

Kodowanie predycyjne obrazów monochromatycznych.

Ćwiczenie zapoznaje z techniką kompresji obrazów opartą na kodowaniu wykorzystującym predykcję liniową. Demonstrowane są obrazy błędu predykcji otrzymane przy zastosowaniu różnych predyktorów. Obrazy te są następnie kodowane kodem entropowym Huffmana. Badany jest wpływ predyktora oraz wpływ sposobu kwantyzacji na otrzymany stopień kompresji i jakość zrekonstruowanych obrazów.

Oprogramowanie:

Program **predcode** generuje błąd predykcji na podstawie obrazu wejściowego (nazwa pliku poprzedzona opcją **-i**) oraz pliku z opisem predyktora (nazwa pliku poprzedzona opcją **-f**). W każdym punkcie obrazu, jego wartość jest przewidywana poprzez dwuwymiarową ekstrapolację liniową ze współczynnikami zdefiniowanymi przez predyktor i na wyjściu generowany jest błąd pomiędzy rzeczywistą wartością punktu oraz wartością przewidywaną. Błąd ten może być skwantowany z podaną liczbą poziomów kwantyzacji (opcja **-q** liczba_poziomów), przy czym możliwe jest zastosowanie nierównomiernego kwantyzatora (stopień nieliniowości określany opcją **-n** poprzedzającą wartość w zakresie 0..1).

Definicja predyktora w pliku ***.cfg** zawiera listę współczynników w postaci macierzy, przy czym za wyjście predyktora uważa się pozycję centralną w masce. Ze względu na przyczynowość, predyktor nie może zawierać niezerowych współczynników poniżej ani na prawo od centralnej pozycji.

```
[PREDICTOR:MAIN]
{
    [MATRIX:PREDICTOR]
    {
        $DIMENSION      3, 3;
        $CONST 4;
        $COEFFICIENTS
            1, 1, 1;
            1, 1, 0;
            0, 0, 0;
    }
}
```

Program **preddec** pozwala zrekonstruować zakodowany obraz na podstawie obrazu błędu predykcji (opcja **-i** nazwa_pliku) oraz opisu predyktora zastosowanego przy generacji tego błędu (opcja **-f** nazwa_pliku).

Program **histogram** oblicza histogram obrazu monochromatycznego i generuje zbiór danych, które następnie mogą być wyświetlone programmem **gnuplot** po wydaniu polecenia *plot 'nazwa_pliku' with boxes*.

Program **huffcode** koduje treść obrazu optymalnym kodem Huffmana. Wynikowy plik binarny zawiera tablicę kodu Huffmana oraz ciąg symboli binarnych opisujących kolejne punkty obrazu wejściowego, jest więc kompletnym zbiorem danych pozwalającym zrekonstruować obraz.

Program **psnr** oblicza stopień zniekształcenia obrazu (wyrażony w decybelach odstęp sygnału od zakłóceń) na podstawie obrazu oryginalnego oraz zniekształconego (nazwy 2 plików należy poprzedzić pojedynczą opcją **-i**).

Polecenia:

1. Programem **histogram** wygenerować histogramy obrazów **lena** i **boats**. Obejrzyć te histogramy programem **gnuplot**. Programem **huffcode** dokonać bezpośredniego zakodowania tych obrazów kodem Huffmana. Sprawdzić wielkość otrzymanych plików, obliczyć i zanotować stopień kompresji oraz wnioski nt. rzędu stopnia kompresji uzyskiwanego przy bezpośrednim kodowaniu entropowym.
2. Programem **predcode** wygenerować błąd predykcji dla obrazów **lena** i **boats** z zastosowaniem predyktora **pred_left.cfg** (bez stosowania kwantyzacji). Obejrzyć obrazy błędu predykcji. Za pomocą programu **preddec** zrekonstruować obrazy i obejrzeć je. Zanotować wnioski.
3. Programem **huffcode** zakodować kodem Huffmana obrazy błędu predykcji z punktu 2. Sprawdzić wielkość otrzymanych plików, obliczyć i zanotować stopień kompresji. W sprawozdaniu zamieścić wnioski z porównania efektywności kodowania bezstratnego błędu predykcji z efektywnością kodowania bezpośredniego.
4. Dokonać kompresji obrazu **lena** przy pomocy predyktora trzypunktowego **pred_3.cfg**, dokonując równomiernego kwantowania błędu predykcji na 64, 32, 16 oraz 8 poziomach. Obejrzyć histogramy błędu predykcji. Zrekonstruować obrazy, porównać z oryginałem oraz wyznaczyć stopień zniekształceń programem **psnr**. Wykreślić krzywe zależności PSNR od średniej liczby bitów na punkt obrazu (na podstawie wielkości pliku skompresowanego programem **huffcode**). W sprawozdaniu opisać charakter obserwowanych zniekształceń. Uzyskane obrazy zachować do późniejszych porównań (punkt 6.).
5. Dla obrazu **boats** przeanalizować wpływ rodzaju predyktora (1-, 3-punktowego) na stopień kompresji bezstratnej (tj. takiej, w której nie zastosowano kwantowania błędu predykcji) oraz na jakość obrazu w kompresji stratnej (w tym celu dobrać każdorazowo liczbę poziomów kwantowania w celu uzyskania możliwie jednakowego stopnia kompresji). Zanotować wnioski.
6. Powtórzyć eksperymenty z punktu 4. stosując predyktor **pred_3.cfg** oraz kwantowanie nierównomierne (w tym celu przy wywołaniu programu **predcode** dodać opcję **-n** oraz wartość mniejszą od 1). Obejrzyć histogramy błędu predykcji i porównać je do histogramów z punktu 4. Wyjaśnić przyczynę innego stopnia kompresji uzyskiwanego przy zastosowaniu kodu Huffmana. Dla wybranej wartości parametru **-n** dobrać liczbę poziomów kwantowania w celu uzyskania podobnych stopni kompresji, jak w punkcie 4. Dla tych przypadków porównać zrekonstruowane obrazy z obrazami z punktu 4. Wyznaczyć wartości PSNR i ponownie wykreślić krzywą zależności PSNR od średniej liczby bitów na punkt obrazu. W sprawozdaniu skomentować znaczenie kwantowania nierównomiernego.

Po zakończeniu ćwiczeń usunąć wszystkie pliki z katalogu x: