

Kodowanie obrazów monochromatycznych metodą kwantowania wektorowego.

Ćwiczenie zapoznaje z zastosowaniem kwantowania wektorowego do kompresji obrazów. Spośród wielu sposobów wykorzystania kwantowania wektorowego do kodowania, demonstrowane jest tutaj najprostsze podejście, w którym kwantowany jest bezpośrednio poziom szarości punktów wchodzących w skład prostokątnego bloku. Jasności kolejnych punktów bloku stanowią współrzędne wektora w przestrzeni wielowymiarowej. Kwantyzator wektorowy wykorzystuje indywidualnie projektowaną książkę kodową (do tego celu wykorzystano algorytm wielowymiarowego podziału binarnego).

Ćwiczenie zapoznaje z problematyką projektowania książki kodowej (pokazywany jest m/in wpływ charakteru obrazu na wygenerowany zestaw wektorów), oraz z typowymi zniekształceniami towarzyszącymi kompresji stratnej z wykorzystaniem kwantowania wektorowego. Demonstrowany jest wpływ parametrów kwantowania (rozmiar wektorów oraz wielkość książki kodowej) na jakość zrekonstruowanego obrazu oraz na uzyskiwany stopień kompresji.

Oprogramowanie:

W ćwiczeniu wykorzystywane są programy:

cbdes – program projektuje indywidualną książkę kodową dla wskazanego obrazu. W tym celu obraz dzielony jest na bloki o podanych wymiarach. Metodą podziału binarnego w przestrzeni wielowymiarowej generowana jest książka kodowa o zadanym rozmiarze (zestaw reprezentatywnych bloków minimalizujący błąd średniokwadratowy przy aproksymacji każdego fragmentu obrazu oryginalnego najbliższym mu w sensie euklidesowym wektorem z książki). Wynikowa książka jest generowana zarówno w formie macierzy (plik *.cfg) jak i obrazu (*.pgm).

vq – program kwantuje wektorowo bloki obrazu przy pomocy książki kodowej wskazanej opcją -c. Wynik (ciąg indeksów wektorów z książki zastępujących kolejne bloki obrazu oryginalnego) zapisywany jest do pliku *.cfg

huffcode – program koduje treść obrazu (plik *.pgm) lub zawartość macierzy (plik *.cfg) optymalnym kodem Huffmana. Wynikowy plik binarny zawiera tablicę kodu Huffmana oraz ciąg symboli binarnych opisujących kolejne wartości wejściowe. W ćwiczeniu program ten wykorzystywany jest zarówno do zakodowania książki kodowej jak i ciągu indeksów.

vd – program rekonstruuje obraz na podstawie książki kodowej (wskazanej opcją -c) oraz ciągu indeksów (wskazanej opcją -i). Wynikiem programu jest plik *.pgm.

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).

Uwagi organizacyjne:

1. Ustawienia jasności i kontrastu w monitorach dokonane przez pracowników laboratorium gwarantują poprawne wyświetlanie skali szarości. Nie wolno samodzielnie modyfikować tych ustawień.
2. Obrazy monochromatyczne zapisywane są w formacie PGM. Pliki z obrazami źródłowymi wykorzystywanymi w ćwiczeniu znajdują się w katalogu logicznym v:\pgm\

Polecenia:

1. Przy pomocy programu **cbdes** zaprojektować książkę kodową o rozmiarze 100 złożoną z bloków 8 x 8 punktów dla obrazu **boats**. Taką samą książkę wygenerować dla obrazu **lena**. Porównać wygląd powstałych zestawów wektorów. Odszukać elementy książek charakterystyczne dla danego obrazu. W sprawozdaniu zamieścić wnioski z obserwacji i skomentować wpływ obrazu na charakter wektorów w książce kodowej.
2. Zaprojektować książkę kodową o rozmiarze 500 elementów złożoną z bloków 4 x 4 punkty dla obrazu **boats**. Programem **vq** zakodować obraz **boats** używając wygenerowanej książki. Programem **vd** zrekonstruować obraz i porównać z oryginałem. W sprawozdaniu opisać charakter zniekształceń oraz podać ocenę subiektywną. Wyznaczyć stopień zniekształcenia programem **psnr** i zapisać.
3. Programem **huffcode** obliczyć liczbę bitów potrzebną do zakodowania kodem Huffmana ciągu indeksów otrzymanego z programu **huffcode**. Podobnie obliczyć liczbę bitów potrzebną do zakodowania książki kodowej. Na podstawie sumy obu wyników obliczyć stopień kompresji i zapisać w sprawozdaniu.
4. Powtórzyć punkty 2. i 3. dla obrazu **lena**.
5. Powtórzyć proces kodowania obrazów **boats** i **lena** używając do zakodowania każdego obrazu książki kodowej wygenerowanej dla innego obrazu. Ponownie obliczyć i zapisać w sprawozdaniu stopień kompresji oraz ocenę subiektywną i wartość PSNR. Sformułować wnioski dotyczące znaczenia indywidualnego projektowania książki dla danego obrazu.
6. Dla obrazu **boats** lub **lena** przeprowadzić serię eksperymentów kompresji zmieniając rozmiar książki kodowej (np. 250, 500, 1000, 2000, 4000 i więcej elementów). Każdorazowo wyznaczyć liczbę bitów potrzebną do zakodowania obrazu (wraz z książką kodową) oraz wartość PSNR, a także zmierzyć czas procesu projektowania książki kodowej i samego kodowania (np. używając systemowego polecenia **time**).
7. W sprawozdaniu sporządzić wykres zależności PSNR od liczby bitów strumienia na punkt obrazu. Na tym samym wykresie zaznaczyć punkt odpowiadający kodowaniu z nieoptymalną książką kodową, zaszytą w odbiorniku (modelem takiej sytuacji jest eksperyment z punktu 5.). Na podstawie położenia tego ostatniego względem krzywej postawić w sprawozdaniu hipotezę na temat efektywności jednego i drugiego wariantu kompresji.
8. W sprawozdaniu przedyskutować problem złożoności obliczeniowej algorytmu kwantowania wektorowego na podstawie pomiaru czasów obliczeń z punktu 6.

Po zakończeniu ćwiczeń usunąć wszystkie pliki z katalogu x: