

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 $\sigma = 2$).



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

2. Wykrywanie krawędzi w obrazie - pochodne krawędzi

W obrazie `g` (`Santa.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 $h_{yy} = h_y * h_y$.



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

3. Gradient

Na zaznaczonych pozycjach w obrazie wejściowym proszę

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
<i>a</i>					100				
<i>b</i>		0		100	150	190			
<i>c</i>			100	150	150	190	190		
<i>d</i>		100	150	150	225	150	190	190	
<i>e</i>	100	150	150	225	225	225	150	190	190
<i>f</i>	150	150	190	190	190	190	190	190	190
<i>g</i>	190	190	190	185	190	195	190	190	190
<i>h</i>				220	225	230			
<i>i</i>					0				

- wyznaczyć gradienty g_x i g_y operatorami Sobela

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

- wyznaczyć wartość gradientu G i jego kąt θ ,
- przyporządkować kierunkom gradientu możliwe kierunki krawędzi,
- wybrać maskę poszukiwania wartości niemaksymalnych (algorytm Non-Maximum Suppression).

4. 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 prostopadły do przebiegu tych krawędzi.
- (e) Na jednolicie białym obszarze obrazu gradient wynosi 0.

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

W obrazie pajak.png należy wykryć krawędzie obiektu algorytmem Canny'ego 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

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

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

- (c) 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,

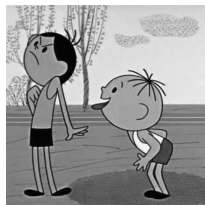
(f) wykonać progowanie z histerezą progami T_1, T_2 :

- 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 .

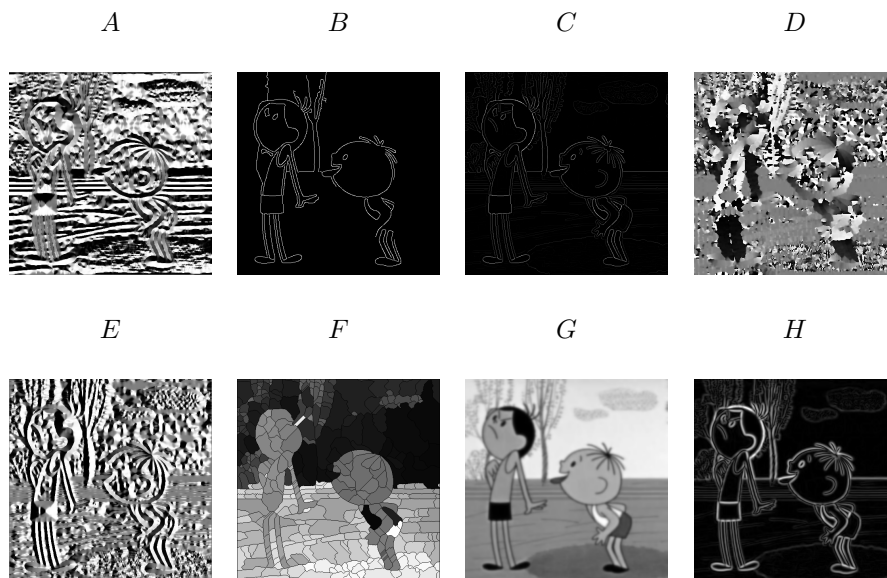
6. **Detektor krawędzi Canny'ego - egzamin SL 2024**

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



7. **Wykrywania grzbietów z macierzą Hessego** \star (0.5 + 1 + 1 + 1.5 + 1)
 W obrazie g (zyczenia.png) należy wykryć grzbiety obiektów.



Proszę

- wygładzić obraz zyczenia.png filtrem Gaussa ($\sigma = 2$),
- 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 .

8. Poprawa jakości binaryzacji obrazu ★ (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.

9. Segmentacja progiem zmiennym ★ (3)

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

