

WYKŁAD 6

Sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$ w przypadku stosowania masek o rozmiarach 3×3 .

1. Nadanie L_{min} lub L_{max} , np. dla $L_{min}=0$, $M=16$:

$[p(i,j)]$

$[q(i,j)]$

4	4	8	8	8			15	15	15	15	15
4	4	8	8	8			15				15
4	4	8	8	8			15				15
4	4	4	4	4			15				15
4	4	4	4	4			15	15	15	15	15

2. Pozostawienie bez zmian

$[p(i,j)]$

$[q(i,j)]$

4	4	8	8	8			4	4	8	8	8
4	4	8	8	8			4				8
4	4	8	8	8			4				8
4	4	4	4	4			4				4
4	4	4	4	4			4	4	4	4	4

3. Tymczasowe powielenie skrajnych kolumn i wierszy obrazu pierwotnego

$[p(i,j)]$ w celu uzyskania właściwego sąsiedztwa dla przetwarzanych pikseli. Tymczasowy rozmiar obrazu pierwotnego $[pT(i,j)]$: $(N+1) \times (N+1)$

$[pT(i,j)]$

4	4	4	8	8	8	8
4	4	4	8	8	8	8
4	4	4	8	8	8	8
4	4	4	8	8	8	8
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4

Rozmiar obrazu wynikowego $[q(i,j)]$ wynosi $N \times N$

Wielokrotne przebiegi filtrów wygładzających i wyostrzających

Przykład: Dwa przebiegi filtru wygładzającego

Obliczyć maskę filtru wygładzającego o rozmiarze 5x5 wiedząc, że efekt działania tego filtru ma być równoważny efektowi działania dwóch przebiegów filtru 3x3 o macierzy wag jak na rysunku.

Filtr3x3

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Układ współrzędnych:

					y →
	x-2,y-2	x-2,y-1	x-2,y	x-2,y+1	x-2,y+2
	x-1,y-2	x-1,y-1	x-1,y	x-1,y+1	x-1,y+2
	x,y-2	x,y-1	x,y	x,y+1	x,y+2
	x+1,y-2	x+1,y-1	x+1,y	x+1,y+1	x+1,y+2
	x+2,y-2	x+2,y-1	x+2,y	x+2,y+1	x+2,y+2
x ↓					

Rozwiązanie:

Wartość piksla obrazu wynikowego po pierwszym przebiegu filtru:

$$g(x,y) = 1/9 * f(x-1,y-1) + 1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x-1,y+1) + 1/9 * f(x,y-1) + 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x,y+1) + 1/9 * f(x+1,y-1) + 1/9 * f(x+1,y) + 1/9 * f(x+1,y+1)$$

gdzie $f(x,y)$ - wartość piksla o współrzędnych x,y obrazu pierwotnego

Wartość tego samego piksla po dwóch przebiegach tego filtru:

$$\begin{aligned} h(x,y) &= 1/9 * g(x-1,y-1) + 1/9 * g(x-1,y) + 1/9 * g(x-1,y+1) + 1/9 * g(x,y-1) + \\ &+ 1/9 * g(x,y) + 1/9 * g(x,y+1) + 1/9 * g(x+1,y-1) + 1/9 * g(x+1,y) + 1/9 * g(x+1,y+1) \\ h(x,y) &= 1/9 * [1/9 * f(x-2,y-2) + 1/9 * f(x-2,y-1) + 1/9 * f(x-2,y) + 1/9 * f(x-1,y-2) + \\ &+ 1/9 * f(x-1,y-1) + 1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x,y-2) + 1/9 * f(x,y-1) + 1/9 * f(x,y)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x-2,y-1) + 1/9 * f(x-2,y) + 1/9 * f(x-2,y+1) + 1/9 * f(x-1,y-1) + \\ &+ 1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x-1,y+1) + 1/9 * f(x,y-1) + 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x,y+1)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x-2,y) + 1/9 * f(x-2,y+1) + 1/9 * f(x-2,y+2) + 1/9 * f(x-1,y) + \\ &+ 1/9 * f(x-1,y+1) + 1/9 * f(x-1,y+2) + 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x,y+1) + 1/9 * f(x,y+2)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x-1,y-2) + 1/9 * f(x-1,y-1) + 1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x,y-2) + \\ &+ 1/9 * f(x,y-1) + 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x+1,y-2) + 1/9 * f(x+1,y-1) + 1/9 * f(x+1,y)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x-1,y-1) + 1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x-1,y+1) + 1/9 * f(x,y-1) + \\ &+ 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x,y+1) + 1/9 * f(x+1,y-1) + 1/9 * f(x+1,y) + 1/9 * f(x+1,y+1)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x-1,y) + 1/9 * f(x-1,y+1) + 1/9 * f(x-1,y+2) + 1/9 * f(x,y) + \\ &+ 1/9 * f(x,y+1) + 1/9 * f(x,y+2) + 1/9 * f(x+1,y) + 1/9 * f(x+1,y+1) + 1/9 * f(x+1,y+2)] + \\ &+ 1/9 * [1/9 * f(x,y-2) + 1/9 * f(x,y-1) + 1/9 * f(x,y) + 1/9 * f(x+1,y-2) + \\ &+ 1/9 * f(x+1,y-1) + 1/9 * f(x+1,y) + 1/9 * f(x+2,y-2) + 1/9 * f(x+2,y-1) + 1/9 * f(x+2,y)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +1/9*[1/9*f(x,y-1)+1/9*f(x,y)+1/9*f(x,y+1)+1/9*f(x+1,y-1)+ \\
& +1/9*f(x+1,y)+1/9*f(x+1,y+1)+1/9*f(x+2,y-1)+1/9*f(x+2,y)+1/9*f(x+2,y+1)]+ \\
& +1/9*[1/9*f(x,y)+1/9*f(x,y+1)+1/9*f(x,y+2)+1/9*f(x+1,y)+1/9*f(x+1,y+1)+1/9*f(x+1,y+2) \\
& +1/9*f(x+2,y)+1/9*f(x+2,y+1)+1/9*f(x+2,y+2)] =
\end{aligned}$$

(Otrzymujemy 25 wartości, które są wagami wynikowego filtra 5x5)

$$\begin{aligned}
= & 1/81*f(x-2,y-2)+2/81*f(x-2,y-1)+3/81*f(x-2,y)+2/81*f(x-1,y-2)+4/81*f(x-1,y-1)+6/81*f(x- \\
& 1,y)+3/81*f(x,y-2)+6/81*f(x,y-1)+9/81*f(x,y)+2/81*f(x-2,y+1)+4/81*f(x- \\
& 1,y+1)+6/81*f(x,y+1)+1/81*f(x-2,y+2)+2/81*f(x-1,y+2)+3/81*f(x,y+2)+2/81*f(x+1,y- \\
& 2)+4/81*f(x+1,y-1)+6/81*f(x+1,y)+4/81*f(x+1,y+1)+2/81*f(x+1,y+2)+2/81*f(x+2,y- \\
& 1)+1/81*f(x+2,y-2)+3/81*f(x+2,y)+2/81*f(x+2,y+1)+1/81*f(x+2,y+2).
\end{aligned}$$

Maska wynikowa: rozmiar 5x5, współczynnik $K=1/81$:

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

Zalety i wady metody gradientowej:

- nieuwydatnianie zakłóceń (tak jak w FG),
 - w obrazach o małej kontrastowości kłopoty z interpretacją wyników.
- Wniosek: konieczność zastosowania techniki opartej na metodzie **poszukiwania krawędzi o z góry zadanym kształcie**.

Metoda uzgadniania wzorca

Uzgadnianie obrazu metodą konwolucji ze wzorcem danej, idealnej krawędzi, tzn. z maską krawędzi.

Maski **Prewitta** do detekcji krawędzi w formie narożników o różnych ustalonych kierunkach:

N	NE	E	SE																																				
<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>-2</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr></table>	1	1	1	1	-2	1	-1	-1	-1	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>-2</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	-1	-2	1	-1	-1	1	<table border="1"><tr><td>-1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>-2</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	-1	1	1	-1	-2	1	-1	1	1	<table border="1"><tr><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>-2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	-1	-1	1	-1	-2	1	1	1	1
1	1	1																																					
1	-2	1																																					
-1	-1	-1																																					
1	1	1																																					
-1	-2	1																																					
-1	-1	1																																					
-1	1	1																																					
-1	-2	1																																					
-1	1	1																																					
-1	-1	1																																					
-1	-2	1																																					
1	1	1																																					
S	SW	W	NW																																				
<table border="1"><tr><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>-2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	-1	-1	-1	1	-2	1	1	1	1	<table border="1"><tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>-2</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	-1	-1	1	-2	-1	1	1	1	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>-2</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>-1</td></tr></table>	1	1	-1	1	-2	-1	1	1	-1	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>-2</td><td>-1</td></tr><tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr></table>	1	1	1	1	-2	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1																																					
1	-2	1																																					
1	1	1																																					
1	-1	-1																																					
1	-2	-1																																					
1	1	1																																					
1	1	-1																																					
1	-2	-1																																					
1	1	-1																																					
1	1	1																																					
1	-2	-1																																					
1	-1	-1																																					

