



Filtracja obrazu

Piotr Dalka

Plan wykładu

- Przetwarzanie obrazu
 - Wygładzanie obrazu
 - Przekształcenia wykorzystujące pochodne
 - Wykrywanie krawędzi
- Poprawa jakości obrazów tekstu



Wygładzanie obrazu

- Stosowane jako wstępny etap analizy obrazu w celu usunięcia zakłóceń
- Wygładzanie realizowane jest za pomocą filtracji:
 - liniowej
 - filtr jednorodny
 - filtr trójkątny
 - filtr gaussowski
 - nieliniowej
 - filtr medianowy
 - filtr Kuwahary



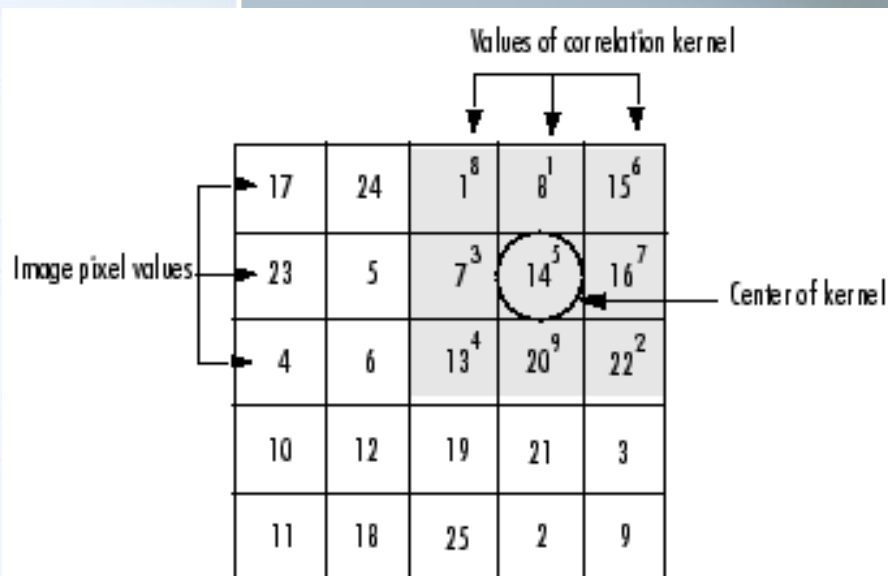
Filtracja 2D

- Filtracja 2D – przestrzenne przekształcenie obrazu, w którym wartość każdego piksela obrazu wyjściowego jest obliczana na podstawie wartości pikseli w sąsiedztwie odpowiadającego mu piksela w obrazie wejściowym



Filtry liniowe

- Filtracja liniowa – wartość piksela wyjściowego jest liniową kombinacją wartości pikseli w sąsiedztwie piksela wejściowego
- Filtracja liniowa – obliczana jako splot obrazu wejściowego z odpowiednim jądrem



- Wartość piksela (2,4):
 $1 \cdot 8 + 8 \cdot 1 + 15 \cdot 6 + 7 \cdot 3 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 7 + 13 \cdot 4 + 20 \cdot 9 + 22 \cdot 2 = 585$

Filtr jednorodny

- Wartość każdego piksela jest wyznaczana jako średnia wartość w jego najbliższym otoczeniu
- Wagi każdego piksela są identyczne i znormalizowane

$$h_{rect}[j,k] = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(a) Rectangular filter ($J=K=5$)

$$h_{circ}[j,k] = \frac{1}{21} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(b) Circular filter ($R=2.5$)

Filtr trójkątny

- Wartość każdego piksela jest wyznaczana jako ważona średnia wartość pikseli w jego najbliższym otoczeniu
- Powstaje jako splot dwóch filtrów jednorodnych
- Jego wagi są znormalizowane

$$h_{rect}[j,k] = \frac{1}{81} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

(a) Pyramidal filter ($J=K=5$)

$$h_{circ}[j,k] = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 5 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(b) Cone filter ($R=2.5$)

Filtr gaussowski

- Parametrami filtru są wartości funkcji Gaussa
- Filtr 2D można traktować jako splot dwóch identycznych filtrów 1D (w płaszczyźnie pionowej i poziomej)

$$h(x,y) = g_{2D}(x,y) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)} \right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{y^2}{2\sigma^2}\right)} \right) \\ = g_{1D}(x) \cdot g_{1D}(y)$$

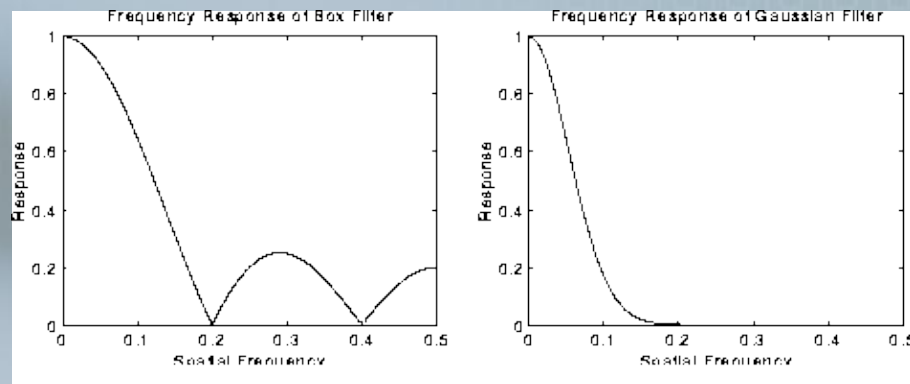
- Przykładowe współczynniki filtru gaussowskiego 5x5 dla $\sigma = 1.0$

$\frac{1}{273}$

1	4	7	4	1
4	16	26	16	4
7	26	41	26	7
4	16	26	16	4
1	4	7	4	1

Filtr uśredniający a filtr gaussowski

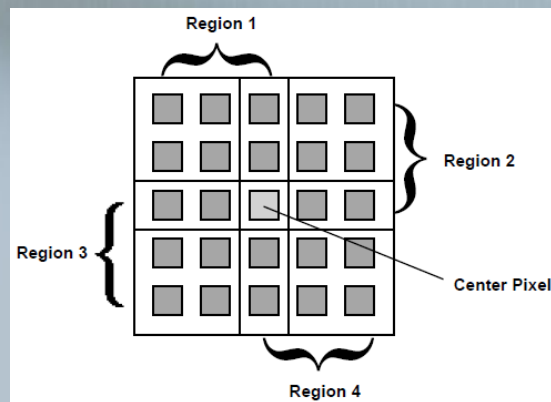
- Charakterystyka częstotliwościowa filtru uśredniającego (jednorodnego) oraz filtru gaussowskiego



- Filtr gaussowski charakteryzuje się monotonicznie malejącą odpowiedzią impulsową (w funkcji częstotliwości) przez co wprowadza znacznie mniejsze zniekształcenia w obrazie, szczególnie na krawędziach obiektów

Filtry nieliniowe

- Filtr medianowy – wartością wyjściową dla każdego piksela jest mediana wartości pikseli w jego sąsiedztwie
- Filtr Kuwahary – wartością wyjściową jest średnia wartość tego z czterech regionów, który charakteryzuje się najmniejszą wariancją



- Filtry nieliniowe w minimalnym stopniu zniekształcają kształty obiektów (zachowują krawędzie)



Przykładowe wyniki wygładzania



a) Original



b) Uniform 5×5



c) Gaussian ($\sigma = 2.5$)



d) Median 5×5



e) Kuwahara 5×5



Plan wykładu

- Przetwarzanie obrazu
 - Wygładzanie obrazu
 - Przekształcenia wykorzystujące pochodne
 - Wykrywanie krawędzi
- Poprawa jakości obrazów tekstu



Pochodna obrazu

- Z matematycznego punktu widzenia, obliczenie takiej pochodnej nie jest możliwe (obraz to dyskretna funkcja współrzędnych przestrzennych będących liczbami całkowitymi)
- Algorytmy obliczania pochodnej stanowią jedynie przybliżenie rzeczywistej pochodnej



Pochodna obrazu

- Pochodna jest obliczana dla osi poziomej x , pionowej y lub w dowolnym innym kierunku θ :

$$[\mathbf{h}_\theta] = \cos\theta \cdot [\mathbf{h}_x] + \sin\theta \cdot [\mathbf{h}_y]$$

- W wyniku obliczania pochodnej wzmocnieniu ulegają składowe wysokoczęstotliwościowe obrazu. Dlatego obliczaniu pochodnej zwykle towarzyszy jednocześnie jego wygładzanie

Pochodna obrazu

- Gradient – pochodna pierwszego rzędu:
 - filtr podstawowy
 - filtr Prewitta
 - filtr Sobela
 - gradient z filtrowaniem gaussowskim
- Laplasjan – pochodna drugiego rzędu
 - filtr podstawowy
 - laplasjan
 - laplasjan z filtrowaniem gaussowskim

Gradient (pierwsza pochodna)

- Filtr podstawowy

$$i) [\mathbf{h}_x] = [\mathbf{h}_y]^T = [1 \quad -1]$$

$$ii) [\mathbf{h}_x] = [\mathbf{h}_y]^T = [1 \quad 0 \quad -1]$$

- Filtr Prewitta – obliczana jest pochodna w jednym kierunku i jednocześnie dokonywane jest wygładzanie filtrem jednorodnym w drugim kierunku

$$[\mathbf{h}_x] = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot [1 \quad 0 \quad -1]$$

$$[\mathbf{h}_y] = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \cdot [1 \quad 1 \quad 1]$$

Gradient (pierwsza pochodna)

- Filtr Sobela - obliczana jest pochodna w jednym kierunku i jednocześnie dokonywane jest wygładzanie filtrem trójkątnym w drugim kierunku:

$$[h_x] = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot [1 \ 0 \ -1]$$

$$[h_y] = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \cdot [1 \ 2 \ 1]$$

- Gradient z wygładzaniem gaussowskim – obliczana jest pochodna z jednoczesnym zastosowaniem filtra gaussowskiego

Gradient (pierwsza pochodna)

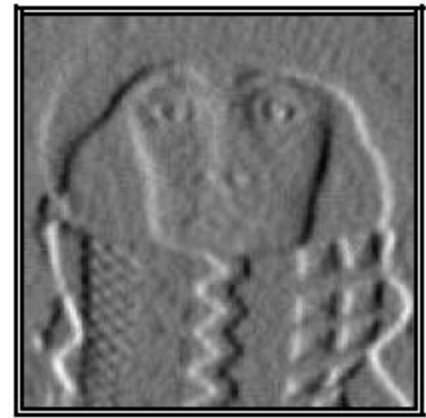
- Gradient wzdłuż osi poziomej



Filtr podstawowy



Filtr Sobela



Z wygładzaniem
gaussowskim



Laplasjan (druga pochodna)

- Filtr podstawowy

$$[\mathbf{h}_{2x}] = [\mathbf{h}_{2y}]^T = [1 \quad -2 \quad 1]$$

- Laplasjan – suma drugich pochodnych obrazu w obu kierunkach

$$[\mathbf{h}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Laplasjan (druga pochodna)

- Gradient drugiego stopnia z wygładzaniem gaussowskim – analogicznie jak dla pierwszej pochodnej
- Przykładowe wyniki:



Laplasjan



Z wygładzaniem Gaussowskim



Plan wykładu

- Przetwarzanie obrazu
 - Wygładzanie obrazu
 - Obliczenie gradientu
 - Wykrywanie krawędzi
- Poprawa jakości obrazów tekstu

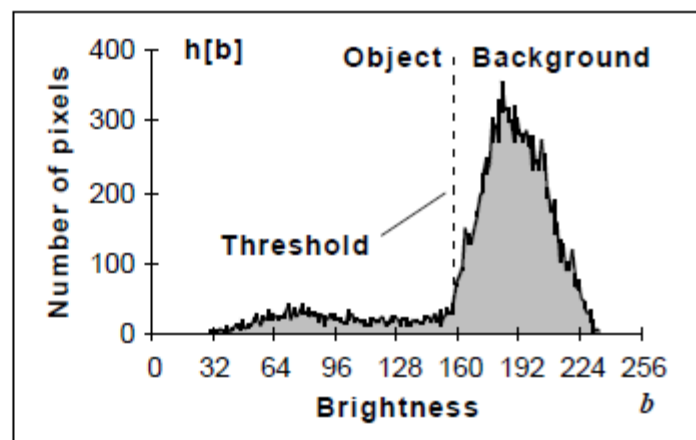
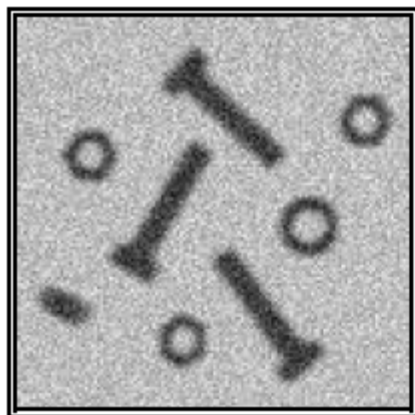


Wykrywanie krawędzi

- Znalezienie krawędzi w obrazie oznacza przekształcenie obrazu kolorowego lub w odcieniach szarości na obraz binarny, w którym wartości niezerowe odpowiadają krawędziom w obrazie oryginalnym.
- Oczekuje się, że znalezione krawędzie będą ciągłe i domknięte.
- Metody wykrywania krawędzi:
 - bazujące bezpośrednio na gradiencie
 - bazujące na analizie przejść przez zero
 - detektor Canny'a

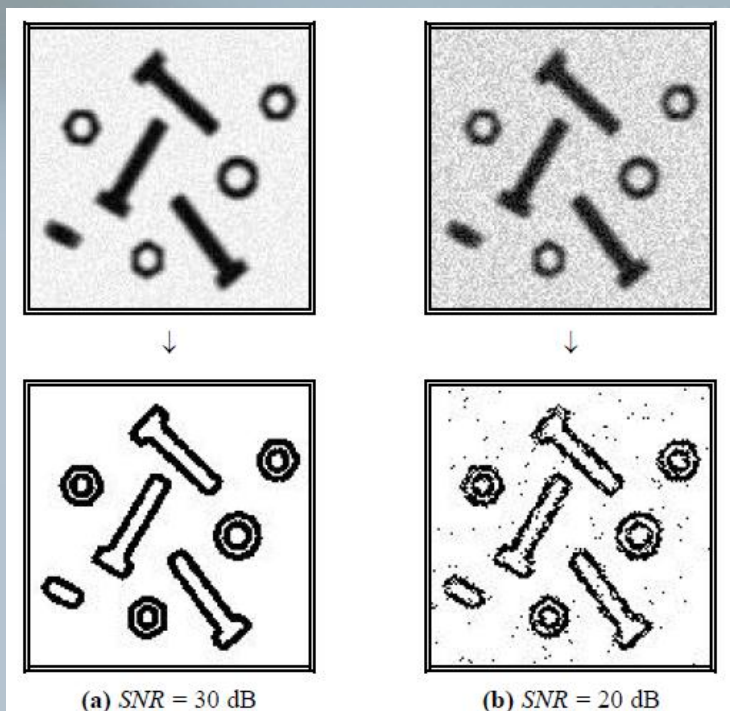
Wykrywanie krawędzi bazujące na gradientencie

- Obliczany jest gradient obrazu, a następnie obraz jest konwertowany na binarny wg obliczonego progu; wartości gradientu powyżej progu traktowane są jako krawędzie obiektu.
- Próg może być zadany z góry lub wyznaczony na podstawie analizy histogramu, np.



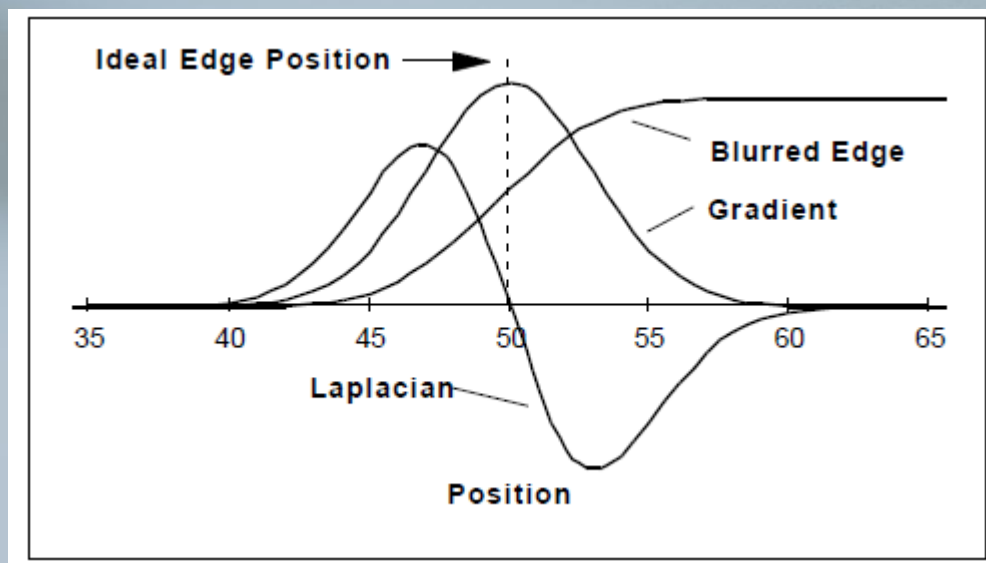
Wykrywanie krawędzi bazujące na gradientencie

- Metoda jest skuteczna tylko w przypadku wysoko-kontrastowych obrazów
- Przykładowy wynik detekcji krawędzi z wykorzystaniem gradientu opartego o filtr Sobela.



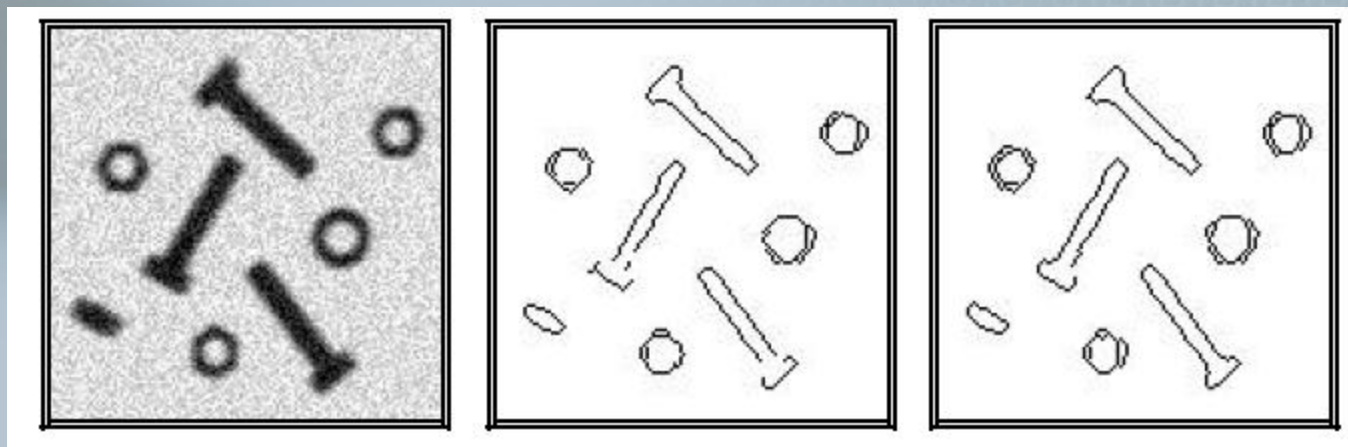
Wykrywanie krawędzi bazujące na analizie przejść przez zero

- Zwykle wykorzystują laplasjan obrazu – zmienia on znak w miejscu występowania krawędzi



Wykrywanie krawędzi bazujące na analizie przejść przez zero

- Przykładowe wyniki algorytmów wykorzystujących analizę przejść przez zero



Detektor krawędzi Canny'a

- Powszechnie stosowany w algorytmach przetwarzania obrazu
- Nazywany „optymalnym” detektorem krawędzi
- Opracowany w taki sposób, aby spełniał trzy warunki:
 - wysoka skuteczność
 - dokładna lokalizacja
 - zminimalizowana szansa uzyskania zduplikowanych krawędzi

