyciu histogramu 2D wyodrębnić ten sam obiekt co wcześniej ale korzystając z innej metody krawędziowania.

Odpowiedzieć na pytanie: Który z wykorzystanych operatorów daje w efekcie najlepiej wykryte obszary wewnętrzne obiektów?

Zadanie 2 [0-1,75 pkt.] Detekcja krawędzi o złożonym kształcie: aproksymacja linii (transformata Hougha)

Zapoznanie z Transformatą Hougha oraz programem *Hough4/hough.exe* (Instrukcja Użytkownika (*Hough4/Opis.doc*)).

Część 1 Wykonać aproksymację 3 prostych [Hough4/hough.exe]

Wykonać aproksymację prostych znajdujących się na obrazie *trzy_kreski.bmp* wykorzystując małą tablicę akumulatorów. Następnie, wykonać to z użyciem większej tablicy akumulatorów i zaobserwować różnice.

W ramach wniosków wyjaśnić jakie znaczenie ma wielkość tablicy akumulatorów.

Krok po kroku:

1. Uruchomić program: *.../Hough4/hough.exe*
2. Powiększyć okno program tak aby widoczne były cztery pola i przyciski pod nimi (lewy górny nie ma przycisku)
3. Otworzyć obraz *trzy_kreski.bmp*
4. Ustawienia (pozostawić standardowe – mała tablica akumulatorów): ro 42, mi 42, próg: (automatyczny) 95%
5. Szukany wzór → prosta
6. Oblicz
7. Proszę prześledzić działanie algorytmu:
 - a. Narysuj wszystkie możliwe proste
 - b. Tablica akumulatorów (proszę zaobserwować charakterystyczny wygląd tab. akum. oraz zlokalizowane maksimum)
 - c. Narysuj proste po progowaniu
 - d. Tablica akumulatorów
 - e. Narysuj wynikowe proste

8. Szukany wzór \rightarrow 3 proste
9. Ponownie prześledzić działanie algorytmu (patrz pkt. 7) i odpowiedzieć na pytanie dlaczego algorytm nie znalazł 3 prostych.
10. Ustawienia: ro 42, mi 42, próg: (odhaczyć automatyczny i ustawić ręcznie) 66%
11. Ponownie prześledzić działanie algorytmu (patrz pkt. 7) i odpowiedzieć na pytanie dlaczego algorytm nie znalazł 3 prostych w podpunkcie 9 a teraz się udało.
12. Ustawienia: ro 200, mi 206, próg: (odhaczyć automatyczny i ustawić ręcznie) 48%
13. Ponownie prześledzić działanie algorytmu (patrz pkt. 7) i odpowiedzieć na pytanie jakie znaczenie ma wielkość tablicy akumulatorów na dopasowanie prostych.

Część 2 [Indywidualnie] Wykonać aproksymację krawędzi obiektu rzeczywistego

Zad2		
Grupa	Obraz	Kąt
IO1	lab10zad2_D	30
IO2	lab10zad2_C	10
TC1	lab10zad2_B	35
TC2	lab10zad2_A	120

Dla wskazanego obrazu, korzystając z programu GIMP lub Fiji, przeprowadzić detekcję krawędzi tak aby otrzymać obraz binarny. Obraz ten może mieć niewielkie zaszumienie nawet kosztem przzerwania ciągłości linii ograniczającej obiekt, analogicznie do obrazów testowych (demonstracyjnych) w programie *hough.exe*. Potem, wykonać na obrazie obrót o zadany kąt.

Następnie, przeprowadzić aproksymację krawędzi korzystając z programu *Hough4*. Przedstawić kolejne etapy doboru parametrów („mi”, „ro”, „próg”) wraz z galerią obrazów i wnioskami dotyczącymi otrzymanych wartości liczbowych i wpływu doboru parametrów na wynik.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 11: Modelowanie koloru. Kompresja obrazów.

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-0,75 pkt.] Kompresja obrazów rastrowych, formaty obrazowe (GIMP)

Wykonać konwersję 2 obrazów formatu BMP: typu „naturalnego” (zdjęcie rzeczywistości, np. własny portret z poprzednich zajęć) i typu „sztucznego”, np. rysunku. Konwersję wykonać na następujące formaty GIF, JPG (w dwóch wersjach jakości), PNG używając programu GIMP (*Export As*).

Zestawić w postaci tabeli wyniki kompresji.

