

Przetwarzanie obrazów

Zestaw zadań nr 7

*: zadania na ocenę

1. Wykrywanie krawędzi w obrazie - operator DoG

W obrazie osa.png należy wykryć krawędzie operatorem DoG (wartości parametrów filtrów Gaussa $\sigma = 1$ i $\sigma = 2$).



- (a) Proszę zastosować operator DoG z przetwarzaniem obrazu na 8-u bitach. W jaki sposób można znaleźć znaczące krawędzie (kontury) na obrazie wynikowym?
- (b) Proszę zastosować operator DoG z przetwarzaniem obrazu na 32-u bitach. W jaki sposób można znaleźć znaczące krawędzie na obrazie wynikowym?
- (c) Czy w obu przypadkach znajdywane są te same krawędzie? Odpowiedź proszę uzasadnić.

2. Wykrywanie krawędzi w obrazie - pochodne krawędzi

W obrazie g (zabawka.png) należy wykryć krawędzie poprzez przybliżenie pierwszej pochodnej operacją filtrowania operatorem gradientowym h_y (filtrem gradientowym):

$$h_y = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

oraz przybliżenie drugiej pochodnej operatorem $h_{yy} = h_y * h_y$.

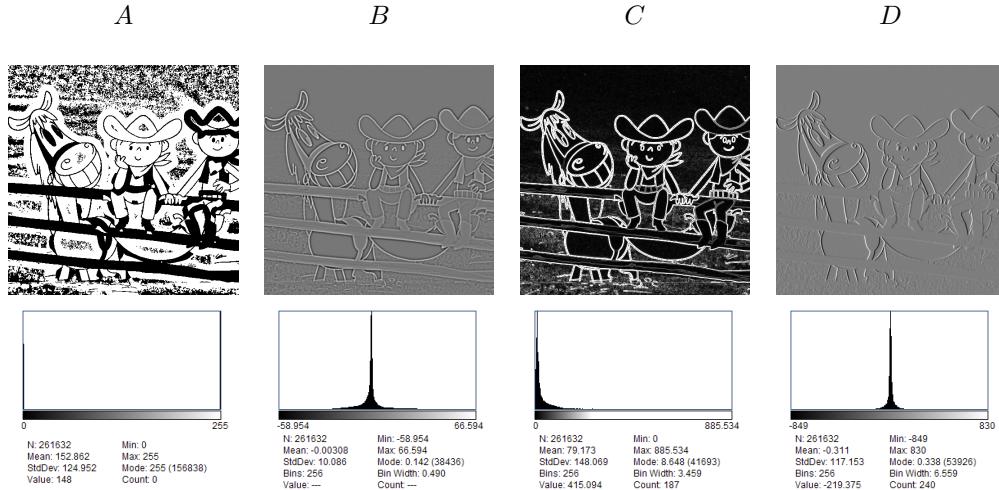


- (a) Które krawędzie wykrywają operatory h_y i h_{yy} ?
- (b) Proszę wykonać operację $g * h_y$ na 32 bitach. Jak można znaleźć krawędzie na obrazie wyjściowym?
- (c) Proszę wykonać operację $g * h_{yy}$ na 32 bitach. Jak można znaleźć krawędzie na obrazie wyjściowym?

3. Wykrywanie krawędzi w obrazie - egzamin SZ 2024/25

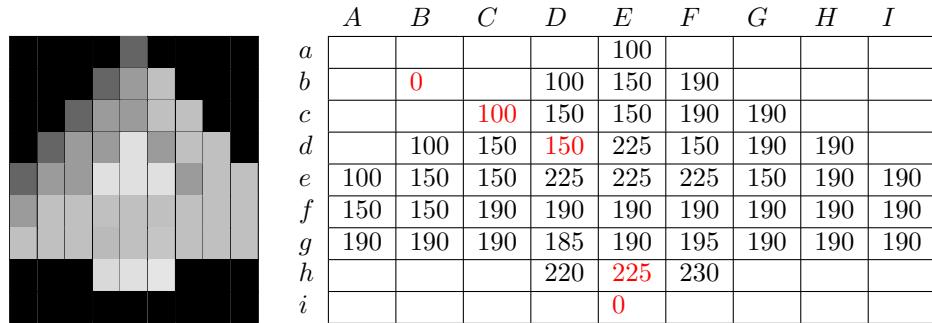
Który z obrazów A, B, C czy D jest wynikiem zastosowania operatora DoG na obrazie wejściowym (operacje na obrazach 32-bit)?