Detektor krawędzi Canny'a

- Etapy:

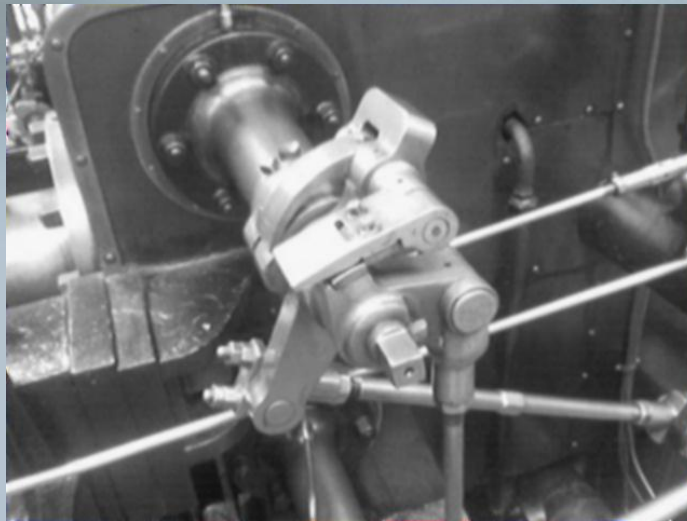
1. Wygładzanie obrazu
2. Wyznaczanie gradientu
3. Tłumienie pikseli nie będących lokalnym maksimum, uwzględniając kierunek gradientu
4. Konwersja obrazu na binarny przy wykorzystaniu dwóch progów i histerezy



Detektor krawędzi Canny'a

1. Wygładzanie obrazu

- Zwykle stosowane jest filtr gaussowski w celu usunięcia szumu i zakłóceń



Detektor krawędzi Canny'a

2. Wyznaczanie gradientu

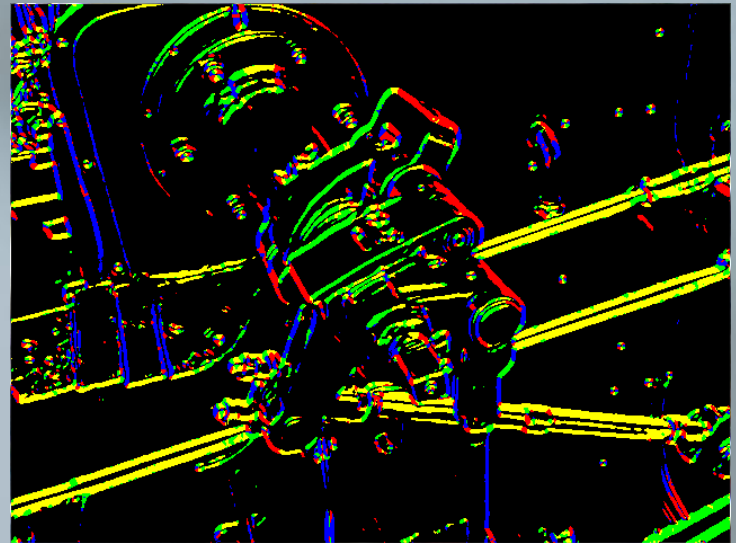
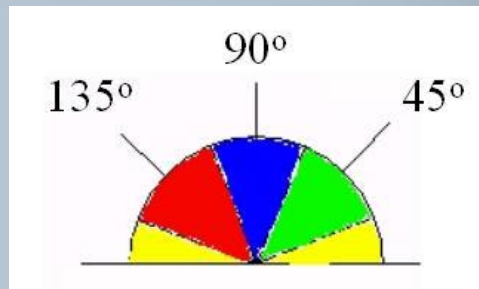
- Obliczana jest pierwsza pochodna obrazu w osi poziomej G_x i pionowej G_y (operator Prewitta, Sobela itp.)
- Dla każdego piksela wyznaczany jest łączny gradient G oraz kierunek gradientu Θ :

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\Theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

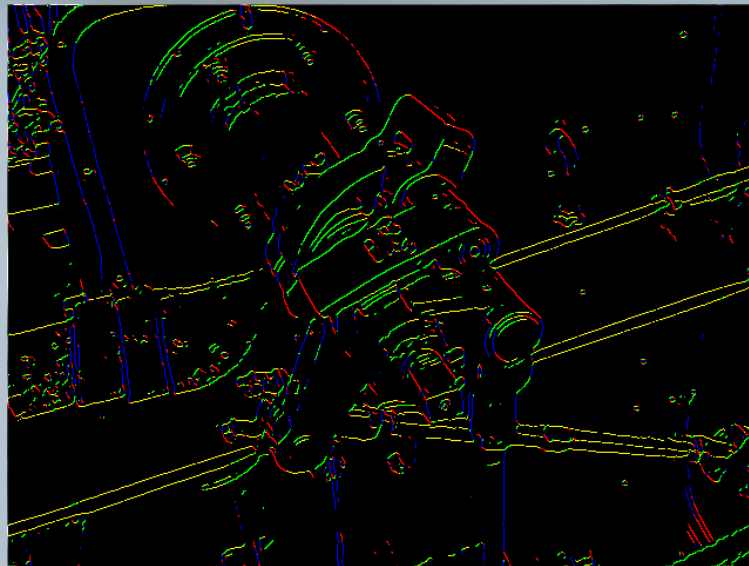
Detektor krawędzi Canny'a

3. Tłumienie pikseli nie będących lokalnym maksimum
 - Każdy kierunek gradientu Θ jest zaokrąglany do jednej z czterech wartości (0, 90, 45 i 135) oznaczających cztery możliwe kierunki sąsiedztwa pikseli w obrazie



Detektor krawędzi Canny'a

3. Tłumienie pikseli nie będących lokalnym maksimum
 - Dla każdego piksela: gradient G jest zerowany, jeśli jego wartość nie jest maksymalna w porównaniu z gradientami dwóch sąsiednich pikseli leżących na osi prostopadłej do kierunku gradientu



Detektor krawędzi Canny'a

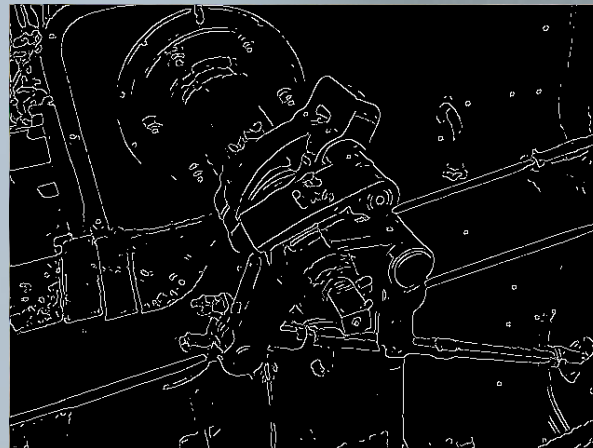
4. Konwersja obrazu na binarny

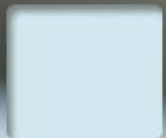
- Nie jest możliwe wyznaczenie jednej wartości progu na wartość gradientu, która pozwoli dokładnie odseparować krawędzie
- Stosuje się histerezę i dwa progi T_1 i T_2 , $T_1 < T_2$ na wartość gradientu
- Piksele o wartości gradientu większej niż T_2 są od razu oznaczane jako krawędź
- Zaczynając od tych pikseli, krawędzie są śledzone (rysowane) wzdłuż kierunku gradientu tak długo, dopóki wartość gradientu znajduje się powyżej progu T_1



Detektor krawędzi Canny'a

- Algorytm charakteryzuje się dwoma grupami parametrów:
 - dotyczących wygładzania – im silniejsze wygładzanie, tym lepsze usuwanie szumu ale jednocześnie większe niebezpieczeństwo nieznaalezienia cienkich krawędzi.
 - dotyczących śledzenia krawędzi: progi T_1 i T_2



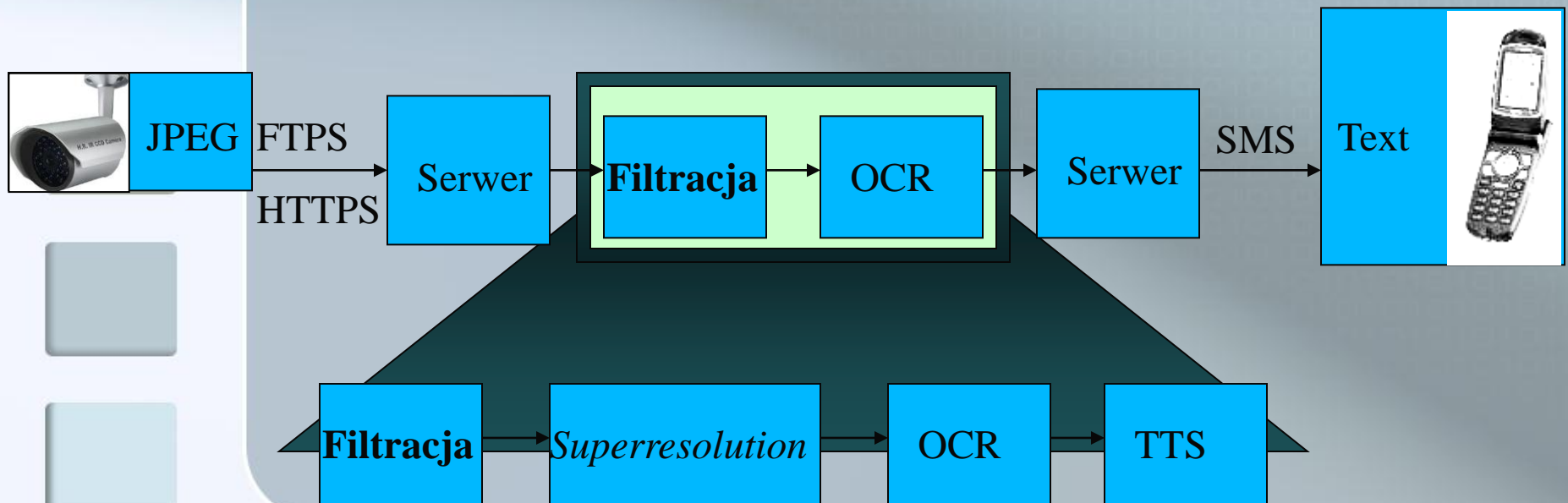


Poprawa jakości obrazów tekstu

Piotr Dalka, Piotr Szczuko

Cel przetwarzania

- Poprawa jakości obrazów tekstu, np. uzyskanych z kamer cyfrowych w celu rozpoznania algorytmem OCR.

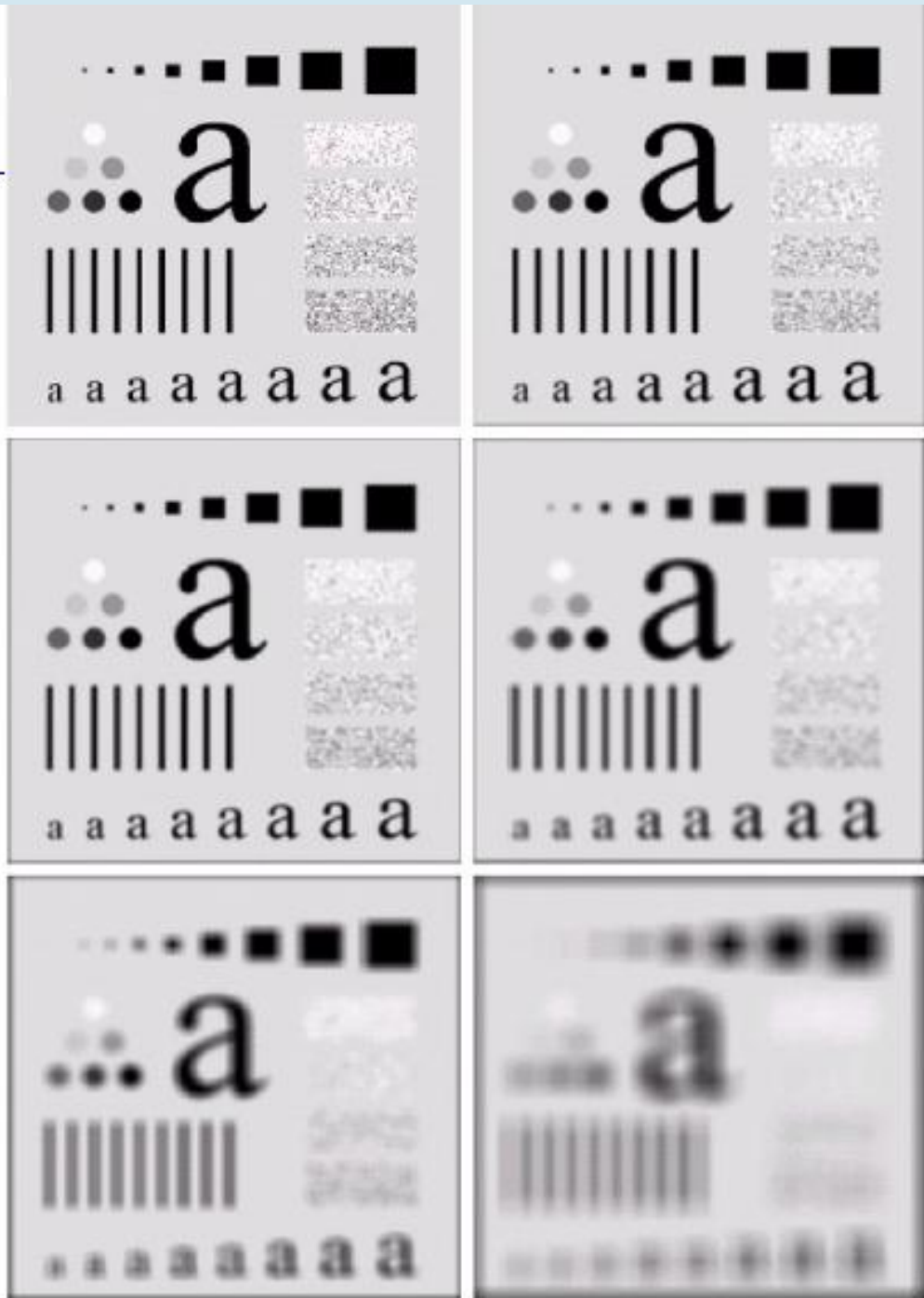


Praktyczne przykłady uzyskiwanych obrazów

it was in the lone supervised case.
gation algorithm it was in the lone supervised case.
gorithm since gation algorithm
upervised covorithm since a
the covarianupervised cov
learning coef the covarianc
all for stabilillearning coeff
unsupervisedcall for stability
method. The unsupervised
ns of the supmethod. The h
ximation errors of the supe
ervised systemximation erro
es to a local nervised system
es to a local m

Obrazy rastrowe

Filtry splotowe - uśredniające



Oryginał maska 3x3

5x5 9x9

15x15 35x35

Filtry splotowe – wykrywanie punktów i krawędzi

Poziome

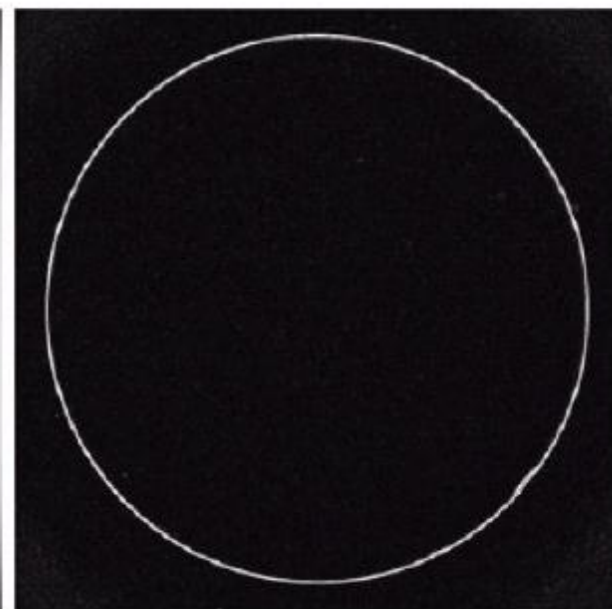
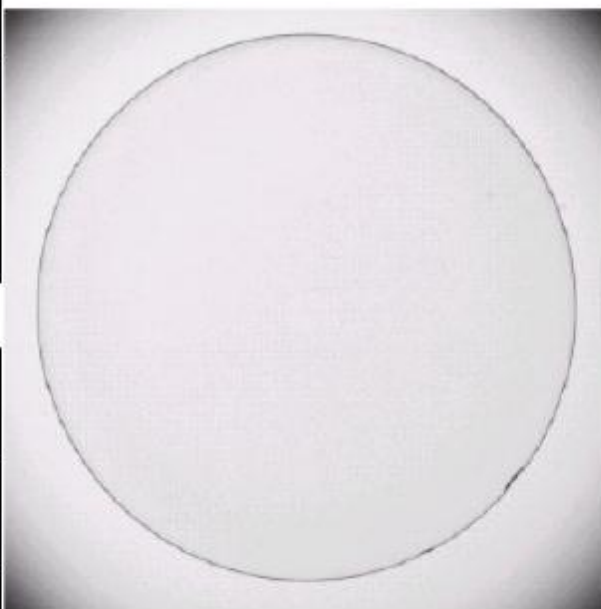
Pionowe

-1	-1	-1	-1	0	1
0	0	0	-1	0	1
1	1	1	-1	0	1

Prewitt

-1	-2	-1	-1	0	1
0	0	0	-2	0	2
1	2	1	-1	0	1

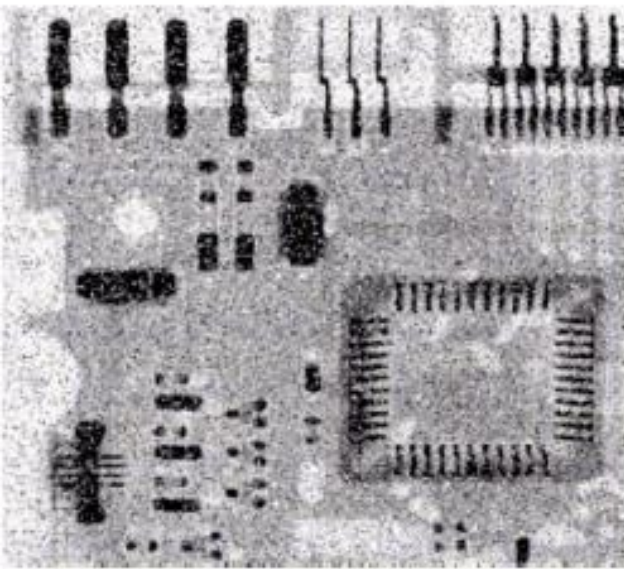
Sobel



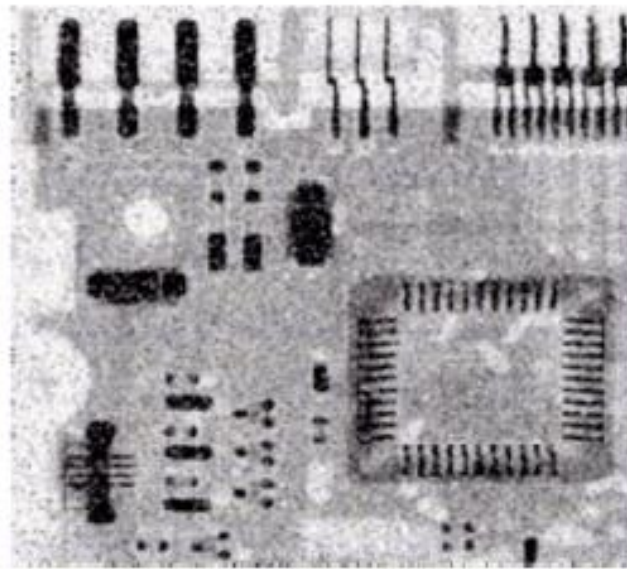
Obraz przetwarzany jest w obu kierunkach,
wyniki są sumowane

Filtracja nieliniowa obrazu

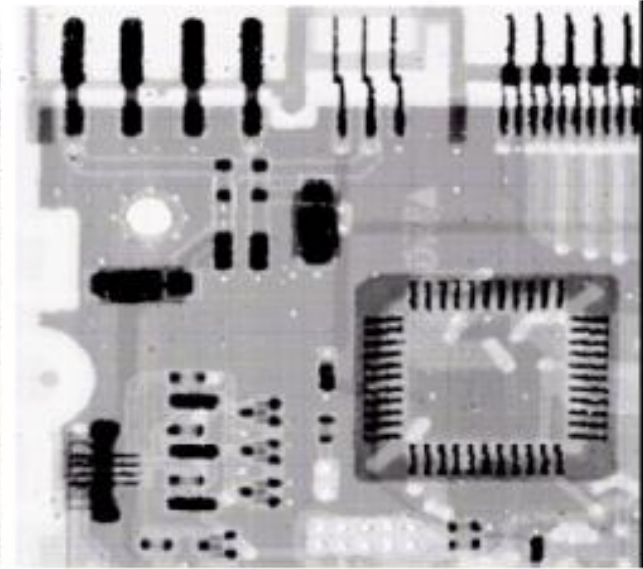
Filtry nieliniowe



Oryginał



uśrednienie 3x3



mediana 3x3

OCR: Przetwarzanie wstępne

- Binaryzacja progowa:
Degradacja obrazu w stopniu niedopuszczalnym

No i raz, akurat jak poszli na kaczki na Butczyńskie Bagna, leśniczy wpadł w trzęsawisko. A ojciec go wyciągnął. No więc kiedy gajowego, Kuźmę Kuźmicza, zarżnęli Cyganie i było wolne miejsce, leśniczy wyznaczył ojca! I tak ojciec został gajowym. Dostawał co miesiąc sześćset dwadzieścia rubli.

A jak kto ma pieniądze, to przepłyje. Bo inne chłopcy, jak przyjdzie zima - idą za robotą do miasta, żeby zarobić i coś kupić. Za dniówki nic człowiek nie kupi. Kartofli dadzą albo żyta. No, owies jeszcze dawali. Prażą go w kotłach całą zimę i jedzą. Jak konie.

A myśmy dobrze jedli. Trzymaliśmy konia, krowę, dwie świnię, gęsi i kury. Śloniny nigdy nam nie brakło. Jak mamunia rano nasmażyła jajecznicę na dużej patelni - to wszystko obwalało w tłuszczu! Chlebka się wzię-

No i raz, akurat jak poszli na kaczki na Butczyńskie Bagna, leśniczy wpadł w trzęsawisko. A ojciec go wyciągnął. No więc kiedy gajowego, Kuźmę Kuźmicza, zarżnęli Cyganie i było wolne miejsce, leśniczy wyznaczył ojca! I tak ojciec został gajowym. Dostawał co miesiąc sześćset dwadzieścia rubli.

A jak kto ma pieniądze, to przepłyje. Bo inne chłopcy, jak przyjdzie zima - idą za robotą do miasta, żeby zarobić i coś kupić. Za dniówki nic człowiek nie kupi. Kartofli dadzą albo żyta. No, owies jeszcze dawali. Prażą go w kotłach całą zimę i jedzą. Jak konie.

A myśmy dobrze jedli. Trzymaliśmy konia, krowę, dwie świnię, gęsi i kury. Śloniny nigdy nam nie brakło. Jak mamunia rano nasmażyła jajecznicę na dużej patelni - to wszystko obwalało w tłuszczu! Chlebka się wzię-

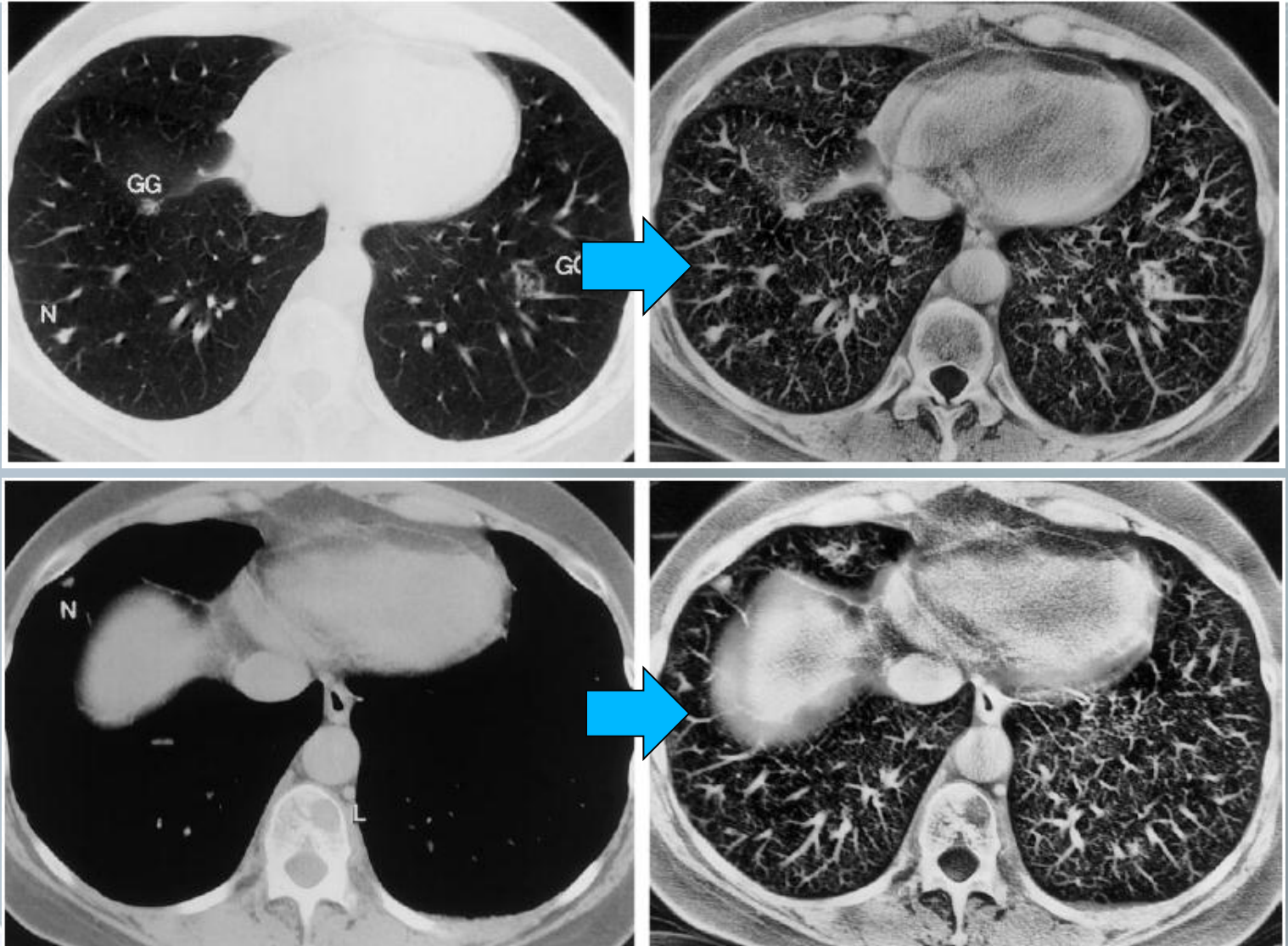
No i raz, akurat jak poszli na kaczki na Butczyńskie Bagna, leśniczy wpadł w trzęsawisko. A ojciec go wyciągnął. No więc kiedy gajowego, Kuźmę Kuźmicza, zarżnęli Cyganie i było wolne miejsce, leśniczy wyznaczył ojca! I tak ojciec został gajowym. Dostawał co miesiąc sześćset dwadzieścia rubli.

A jak kto ma pieniądze, to przepłyje. Bo inne chłopcy, jak przyjdzie zima - idą za robotą do miasta, żeby zarobić i coś kupić. Za dniówki nic człowiek nie kupi. Kartofli dadzą albo żyta. No, owies jeszcze dawali. Prażą go w kotłach całą zimę i jedzą. Jak konie.

A myśmy dobrze jedli. Trzymaliśmy konia, krowę, dwie świnię, gęsi i kury. Śloniny nigdy nam nie brakło. Jak mamunia rano nasmażyła jajecznicę na dużej patelni - to wszystko obwalało w tłuszczu! Chlebka się wzię-

- Alternatywa:
 - lokalne progowanie
 - **lokalne adaptacyjne wyrównywanie histogramu**
 - poprawia kontrastu

Lokalne adaptacyjne wyrównywanie histogramu



Przykład obrazu

it was in the lone supervised case.
gation algorithm needs more computation than does the c
orithm since at each time it updates two ellipsoids with
upervised covariance method updates the winning quant
the covariance and mean. It learns faster and is more ro
learning coefficients for the ellipsoidal backpropagation a
all for stability. So many more iterations are needed to l
unsupervised method used about one fifth the iteration
method. The hybrid system converged in about one thir
ns of the supervised method. The hybrid method was sta
ximation errors tended to be smaller. The hybrid system w
ervised system gives a good estimate of the ellipsoids. The
es to a local minimum when the first estimate does not re

Propozycja postępowania:

- pozostawić tylko elementy wyróżniające się z tła
- usunąć stałe i wolnozmiennie elementy obrazu (gradient tła)

Algorytm wyostrzający

- Filtracja dolnoprzepustowa – uśrednianie:

$$I_m(x, y) = \frac{1}{k^2} \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^k I_o(x+i, y+j)$$

- Standardowy algorytm wyostrzający:

$$I_p(x, y) = I_o(x, y) + A \cdot [I_o(x, y) - I_m(x, y)]$$

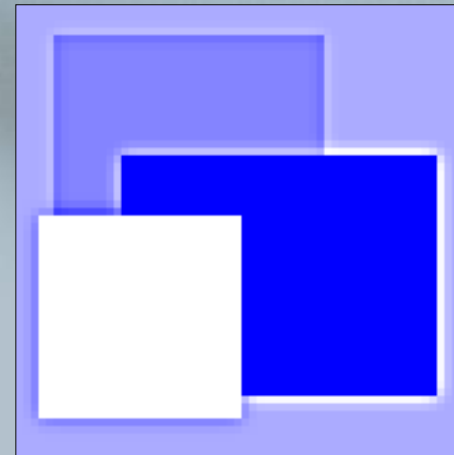
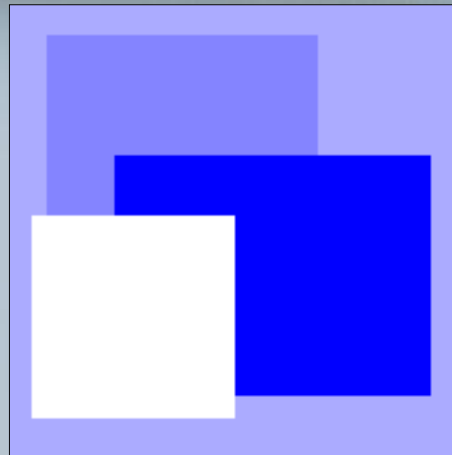
I_o – obraz oryginalny

I_m – obraz uśredniony, $k*k$ – rozmiar maski filtru, np. 3x3

I_p – obraz przetworzony

A – współczynnik wyostżenia

Filtracja wyostrzająca



Pasy Macha



Zmodyfikowany algorytm wyostrzający

- Różnica między pikselem a tłem:

$$I_p(x, y) = 255 - [I_m(x, y) - I_o(x, y)]$$

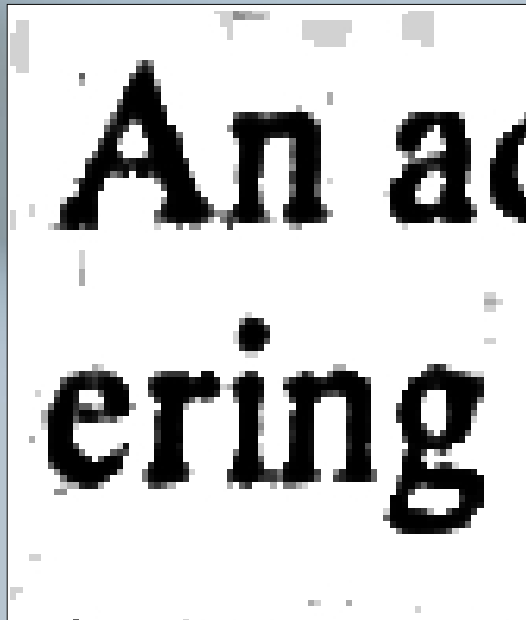
Uśredniony obraz - tło

Oryginał

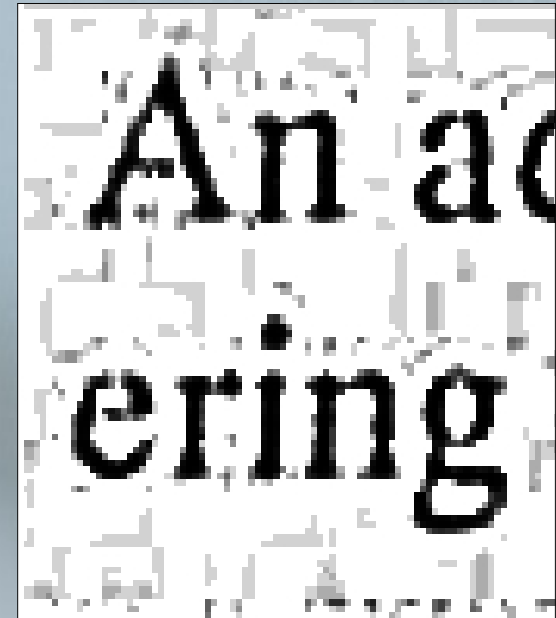
$$I_m(x, y) = \frac{1}{k^2} \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^k I_o(x+i, y+j)$$

Rozmiar maski $k = ?$

Zmodyfikowany algorytm wyostrzający



Maska optymalna

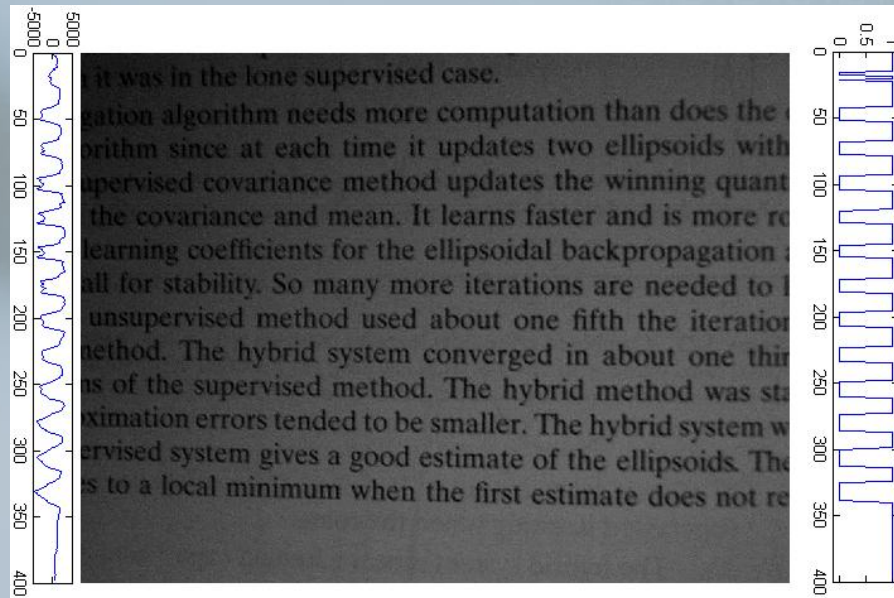


Maska zbyt mała



Zmodyfikowany algorytm wyostrzający

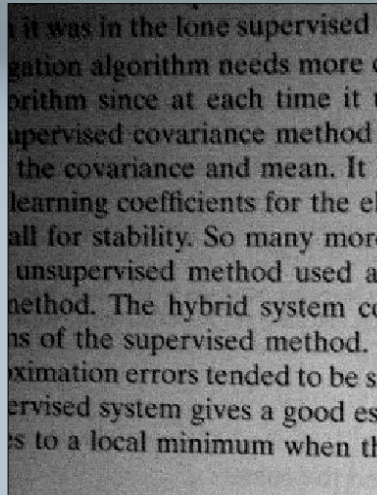
Rozmiar maski filtru k , jest równy średniej wysokości znaku w obrazie.



Estymacja wysokości znaku: Wynik rzutowania obrazu na oś pionową **pozbawiany jest trendu liniowego** i **binaryzowany**. Średnia długość ciągu następujących po sobie wartości '0' przyjmowana jest za poszukiwaną wysokość znaku.

Algorytm przetwarzania

- a) obraz oryginalny
- b) obraz przefiltrowany
- c) różnica a-b

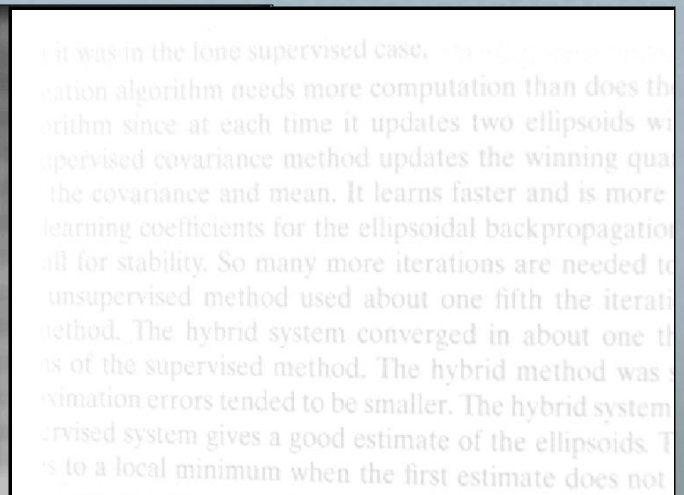


it was in the lone supervised
gation algorithm needs more c
orithm since at each time it
upervised covariance method
the covariance and mean. It
learning coefficients for the e
all for stability. So many mor
unsupervised method used a
method. The hybrid system co
ns of the supervised method.
ximation errors tended to be s
ervised system gives a good es
es to a local minimum when th

a)



b)



The image shows the difference between the original image (a) and the filtered image (b). The background is mostly white, with the text from (a) appearing as dark, high-contrast shapes. This highlights the areas where the original image differs from the filtered version.

c)



Zmodyfikowany algorytm wyostrzający

Korekcja jasności krzywą gamma:

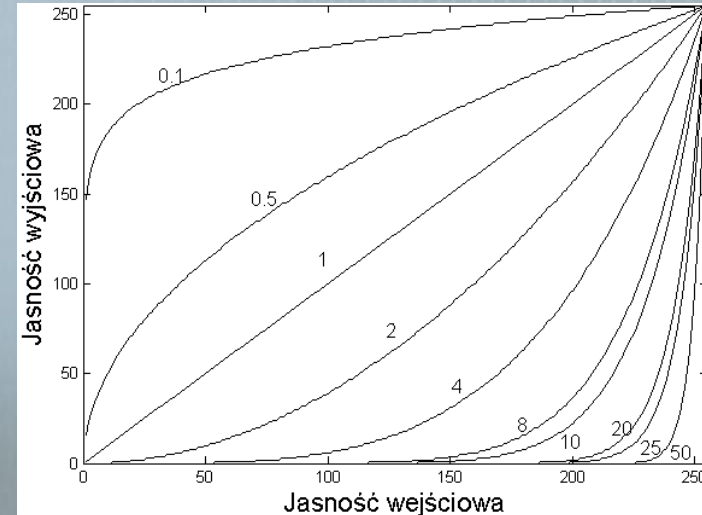
$$I_c(x, y) = \Gamma(I_p(x, y), \gamma)$$

$I_p(x, y)$ – obraz korygowany

$I_c(x, y)$ – obraz po korekcji

Γ – funkcja korygująca

γ – parametr kształtu krzywej



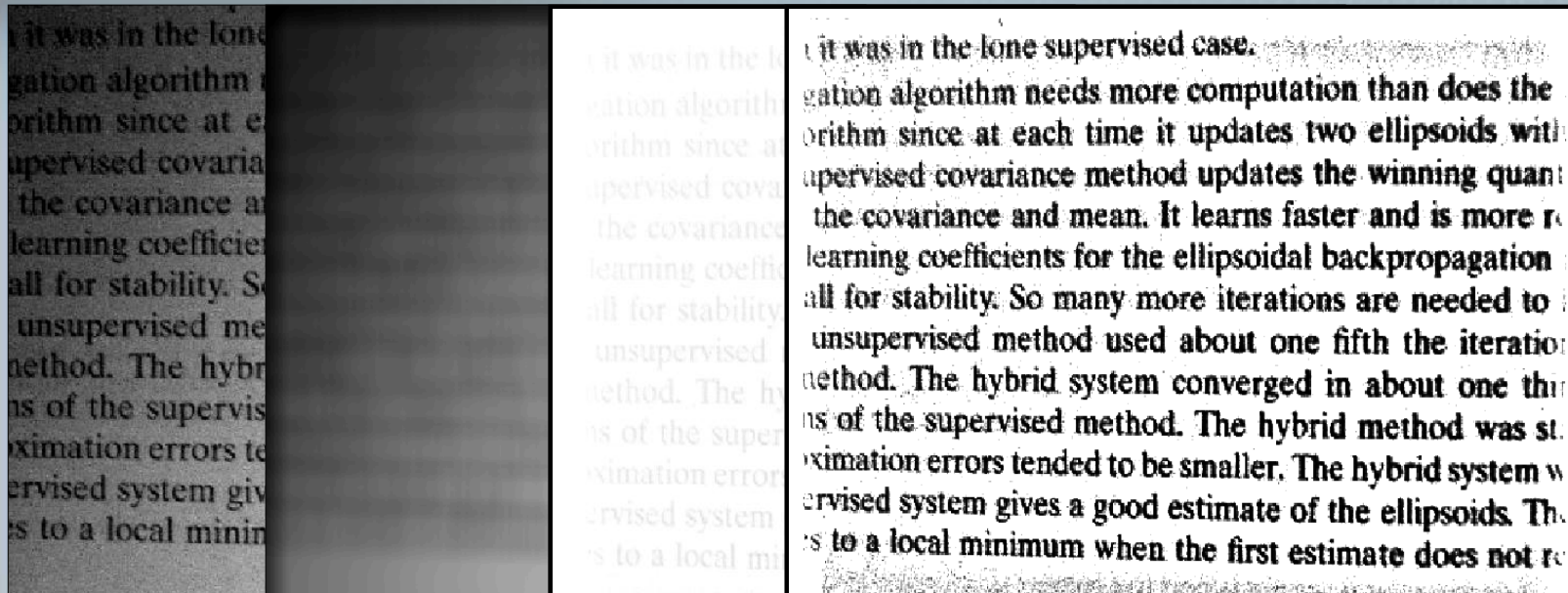
Rodzina krzywych gamma

$$\Gamma(x, \gamma) = x^\gamma \cdot \frac{D}{x_{\max}^\gamma}$$

D / x_{\max}^γ – czynnik normalizujący zmienność funkcji Γ do zakresu $\langle 0, D \rangle$. Dla obrazów 8-bitowych $D=255$

Algorytm przetwarzania

- a) obraz oryginalny
- b) obraz przefiltrowany
- c) różnica a-b
- d) korekcja gamma



a)

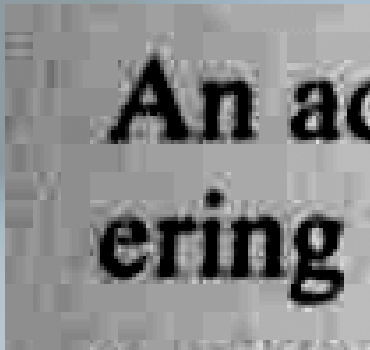
b)

c)

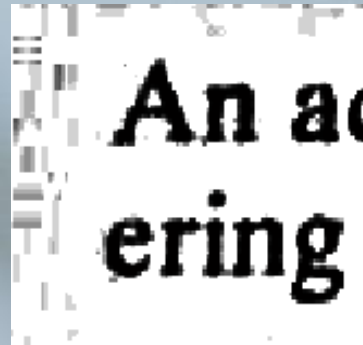
d)

Zmodyfikowany algorytm wyostrzający

Zwykła filtracja medianowa usuwa szum, jednak pozostawia wyraźnie widoczne artefakty kompresji



a)



b)



c)

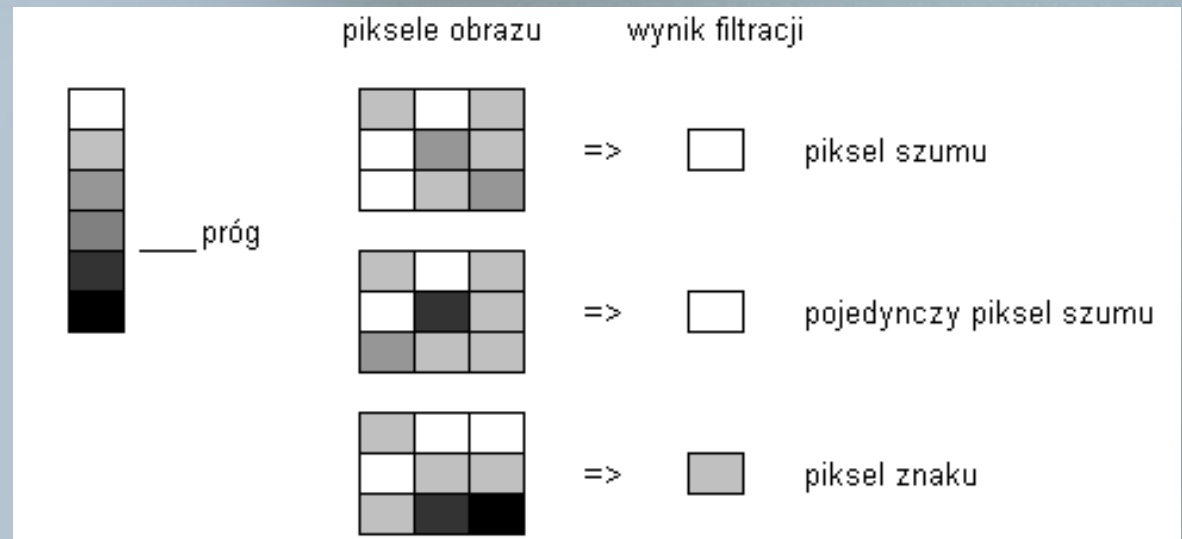
- a) fragment obrazu oryginalnego,
- b) wynik działania algorytmu – uwydatnienie artefaktów
- c) wynik filtracji medianowej

Zmodyfikowany algorytm wyostrzający

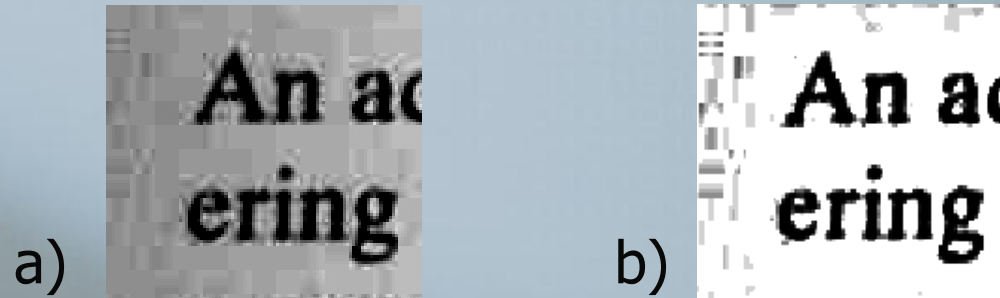
Filtracja nieliniowa - redukcja szumu i artefaktów kompresji:

1. jeżeli łącznie mniej niż N pikseli przykrytych maską ma jasność mniejszą od progowej, to piksel środkowy uznawany jest za piksel szumowy i wynikiem filtracji jest piksel biały
2. jeżeli łącznie N lub więcej pikseli przykrytych maską ma jasność mniejszą od progowej, to piksel uznawany jest za piksel znaku i wynikiem filtracji jest piksel o jasności piksela środkowego