W ramach wniosków należy określić które rodzaje kompresji są najefektywniejsze w odniesieniu do obrazów naturalnych z urządzeń akwizycji, a które do obrazów uproszczonych („sztucznych”) np. rysunków wykonanych przez grafika.

Krok po kroku:

1. Otworzyć obraz BMP
2. Zapisać w innym formacie: Export as
3. Zamknąć wszystkie obrazy i ponownie otworzyć obrazy z dysku
4. Sprawdzić rozmiar pliku: Image → Image properties (File size oraz Size in memory)
5. Obliczyć stopień kompresji i uzupełnić tabelę
6. Wyciągnąć wnioski

Zadanie 2 [0-0,5 pkt.] Wpływ kompresji na jakość obrazu (GIMP + Fiji)

Wykonać konwersję, w programie GIMP, obrazu (w formacie BMP) wskazanego przez prowadzącego, do formatu JPG ustawiając poziom jakości (*quality*) najpierw na wysoki poziom (>90), a następnie na niski poziom, np. 20.

Następnie, skorzystać z programu Fiji do wyznaczenia różnicy pomiędzy obrazami (*Image calculator*), przedstawić stopień utraty informacji powstałej w wyniku kompresji stratnej. Sporządzić zestawienie odpowiednich obrazów. Wyciągnąć wnioski na temat wpływu kompresji na jakość obrazu.

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.] Przetwarzanie obrazu z podziałem na kanały (GIMP + Fiji)

Na własnym portrecie lub innym oznakowanym obrazie kolorowym typu RGB (24-bit) przeprowadzić operację progowania według progu samodzielnie wybranego na podstawie histogramu – kryterium najniższej doliny – w programie GIMP.

Następnie na tym samym obrazie z tą samą wartością progu wykonać progowanie w programie Fiji w dwóch wersjach:

- a) na kanale wspólnym RGB (ta sama wartość progu dla wszystkich kanałów),
- b) na każdym kanale kolorowym oddzielnie, po uprzednim podziale na kanały (Image → Color → Split Channels).

Połączyć trzy obrazy, powstałe po progowaniu na każdym kanale oddzielnie, w jeden obraz kolorowy (Image → Color → Merge Channels) i przedstawić jego histogram.

Dla obu przypadków z (a) i (b) utworzyć parę obrazów pierwotny-wynikowy wraz z podglądem na okno progowania. Wyjaśnić, dlaczego obrazy wynikowe otrzymane w punktach a) i b) są różne oraz wyjaśnić różnicę między nimi a obrazem po progowaniu w programie GIMP.

Zadanie 4 [0-0,5 pkt.] Segmentacja obrazów kolorowych w różnych modelach barw (Fiji)

Dla wskazanego obrazu przeprowadzić segmentację z użyciem modelu barw (1) RGB oraz (2) HSV (HSB), tak aby wyodrębnić obiekty o zadanym kolorze.

Grupa	obiekty w kolorze
IO1	żółtym i zielonym
IO2	czerwonym i brązowym
TC1	fioletowym i brązowym
TC2	brązowym i żółtym

Utworzyć galerię obrazów oraz podać przyjęte wartości progów (w postaci liczbowej lub screenshot z programu).

W ramach wniosków określić który model barwny pozwala na bardziej intuicyjny dobór wartości progowych i uzasadnić swoją odpowiedź.

Zadanie 5 DOMOWE [0-0,5 pkt.] Udział kolorów modelu RGB w tworzeniu obrazu szaroodcieniowego (GIMP)

Utworzyć 3 nowe obrazy kolorowe typu 24-Bit RGB color : Red (n,0,0), Green (0,n,0), Blue (0,0,n), gdzie “n” jest liczbą zadaną wg wzoru: 10 + liczba porządkowa odpowiadająca pierwszej literze imienia (np. Agnieszka/Adam n=11, Cecylia/Cezary n=13).

Dla każdego z tych obrazów przeprowadzić konwersję na typ szaroodcieniowy (grayscale). Na podstawie otrzymanych wartości poziomów szarości obliczyć procentowe udziały (pR, pG, pB) poszczególnych kolorów R,G,B w otrzymanych poziomach szarości. Zinterpretować uzyskane wartości.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 12: Analiza obrazu

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-1,75 pkt.] Zliczanie i pomiar cech obiektów (Fiji)

Przeprowadzić segmentację dla wskazanego obrazu zawierającego obiekty o różnej wielkości. Segmentację przeprowadzić z wykorzystaniem automatycznie wyznaczonej wartości progu, aby zadziałała prawidłowo należy najpierw przeprowadzić wstępną obróbkę obrazu (*preprocessing*) znanymi z dotychczasowych zajęć metodami.

