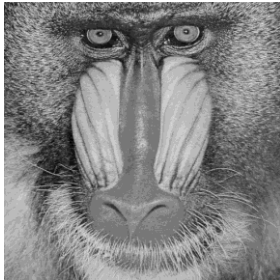


Projekt 2. Zaimplementuj algorytm falkowy odszumiania. Rozważ obrazy bądź dźwięki zaszumione w różnym stopniu (oblicz współczynnik PSNR). Wykonaj odszumianie standardowego progu. Porównaj wyniki dla innych progów. Oceń wyniki.

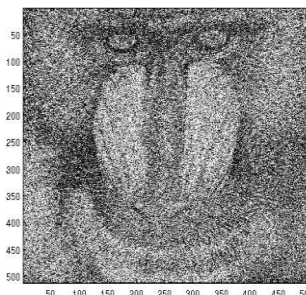
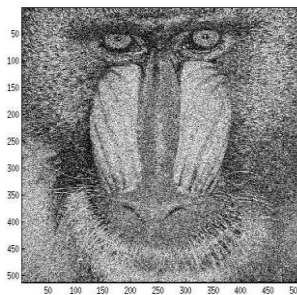
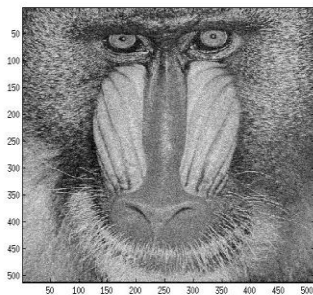


## Informacje wstępne

Będziemy pracować w programie matlab na obrazie Mandrill.gif o wymiarach 512×512 przedstawiony na obrazku obok. Dokonamy zaszumienia obrazu oryginalnego, a następnie spróbujemy zredukować szum przy użyciu różnych metod i porównamy wyniki.

## Zaszumianie i współczynnik PSNR

Pierwszym krokiem jest **zaszumienie** obrazu. Wykorzystano do tego tzw. szum biały (dodanie do każdego piksela liczby losowej z rozkładu normalnego o średniej 0). Funkcja randn(512) zwraca macierz 512×512 losowych liczb z rozkładu normalnego N(0,1). Aby uzyskać większe zaszumienie - z rozkładu N(0,s), należy napisać s\*randn(512). Poniżej przedstawiono obraz zaszumiony dla wartości s=20, 50, 100.



Współczynnik **PSNR** (Szczytowy stosunek sygnału do szumu) to stosunek maksymalnej mocy sygnału do mocy szumu zakłócającego ten sygnał wyrażany w decybelach. Do wyznaczenia tej wartości konieczne jest obliczenie współczynnika **MSE** (średniego błędu kwadratowego) zadanego wzorem:

$$\frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M ([A(i,j) - B(i,j)]^2)$$

Gdzie:

N, M – wymiary obrazu w pikselach (w naszym przypadku N=M=512)

A(i,j) - wartość piksela o współrzędnych (i,j) oryginalnego obrazka

B(i,j) - wartość piksela o współrzędnych (i,j) zaszumionego obrazka

Wartość współczynnika PSNR obliczamy ze wzoru:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{[\max A(i,j)]^2}{MSE} \right)$$

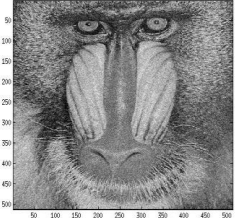
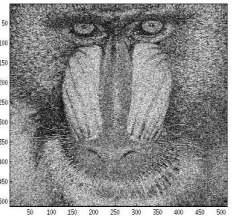
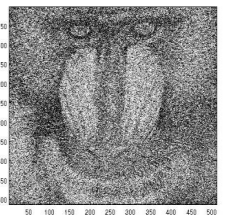
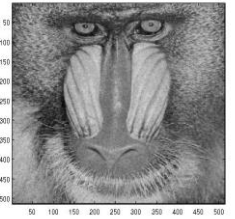
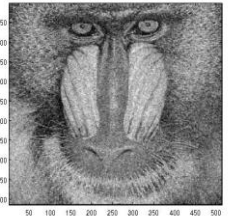
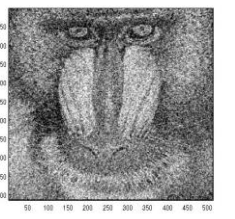
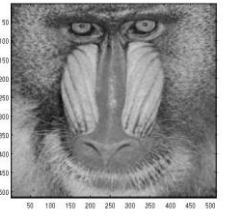
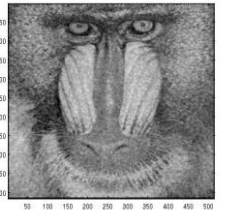
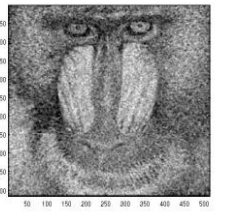
Gdzie max[A(i,j)] jest maksymalną wartością piksela obrazu oryginalnego.

Współczynnik ten wynosi w przybliżeniu:

- 21 dla  $s=20$ ,
- 13 dla  $s=50$ ,
- 7 dla  $s=100$ .

## Odszumianie filtrem Gaussa

Jednym ze sposobów odszumiania jest **rozmycie** polegające na wykonaniu splotu tablicy współczynników obrazu z maską - filtrem Gaussa  $3 \times 3$  lub  $5 \times 5$ . Rozmycie powoduje zmniejszenie ostrości obrazu i redukcję szumu białego. W praktyce rozmycie polega na przyporządkowanie każdemu pikselowi obrazu - średniej ważonej z wartości sąsiednich pikseli (z wagami zadanymi poprzez filtr Gaussa). W poniższej tabeli przedstawiono efekty redukcji szumu białego za pomocą rozmycia. W przypadkach obu masek poziom zaszumienia się zmniejszył. Zauważmy że przy odszumianiu maską o wymiarach  $3 \times 3$  dostaniemy obraz ostrzejszy niż w przypadku filtra o wymiarach  $5 \times 5$ , który z jednej strony bardziej zmiękcza obrazek, lecz z drugiej lepiej redukuje szum.

	Szum $s=20$	Szum $s=50$	Szum $s=100$
zaszumione			
Maska $3 \times 3$			
Maska $5 \times 5$			

## Odszumianie falkowe

Do odszumiania obrazu można wykorzystać również 2-wymiarową transformatę falkową, którą należy wywołać poleceniem dwt2, podając w parametrach macierz współczynników obrazu oraz rodzaj falki. Funkcja dwt2 zwraca 4 macierze:

- CA – macierz współczynników skompresowanego obrazu
- CH - macierz współczynników poziomych
- CV - macierz współczynników pionowych
- CD - macierz współczynników skośnych

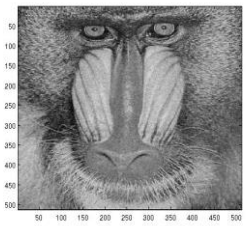
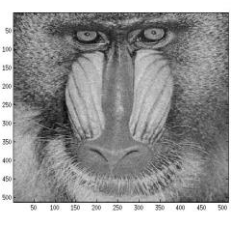
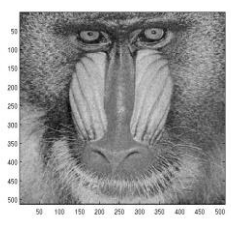
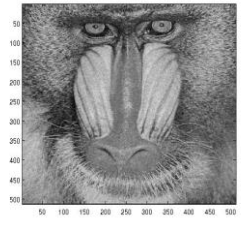
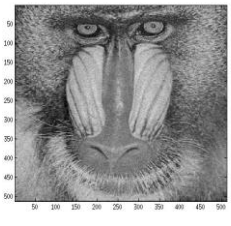
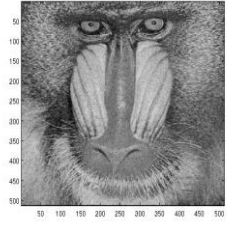
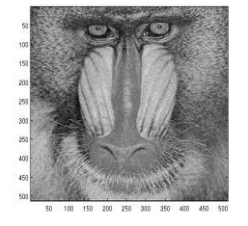
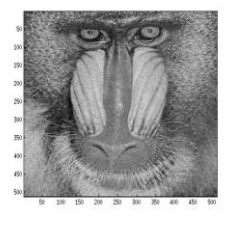
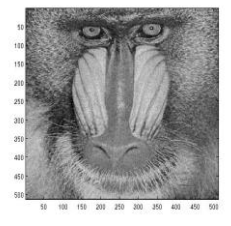
Odszumianie polega na falkowym przeprowadzeniu progowania macierzy szczegółów CH, CV, CD i ponownym “sklejeniu” czterech macierzy w jeden obrazek, czyli wykonaniu falkowej transformaty odwrotnej.