Przykład
dla $N=2$



Zmodyfikowany algorytm wyostrzający



a) fragment obrazu oryginalnego,

b) wynik działania algorytmu – uwydatnienie artefaktów

Przykład filtracji nieliniowej w proponowanym algorytmie –
usunięcie artefaktów:



oryginał



$N=3$

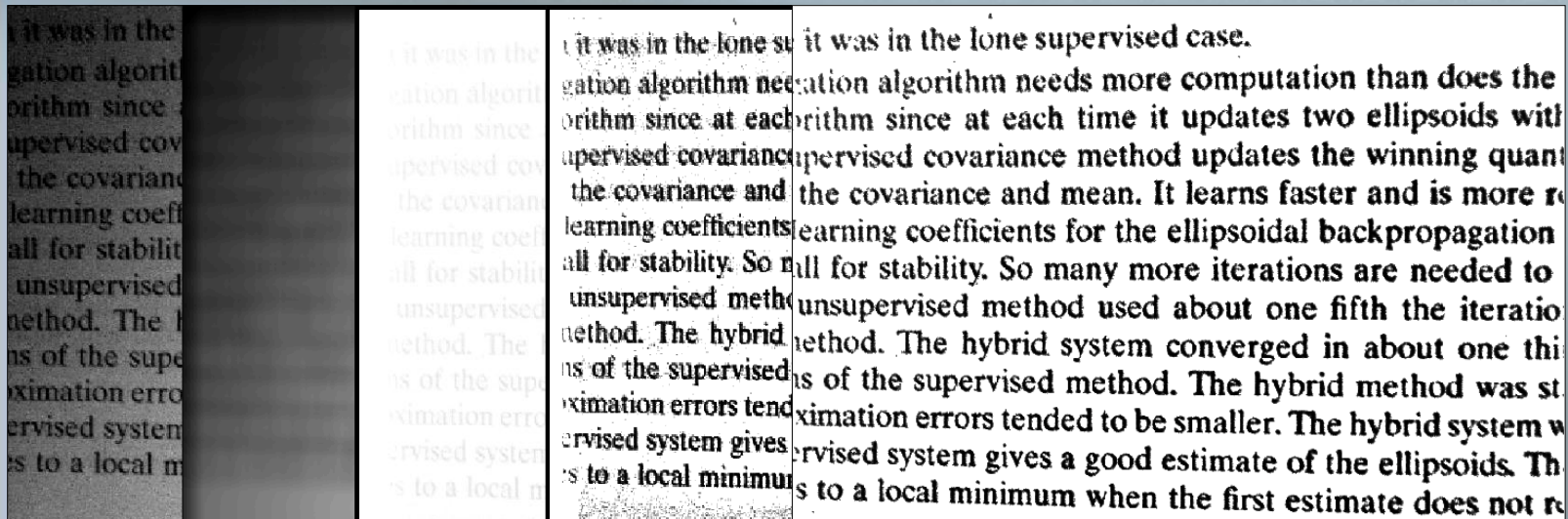


$N=2$



Algorytm przetwarzania

- a) obraz oryginalny
- b) obraz przefiltrowany
- c) różnica a-b
- d) korekcja gamma
- e) filtracja nieliniowa



a)

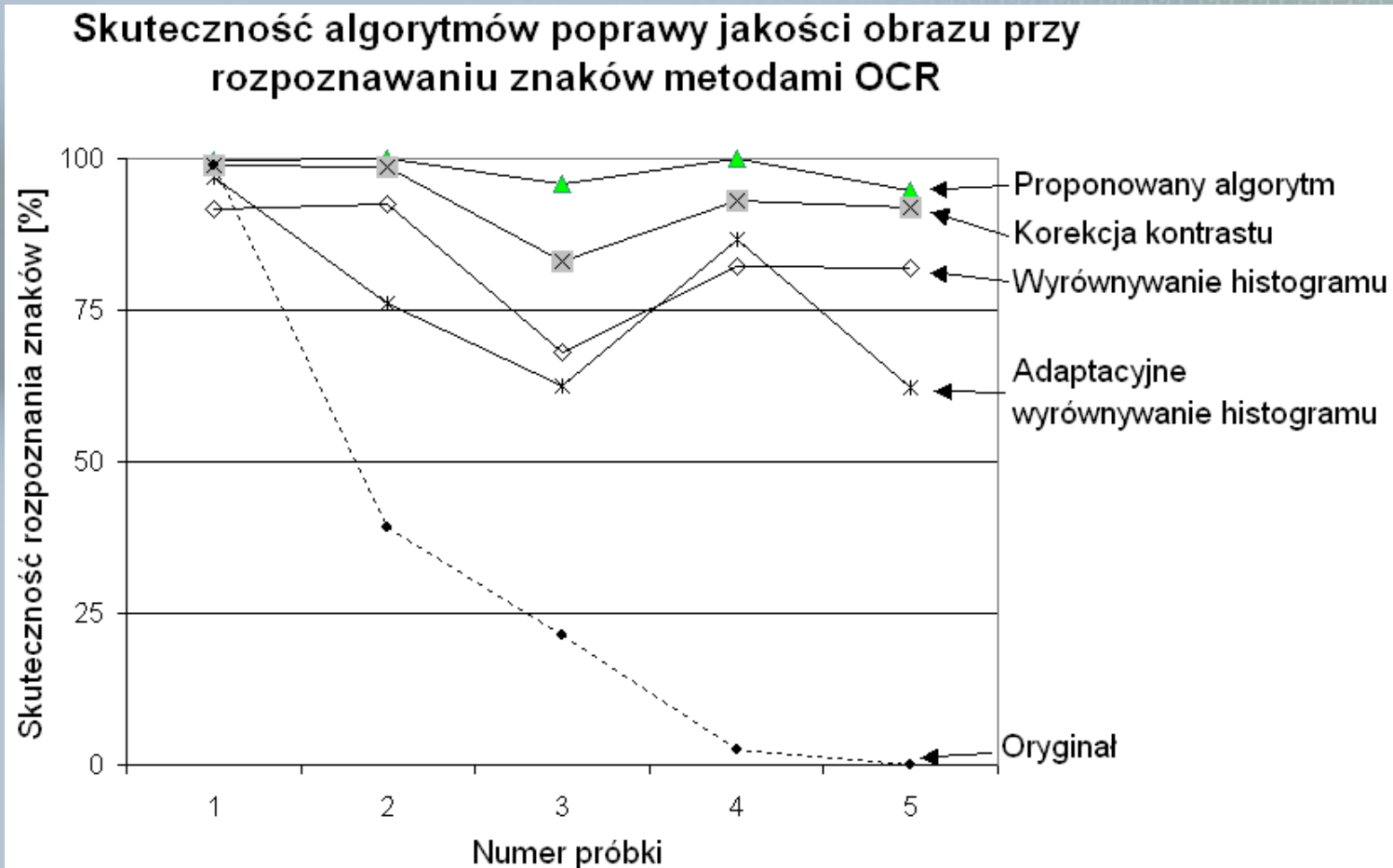
b)

c)

d)

e)

Skuteczność



Oprogramowanie OCR: ABBYY FineReader 7.0
Professional Edition

Skuteczność rozpoznania znaków

Obraz ciemny, jednolicie oświetlony

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

y. Figure 3.25 shows the hybrid learning process for a system refined this suboptimal choice of ellipsoid higher than it was in the lone supervised case.

Oryginał

98,9%

Wyrównanie histogramu

91,6%

Adaptacyjne wyrównanie histogramu

97,1%

Korekcja kontrastu

98,9%

Proponowany algorytm

99,6%

Skuteczność rozpoznania znaków

Obraz ciemny, gradient tła



Oryginał
21,4%

Wyrówny-
wanie
histogramu
68%

Adaptacyjne
wyrówny-
wanie
histogramu
62,4%

Korekcja
kontrastu
83%

Proponowany
algorytm
95,9%

Skuteczność rozpoznania znaków

Obraz bardzo ciemny, częściowo nieostry



Oryginał	Wyrównanie histogramu	Adaptacyjne wyrównanie histogramu	Korekcja kontrastu	Proponowany algorytm
0%	82%	62,2%	91,9%	94,6%

OCR

1. Wykrywanie linii tekstu
2. Segmentacja tekstu
3. Rozpoznawanie znaków
 - normalizacja rozmiaru
 - porównanie z wzorcem i/lub analiza rzutów



Document Image Reconition

Superresolution



a



b



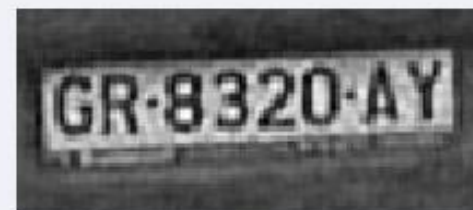
c



d



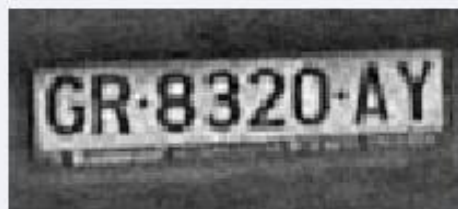
e



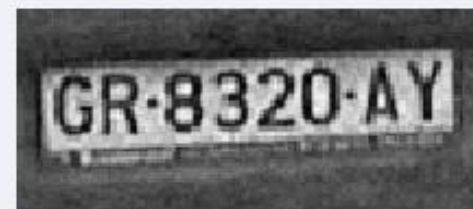
f



g



h



i

a) Oryginał hi-res; b) powiększony obraz o niskiej rozdzielczości;
c-i) obrazy zrekonstruowane na podstawie 1,2,4,5,8,12,16
obrazów o niskiej rozdzielczości

Superresolution

- Algorytm Irani & Peleg

$$g_k(m, n) = \sigma_k(h(T_k(f(x, y)))) + \eta_k(x, y)$$

- f - poszukiwany obraz wysokiej rozdzielczości poddany:
 - T_k - transformacji 2D z f do g_k
 - h - rozmywaniu odpowiednim filtrem
 - σ_k - przepróbkowaniu (zmianie rozdzielczości)
- zazumiony:

η_k - szumem addytywnym

daje w rezultacie:

- g_k - k -ty przechwycony obraz

Zadanie algorytmu: znaleźć operacje, które z f wyznaczają g i wykonać działanie odwrotne

Inne problemy

104
to be deprived of any advantage
which may properly accrue from
Competition.
All reasonable pre-
cautions should be used to pro-
tect the state from losses by the
abuse of the indulgence of a
retardation at the com-
mencement of the lease, as it
may be expected that some
will endeavour to take advantage
of it, obtaining all they can
from the land during the
rent free term, and abandon-
ing it when the period of
payment arrives. Your knowledge
of the country and of the peo-
ple will enable you to suggest
what safeguards are practica-
ble and you will of course
bear in mind the great impor-
tance of abstaining from the

104
to be deprived of any advantage
which may properly accrue from
Competition.
All reasonable pre-
cautions should be used to pro-
tect the state from losses by the
abuse of the indulgence of a
retardation at the com-
mencement of the lease, as it
may be expected that some
will endeavour to take advantage
of it, obtaining all they can
from the land during the
rent free term, and abandon-
ing it when the period of
payment arrives. Your knowledge
of the country and of the peo-
ple will enable you to suggest
what safeguards are practica-
ble, and you will of course
bear in mind the great impor-
tance of abstaining from the

Wang Q., Xia T., Li L., Tan C. „Document image enhancement using directional wavelet” Proc of IEEE CVPR, 2003