4. Gradient

Na zaznaczonych pozycjach w obrazie wejściowym proszę



(a) wyznaczyć gradienty g_x i g_y operatorami Sobela

$$h_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad h_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

(b) wyznaczyć wartość gradientu G i jego kąt θ ,

(c) przyporządkować kierunkom gradientu możliwe kierunki krawędzi,

(d) wybrać maskę poszukiwania wartości niemaksymalnych (algorytm Non-Maximum Suppression).

5. Gradient - egzamin SL 2024

Które z poniższych zdań dotyczących obliczania gradientu na obrazach nie jest prawdziwe?

(a) Gradient zawsze wskazuje kierunek największego wzrostu wartości szarości.

- (b) Wartość gradientu oblicza się z kwadratów gradientów kierunkowych g_x i g_y .
- (c) Kierunek gradientu oblicza się z sumy gradientów kierunkowych g_x i g_y .
- (d) Jeżeli na obrazie istnieją krawędzie, kierunek gradientu jest prosto-
padły do przebiegu tych krawędzi.
- (e) Na jednolicie białym obszarze obrazu gradient wynosi 0.

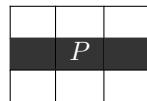
6. Gradient -egzamin SZ 2024/25

Gradient wyznaczony dla piksela P w obrazie wejściowym przyjmuje wartości

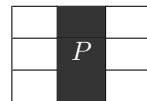
$$\begin{aligned} G(P) &= 20, \\ \theta(P) &= 40^\circ. \end{aligned}$$

Jaki jest możliwy kierunek krawędzi w punkcie P ? Proszę zaznaczyć prawidłową odpowiedź A, B, C lub D .

A



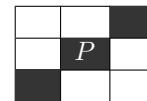
B



C



D



7. Algorytm Non-Maximum Suppression (usunięcie niemaksymalnych pikseli)- egzamin SZ 2024/25

Na poniższym obrazie pokazane są wartości gradientu G i jego kierunek θ przyporządkowany do możliwej krawędzi dla pikseli c_0, \dots, c_9 :

c_0	c_1	c_2
$G_0 = 30$	$G_1 = 50$	$G_2 = 40$
$\theta_0 = 135^\circ$	$\theta_1 = 135^\circ$	$\theta_2 = 135^\circ$
c_3	c_4	c_5
$G_3 = 10$	$G_4 = 20$	$G_5 = 100$
$\theta_3 = 135^\circ$	$\theta_4 = 90^\circ$	$\theta_5 = 45^\circ$
c_6	c_7	c_8
$G_6 = 30$	$G_7 = 20$	$G_8 = 20$
$\theta_6 = 0^\circ$	$\theta_7 = 90^\circ$	$\theta_8 = 45^\circ$

Proszę zaznaczyć na obrazie maskę algorytmu Non-Maximum Suppression dla sąsiadztwa ośmiospójnego piksela c_4 i ocenić, czy piksel c_4 zostanie usunięty.

8. Algorytm wykrywania krawędzi Canny'ego $\star (0.5+1+1+1+1.5+1)$

W obrazie DoubleDuckHongkong.png należy wykryć krawędzie obiektu algorytmem Cannego dla obrazów RGB zgodnie z zalecaną w literaturze kolejnością kroków algorytmu i wyborem operatora:

- obliczenie gradientu niezależnie dla każdego kanału,
- wybór operatora zgodnie z normą L_∞ (maksimum wartości).



Proszę

- wygładzić obraz pajak.png filtrem Gaussa ($\sigma = 2$),
- wyznaczyć gradienty obrazu R_x, G_x, B_x i R_y, G_y, B_y operatorami Sobela

$$h_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad h_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- wyznaczyć gradienty kierunkowe g_x, g_y zgodnie z normą L_∞ (maksimum wartości) oraz wartość gradientu G i jego kąt θ ,

- (d) przyporządkować kierunkom gradientu możliwe kierunki krawędzi,
- (e) wykonać algorytm Non-Maximum Suppression,
- (f) wykonać progowanie z histerezą progami T_1, T_2 :
 - T_2 wyznaczony metodą Otsu,
 - $T_1 = \frac{1}{2}T_2$.

Do rozwiązania należy załączyć obrazy poszczególnych etapów algorytmu oraz podać progi T_1, T_2 .