Wyznaczyć liczbę oraz wykonać pomiar cech (zgodnie z Tabelą) obiektów spełniających następujące warunki:

- ✓ nie przylegające do brzegu obrazu ('Exclude on edges'),
- ✓ mają określone pole powierzchni (*Area*) zgodnie z Tabelą.

Należy zadbać, aby wyniki pomiaru nie były zafałszowane przez obiekty sklejone. Do rozdzielania obiektów użyć metod omawianych na dotychczasowych zajęciach.

W ramach wniosków należy:

- podać ilość obiektów (*Count*) dla pełnego zakresu rozmiaru oraz ograniczonego zgodnie z Tabelą,
- podać cechy **Average size** oraz **Perimeter** oraz cechę podaną w Tabeli,
- zbadać jaki wpływ na wynik ma wstępna obróbka obrazu (*preprocessing*) oraz rozdzielanie sklejonych obiektów.

Grupa	Rozmiar obiektów ('Size')	Cechy
IO1	50-Inf	Solidity
IO2	50-1000	Circularity
TC1	1500-Inf	Solidity
TC2	3500-Inf	Circularity

Krok po kroku:

1. Otworzyć obraz *lr_cells2_noise.bmp*
2. Ustawić wybrane cechy do pomiaru (Analyze -> Set measurements (Perim, Shape...))
3. Wykonać progowanie z automatycznie wyznaczoną wartością progu (Image -> Adjust -> Threshold -> [Auto] -> [Apply] **Uwaga!** należy tak zmieniać opcję 'Dark background' aby uzyskać w efekcie progowania białe obiekty na czarnym tle)
4. Wykonać pomiar cech obiektów (Analyze -> Analyze particles: Uwaga! zaznaczyć opcję 'Summarize', 'Clear results' 'Exclude on edges' oraz wybrać Show: Outlines)

5. Wykonać wstępne przetwarzanie obrazu
6. Wykonać pomiar cech obiektów
7. Rozdzielić obiekty sklejone
8. Wykonać pomiar cech obiektów
9. Wyciągnąć wnioski

Zadanie 2 [0-1,25 pkt.] Wyznaczanie współczynników kształtu

Przy pomocy programu *Recognizer*, obliczyć i porównać współczynniki kształtu $W1, W2, W3, W9$ oraz momenty geometryczne dla zadanych trzelementowych zbiorów, odpowiadających następującym kategoriom:

- a) obiekty o różnej wielkości i o takim samym kształcie (zgodnie z tabelą poniżej),

Grupa	Zadane obiekty (podpunkt a)
IO1	<i>romby.bmp</i>
IO2	<i>trójkąty.bmp</i>
TC1	<i>koła.bmp</i>
TC2	<i>prostokąty.bmp</i>

- b) obiekty o różnym kształcie i zbliżonej wielkości ze względu na powierzchnię (*mix_area.bmp*),
- c) obiekty o różnym kształcie i zbliżonej wielkości ze względu na obwód (*mix_perim.bmp*).
- d) obiekty o tym samym kształcie i poddane obrotowi o różny kąt (*mix_angle.bmp*).

Przeanalizować otrzymane wyniki i zapisać wnioski na temat niezmienniczości (inwariantności) współczynników kształtu i momentów geometrycznych względem testowanych cech.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

