

## Wstęp do multimediów

### Laboratorium – Statystyczne właściwości obrazów

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się ze statycznymi właściwościami obrazów cyfrowych. Zakres ćwiczenia obejmuje badanie entropii oraz skuteczności kompresji obrazów.

Do realizacji zadań wykorzystywany jest język Python wraz z dodatkowymi pakietami wykorzystywanymi do analizy danych i przetwarzania obrazów: NumPy, Matplotlib i OpenCV. Podstawowe informacje o środowisku do wykonania zadań znajdują się w instrukcji do poprzedniego laboratorium.

W ramach przygotowania do zajęć laboratoryjnych należy zapoznać się i uruchomić przykładowy skrypt, w którym zademonstrowane zostały operacje konieczne do wykonania zadań.

### Zadania

Napisać skrypt realizujący wymienione poniżej operacje (zadania można podzielić na kilka skryptów, jeżeli tak wygodniej będzie je wykonać). W sprawozdaniu zamieścić skrypt (opatrzone odpowiednim komentarzem), uzyskane obrazy, wyniki, oraz opisać wnioski.

W sprawozdaniu należy zamieścić wyniki uzyskane dla obrazu testowego, wybranego na podstawie numeru indeksu w następujący sposób:

```
numer_obrazu = numer_indeksu % liczba_obrazow
```

gdzie numer obrazu wskazuje pozycję pliku na posortowanej alfabetycznie liście nazw plików testowych (pozycje numerowane od 0, tak jak elementy list w Pythonie), a % oznacza operację modulo).

Dla obrazu monochromatycznego:

- Obliczyć entropię obrazu wejściowego.
- Wyznaczyć obraz różnicowy w taki sposób, że wartość każdego piksela zastępowana jest różnicą pomiędzy wartością tego piksela a wartością jego lewego sąsiada (kodowanie różnicowe / predykcyjne). Dla pierwszego piksela w linii należy przyjąć wartość sąsiada równą 127 (środkowa wartość przedziału zmienności wartości pikseli).  
Wyświetlić obraz różnicowy.  
Wyznaczyć histogram obrazu różnicowego i porównać go z histogramem obrazu oryginalnego.  
Wyznaczyć entropię obrazu różnicowego i porównać ją z entropią obrazu oryginalnego.  
**Uwaga:** należy pamiętać, że wartości pikseli w obrazie różnicowym są z zakresu [-255; 255]!
- Wyznaczyć współczynniki DWT korzystając z funkcji zamieszczonej w przykładowym skrypcie.  
Wyświetlić poszczególne pasma.  
Wyznaczyć histogramy i obliczyć entropię dla wszystkich pasm.  
Porównać wyniki (histogram, entropia) uzyskane dla poszczególnych pasm między sobą (czy któreś się wyróżniają i dlaczego?) oraz z wynikami uzyskanymi dla obrazu oryginalnego i obrazu różnicowego.  
**Uwaga:** należy pamiętać, że wartości w pasmach LH, HL i HH są z zakresu [-255, 255]!
- Obliczyć przepływność (liczbę bitów przypadającą na jeden piksel) dla obrazu skompresowanego koderem PNG (obraz wejściowy) i porównać ją z obliczonymi uprzednio entropiami obrazu oryginalnego, różnicowego i falokowego. Czy przepływność mniejsza od entropii oznacza, że zależność:  $I_{sr} \geq H$  jest nieprawdziwa?

Dla obrazu barwnego:

- Obliczyć entropię dla składowych RGB barwnego obrazu testowego.

- Dokonać konwersji z RGB do YUV i obliczyć entropię dla składowych YUV. Wyświetlić składowe RGB i YUV.  
Wyznaczyć histogramy dla wszystkich składowych RGB i YUV.  
Porównać wyniki uzyskane dla poszczególnych składowych. Czy dla składowych UV entropia jest mniejsza? Z czego ta mniejsza wartość może wynikać?
- Wyznaczyć zależność zniekształcenia  $D$  od przepływności  $R$  (liczba bitów przypadająca na jeden piksel obrazu):  $D = f(R)$  – tzw. krzywa  $R$ - $D$  – dla kodera JPEG.  
Regulacji stopnia kompresji (przepływności  $R$ ) należy dokonywać ustawiając wartości parametru ‘*quality*’ przy zapisie obrazu do pliku. Wartości parametru ‘*quality*’ należy dobrać tak, aby uzyskać ‘*ładkie*’ wykresy.  
Jako miarę zniekształceń należy użyć szczytowy stosunek sygnału do szumu PSNR i błąd średniokwadratowy MSE.  
Zobrazować zależności na wykresach (oddzielny wykres dla każdej miary).  
Dokonać subiektywnej oceny obrazów zrekonstruowanych (według własnej skali ocen, np.: jakość doskonała, bardzo dobra, dobra, średnia, kiepska, zła, bardzo zła, itp., lub: zniekształcenia niewidoczne, lekko widoczne, widoczne, bardzo widoczne, nie do przyjęcia, itp.) i zamieścić te oceny w sprawozdaniu (niekoniecznie dla każdego obrazu wynikowego osobno, raczej ‘zgrupować’ oceny dla pewnych zakresów przepływności).  
Porównać stopnie kompresji uzyskiwane dla kodera JPEG ze stopniem kompresji uzyskanym dla kodera PNG (pamiętając, że w pierwszej części laboratorium wykorzystywany był monochromatyczny obraz PNG, a kompresja JPEG była wykonywana dla obrazu barwnego; ewentualnie obliczyć przepływność bitową dla obrazu barwnego skompresowanego koderem PNG).

Uwagi:

Porównać znaczy również napisać wnioski z tego porównania.

Sprawozdanie powinno być w formacie PDF i zawierać kody Python zamieszczone na końcu. W kodach powinno być opisane do którego zadania są.

Sprawozdanie powinno być w pojedynczym pliku bez użycia kompresji ZIP/RAR itp.