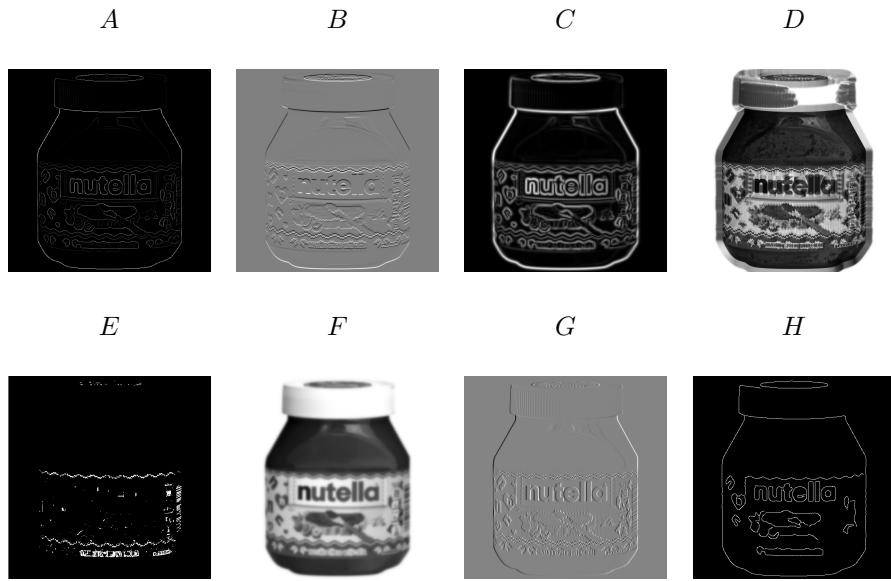
9. Detektor krawędzi Canny'ego - egzamin SZ 2024/25

W poniższym obrazie wyznaczone zostały krawędzie obiektów:



Proszę przyporządkować obrazy A, B, \dots, H do zasadniczych kroków algorytmu Canny'ego (jeden z obrazów nie powstał w wyniku zastosowania tego algorytmu):

- (a) Redukcja szumu \rightarrow obraz ...
- (b) Wyznaczenie gradientów kierunkowych obrazu:
 - gradient $g_x \rightarrow$ obraz ...
 - gradient $g_y \rightarrow$ obraz ...
- (c) Wyznaczenie gradientu obrazu:
 - wartość gradientu $G \rightarrow$ obraz ...
 - kierunek gradientu $\theta \rightarrow$ obraz ...
- (d) Usunięcie niemaksymalnych pikseli (Non-Maximum Suppression) \rightarrow obraz ...
- (e) Progowanie z histerezą (Hysteresis-Threshold) \rightarrow obraz ...



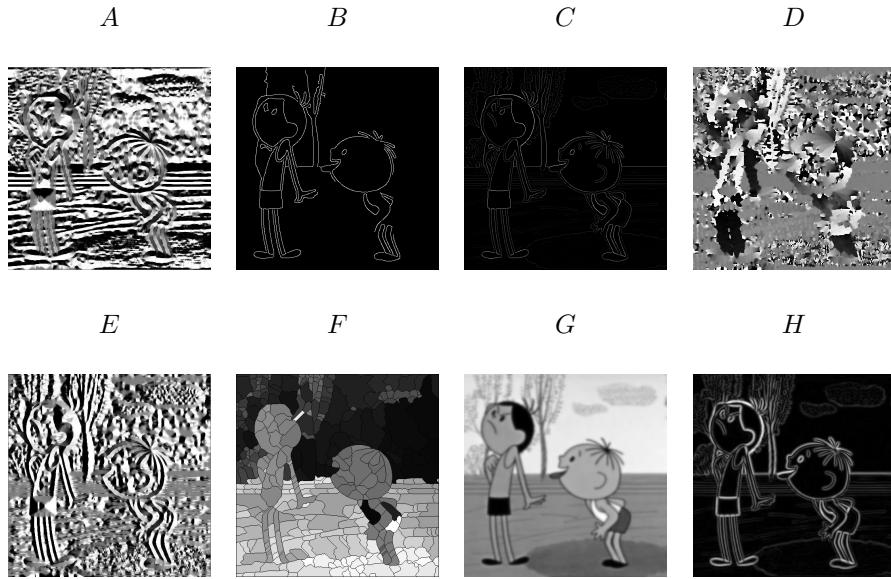
10. Detektor krawędzi Canny'ego - egzamin SL 2024

W poniższym obrazie wyznaczone zostały krawędzie obiektów:

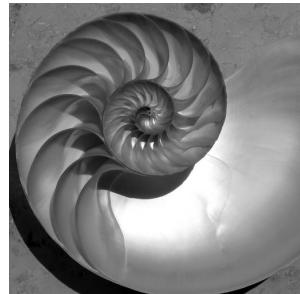


Proszę przyporządkować obrazy A, B, \dots, G do zasadniczych kroków algorytmu Canny'ego (jeden z obrazów nie powstał w wyniku zastosowania tego algorytmu):

- (a) Redukcja szumu \rightarrow obraz ...
- (b) Wyznaczenie gradientów kierunkowych obrazu:
 - gradient $g_x \rightarrow$ obraz ...
 - gradient $g_y \rightarrow$ obraz ...
- (c) Wyznaczenie gradientu obrazu:
 - wartość gradientu $G \rightarrow$ obraz ...
 - kierunek gradientu $\theta \rightarrow$ obraz ...
- (d) Usunięcie niemaksymalnych pikseli (Non-Maximum Suppression) \rightarrow obraz ...
- (e) Progowanie z histerezą (Hysteresis-Threshold) \rightarrow obraz ...