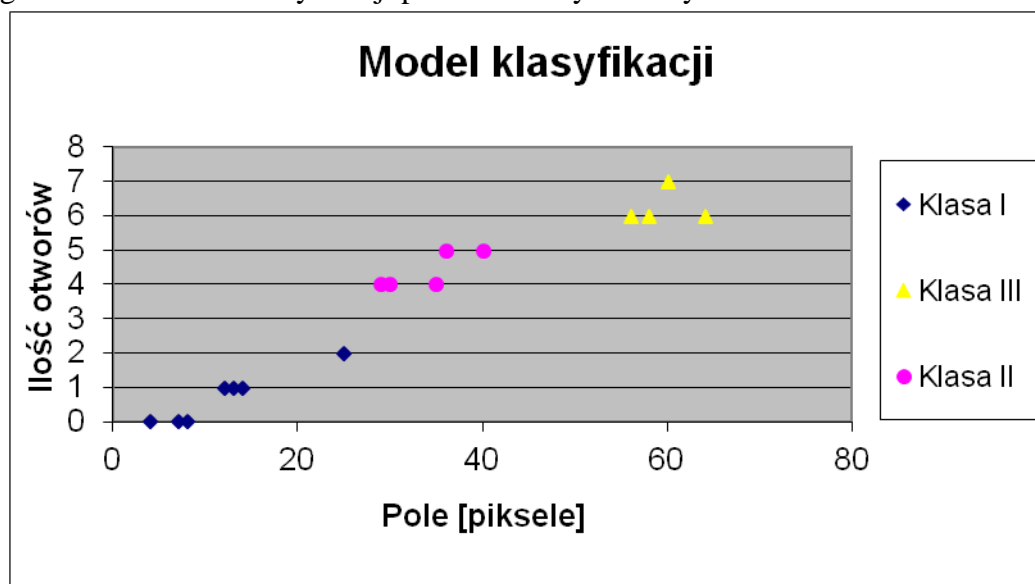
Laboratorium 13: Analiza obiektów – metoda najbliższego sąsiada.

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-3 pkt.] Implementacja metody najbliższego sąsiada (Excel)

W Excelu przeprowadzić analizę i klasyfikację zadanych przez prowadzącego obiektów zgodnie z modelem klasyfikacji przedstawionym na wykresie.



* Wartości wektorów cech podano w arkuszu kalkulacyjnym

Podpunkt A

Przeprowadzić opis (analizę) zadanego obiektu tworząc odpowiedni wektor cech:

- 1-sza cecha – pole obiektu (liczone wraz z polem otworów),
- 2-ga cecha – liczba otworów.

Wpisać wyznaczone powyżej wielkości do arkusza kalkulacyjnego i zobrazować ich położenie w przestrzeni cech (dodać do istniejącego wykresu).

Podpunkt B

Obliczyć odległości w przestrzeni cech nowo klasyfikowanego obiektu od wszystkich obiektów danego zbioru, wykorzystując metryki (Euklidesową, Czebyszewa, Manhattan) zadane w arkuszu kalkulacyjnym.

Podpunkt C

Dokonać klasyfikacji obiektu według reguł: 1-NN, 3-NN, 5-NN

Jeśli to konieczne zastosować zasadę priorytetów: III, II, I

Krok po kroku:

1. Posortować wyliczone odległości (po przekopiowaniu wartości)
2. Sprawdzić, do których klas należą najbliżsi sąsiedzi
3. Zakwalifikować obiekt do klasy, do której należy większość jego sąsiadów

Podpunkt D

W ramach wniosków należy zinterpretować wyniki z uwzględnieniem 2 przypadków zależności wyniku klasyfikacji:

- a) od zastosowanej reguły (1-NN, 3-NN, 5-NN),
- b) od wykorzystanej metryki.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 14: Rozpoznawanie obrazów – głębokie sieci neuronowe.

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Tutoriale do użytku na Laboratorium 14 umieszczone zostały w dwóch repozytoriach:

- <https://github.com/knave88/FCvsCNN>
- https://github.com/knave88/pretrainedCNN_DEMO

Kod w postaci Jupyter Notebook jest dostępny w postaci interaktywnej i wykonywany jest w chmurze z pomocą Binder – link do uruchomienia w readme repozytorium.

Zadanie 1 [0-0,75 pkt.] Porównanie klasycznych i konwolucyjnych sieci neuronowych

Otworzyć Jupyter Notebook *mnist_DEMO.ipynb*

Do wykonania:

- 1) Zapoznanie się z materiałem zawartym w interaktywnym tutorialu
- 2) Sprawdzić poziom wyuczenia prostej sieci neuronowej składającej się z warstw Fully Connected czyli takich gdzie neurony są połączone każdy z każdym w sąsiednich warstwach.
- 3) Porównać uzyskany wynik z poziomem wyuczenia dla sieci konwolucyjnej.

W ramach wniosków, na podstawie poziomów wyuczenia i ilości parametrów podlegających modyfikacji podczas treningu (trainable parameters) określić dlaczego sieci konwolucyjne lepiej nadają się do przetwarzania obrazów.

Zadanie 2 [0-1,5 pkt.] Klasyfikacja obrazu – budowa i uczenie sieci konwolucyjnej

Otworzyć Jupyter Notebook *CNN_BT_tutorial.ipynb*

Do wykonania:

- 1) Zapoznanie się z materiałem zawartym w interaktywnym tutorialu
- 2) Rozbudować podstawowy model sieci konwolucyjnej (CNN) o kolejne bloki (o budowie zbliżonej do modelu VGG) i przeprowadzić trening sieci

W ramach wniosków porównać jak rozbudowa modelu wpływa na poziom wyuczenia sieci.

Zadanie 3 [0-0,75 pkt.] Lokalizacja obiektów z pomocą CAM

Otworzyć Jupyter Notebook *CNN_CAM.ipynb*

Do wykonania:

- 1) Zapoznanie się z materiałem zawartym w interaktywnym tutorialu
- 2) Wyznaczenie map aktywacji poszukiwanej klasy (CAM)

Zadanie należy wykonać dla obrazu 'cat.00000.jpg' oraz dla klasy 'Egyptian_cat' (z Imagenet). Mapy należy wygenerować na podstawie 4 różnych warstw modelu: 'conv_pw_2', 'conv_pw_4', 'conv_pw_12', 'conv_pw_13'.

W ramach wniosków proszę porównać heatmapy uzyskane na podstawie wag z różnych głębokości sieci oraz na ich podstawie określić powiązania jakie występują w interpretacji obrazu przez CNN w zależności od głębokości.

PRZETWARZANIE OBRAZÓW – POBD 2020-2021

Laboratorium 15: Steganografia.

Uwaga1: Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy wykazać się znajomością materiału przedstawionego na wykładzie (zaliczenia pisemnego sprawdzianu wstępnego).

Uwaga2: Proszę pamiętać o oznaczaniu obrazów swoim logo tam gdzie to konieczne.

Zadanie 1 [0-3 pkt.] Ukrywanie obrazu za pomocą steganografii

Za pomocą programu *Steganografia_1.1*, proszę zakodować w obrazie *lena.bmp*, swoje logo sprowadzone do rozmiaru 100x100 pikseli i zapisane w formacie BMP. Ukrywanie wykonać na jednym bicie (LSB) oraz na 7 LSB. Porównać obrazy zawierające obraz ukryty z obrazem oryginalnym. Następnie, wykonać operację odwrotną do ukrywania dla obydwu obrazów. W ramach wniosków proszę odpowiedzieć na pytanie: czy udało się wyodrębnić obraz bez strat?

Krok po kroku:

1. W programie *Steganografia_1.1* otworzyć oba obrazy.
2. Z menu wybrać zakładkę *Steganografia* -> *Rozpocznij ukrywanie*
3. Obraz ukrywający: *lena.bmp*
4. Obraz ukrywany: *\$wlasne_logo\$.bmp*
5. Liczba LSB zgodnie z poleceniem
6. *Rozpocznij ukrywanie* – proszę prześledzić dla kilku kroków jak wykonywane jest ukrywanie
7. Przejdź do końca procesu
8. Zapisz obraz wynikowy
9. Porównaj wizualnie obraz oryginalny (*lena.bmp*) oraz obraz z ukrytym logo
10. Wykonaj różnicę obrazu oryginalnego (*lena.bmp*) oraz obrazu z ukrytym logo
11. Porównaj histogram obrazu oryginalnego (*lena.bmp*) oraz obrazu z ukrytym logo
12. Wyciągnąć wnioski z wykonanych powyżej porównań
13. Wykonaj operację odwrotną do ukrywania (zakładka *Steganografia* -> *Wyodrębnij obraz*), prześledź kilka kroków procesu a następnie przejdź do końca procesu
14. Odp. na pyt.: Czy udało się wyodrębnić obraz bez strat?

Zadanie 2 Podsumowanie ćwiczeń laboratoryjnych

1. Sprawdzenie czy wszystkie ocenione sprawozdania są dostępne (on-line – w Teams).
2. Ściągnięcie plików sprawozdań i spakowanie ich w jeden plik skompresowany, oznaczony własnym imieniem i nazwiskiem, a następnie przekazanie go prowadzącemu.
3. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.
4. Sumaryczna ocena ćwiczeń laboratoryjnych.