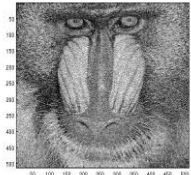
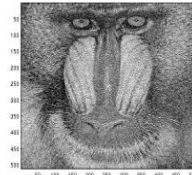
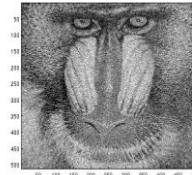
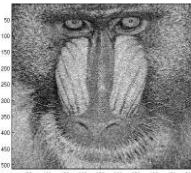
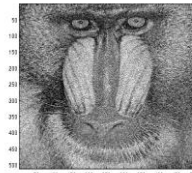
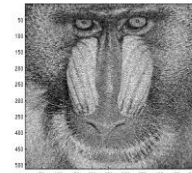
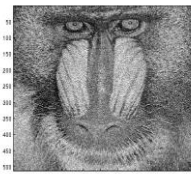
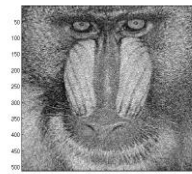
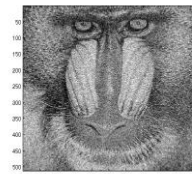
Przy progowaniu używa się zazwyczaj tzw. progu standardowego przyjmującego wartość  $T = \sqrt{2 \cdot s^2 \cdot \ln(n)}$  dla  $n = 512^2$ . My użyjemy również progów wartości 2T i 0.5T.

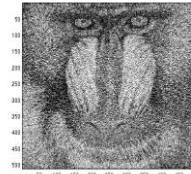
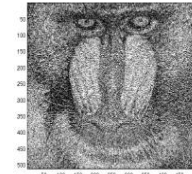
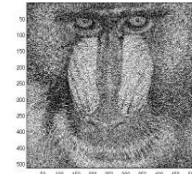
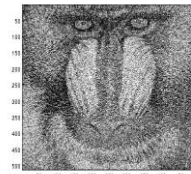
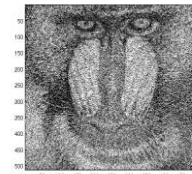
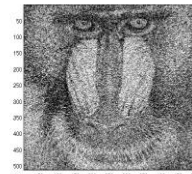
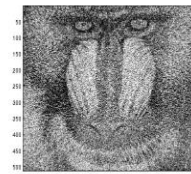
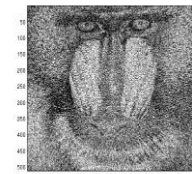
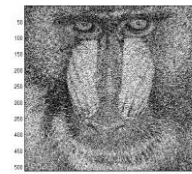
W projekcie wykorzystamy 3 rodzaje falek:

- Falki Daubechies ( w tym przypadku ‘db8’)
- Falki splajnowe biortogonalne (‘bior2.4’)
- Falki symlet (w tym przypadku ‘sym4’)

W poniższych tabelach umieszczono zestawienia efektów odszumiania daną falką przy podanej wartości progu. Każda tabela dotyczy obrazka na innym stopniu zaszumienia.

Szum s=20	db8	bior2.4	sym4
0.5 T			
T			
2 T			

Szum s=50	db8	bior2.4	sym4
0.5 T			
T			
2 T			

Szum s=100	db8	bior2.4	sym4
0.5 T			
T			
2 T			

***Wnioski***

- Transformata falkowa oraz rozmycie dobrze sprawdzają się jako narzędzia redukcji szumu białego
- Transformata falkowa zwraca obrazy odszumione, lecz mniej wygładzone (a przez to ostrzejsze) niż w przypadku rozmycia
- W przypadku szum na poziomie  $s=20$  jest zbyt mały by zasadnicze różnice między obrazkami powstałymi w wyniku odszumiania różnymi falkami były widoczne
- Różnice efektów przy wyborze progów odszumiania  $0.5T$ ,  $T$ ,  $2T$  są nieznaczne (zapewne ze względu na zbyt małe różnice tych wartości lub specyfikę obrazka)