11. **Wykrywanie grzbietów z macierzą Hessego** $\star (0.5 + 1 + 1 + 1.5 + 1)$
 W obrazie g (muszla.png) należy wykryć grzbiety obiektów.



Proszę

- (a) wygładzić obraz zyczenia.png filtrem Gaussa ($\sigma = 2$),
- (b) wyznaczyć drugie pochodne kierunkowe obrazu

$$\begin{aligned} g_{xx} &= h_{xx} * g \\ g_{yy} &= h_{yy} * g \\ g_{xy} &= h_{xy} * g \end{aligned}$$

gdzie

$$h_x = (1 \ 0 \ -1) \text{ i } h_y = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix},$$

a drugie pochodne kierunkowe h_{ij} $i,j \in \{x,y\}$ to splot $h_i * h_j$:

$$\begin{aligned} h_{xx} &= h_x * h_x \\ h_{yy} &= h_y * h_y \\ h_{xy} &= h_x * h_y \end{aligned}$$

- (c) wyznaczyć jako miarę krzywizny główną wartość własną k_1 macierzy Hessego,
- (d) usunąć niemaksymalne piksele w obrazie w kierunku danym przez wektor własny,
- (e) wykonać progowanie z histerezą progami T_1, T_2 :
 - T_2 wyznaczony metodą Otsu,
 - $T_1 = \frac{1}{2}T_2$.

Do rozwiązania należy załączyć obrazy poszczególnych etapów algorytmu oraz podać progi T_1, T_2 .

12. Poprawa jakości binaryzacji obrazu \star (1)

Zacieniony obraz KaszubskieNuty.png należy przetworzyć wstępnie przed wykonaniem binaryzacji.



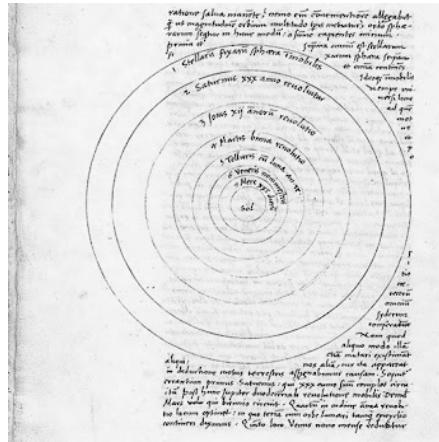
Proszę zaproponować kroki mające na celu usunięcie zacienienia w obrazie. Do rozwiązania proszę załączyć obrazy wyjściowe kolejnych kroków przetwarzania wstępnego i porównać wynik binaryzacji obrazu bez korekty i z wykonaną korektą zacienienia. Proszę podać wybraną metodę binaryzacji.

13. Segmentacja progiem zmiennym \star (2)

Obraz Kopernik.png o wymiarach 345×345 ma zostać progowany progiem zmiennym. W tym celu należy wyznaczyć progi lokalne z histogramów w podregionach o wymiarach 23×23 , wykonać interpolację biliniową wartości progowych $T(m, n)$ dla wszystkich pikseli obrazu i wykonać segmentację

według $g(m, n) > T(m, n)$.

Proszę porównać wynik segmentacji obrazu progiem zmiennym z segmentacją progiem globalnym oraz metodą binaryzacji zaproponowaną w zadaniu 4(c) w zestawie zadań nr 3.



14. Tekstura na obrazie $\star (2 + 1)$

W obrazie talerz.png



proszę

- wybrać trzy regiony o wymiarach 50×50 i wyznaczyć dla każdego z nich dwie macierze szarości (Co-Occurrence-Matrix) z relacją $\rho(x, y) = (x + d \cos \alpha, y + d \sin \alpha)$ dla $\alpha = 0^\circ, d = 1$ i $\alpha = 45^\circ, d = 1.41$,
- z macierzy w punkcie (a) wyznaczyć cechy tekstury Haralicka: energię, kontrast, entropię i jednorodność.

Do rozwiązania proszę załączyć macierze szarości w formie obrazów.