Metoda **Kirscha**: wartość piksla (i,j) jest zmieniana według wzoru:

$$g(i, j) = \max_{k=0}^7 \{1, \max[|5S_k - 3T_k|]\}$$

gdzie: $S_k = f_k + f_{k+1} + f_{k+2}$; $T_k = f_{k+3} + f_{k+4} + f_{k+5} + f_{k+6} + f_{k+7}$

f - obraz źródłowy, g - obraz wynikowy

Indeksy punktów obrazu f - wartości modulo 8

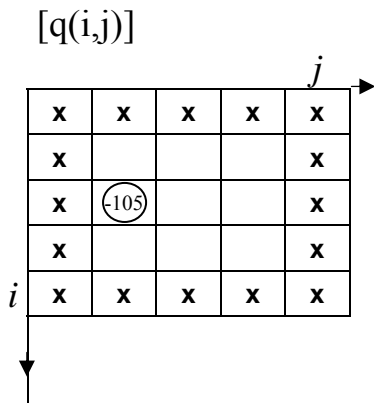
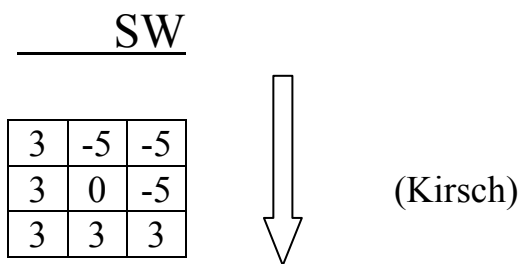
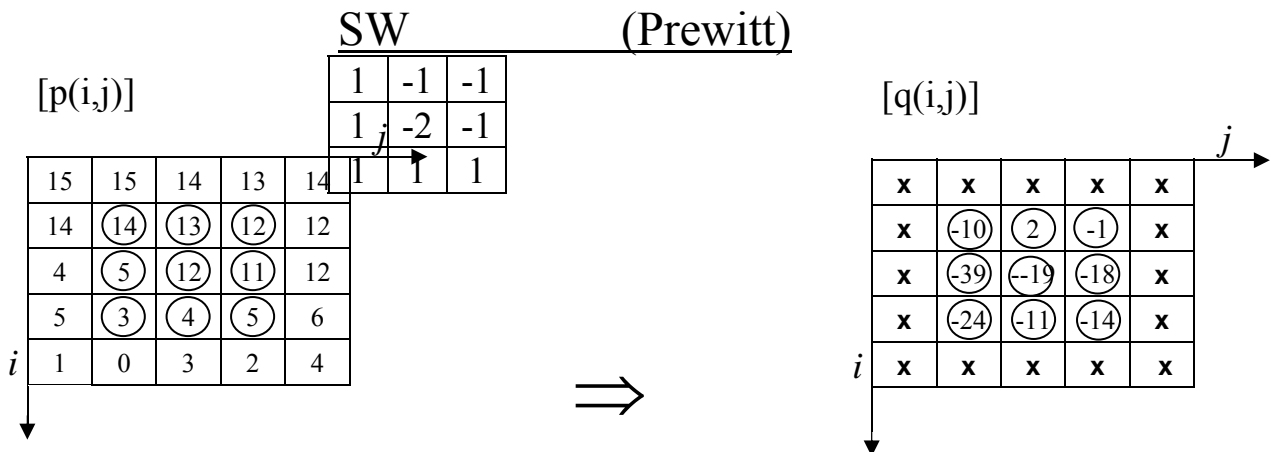
Numeracja piksli:

0	1	2
7	i,j	3
6	5	4

Maski odpowiadające operatorowi Kirscha (maski Kirscha):

N	NE	E	SE																																				
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td></tr> </table>	3	3	3	3	0	3	-5	-5	-5	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>-5</td><td>3</td></tr> </table>	3	3	3	-5	0	3	-5	-5	3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>-5</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>	-5	3	3	-5	0	3	-5	3	3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>-5</td><td>-5</td><td>3</td></tr> <tr><td>-5</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>	-5	-5	3	-5	0	3	3	3	3
3	3	3																																					
3	0	3																																					
-5	-5	-5																																					
3	3	3																																					
-5	0	3																																					
-5	-5	3																																					
-5	3	3																																					
-5	0	3																																					
-5	3	3																																					
-5	-5	3																																					
-5	0	3																																					
3	3	3																																					
S	SW	W	NW																																				
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>	-5	-5	-5	3	0	3	3	3	3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>3</td><td>-5</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>	3	-5	-5	3	0	-5	3	3	3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>-5</td></tr> </table>	3	3	-5	3	0	-5	3	3	-5	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>-5</td></tr> <tr><td>3</td><td>-5</td><td>-5</td></tr> </table>	3	3	3	3	0	-5	3	-5	-5
-5	-5	-5																																					
3	0	3																																					
3	3	3																																					
3	-5	-5																																					
3	0	-5																																					
3	3	3																																					
3	3	-5																																					
3	0	-5																																					
3	3	-5																																					
3	3	3																																					
3	0	-5																																					
3	-5	-5																																					

Przykład: porównanie operatorów Prewitta i Kirscha



$$q_{22} = 15 + 14 + 4 + 15 + 12 - 28 - 15 - 14 - 13 = -10$$

$$q_{23} = 15 + 14 + 15 + 12 + 11 - 26 - 14 - 13 - 12 = 2$$

$$q_{32} = 14 + 4 + 5 + 3 + 4 - 30 - 14 - 13 - 12 = -39$$

$$q_{42} = 4 + 5 + 1 + 3 + 4 - 30 - 14 - 13 - 12 = -24$$

$$q_{33} = 14 + 15 + 3 + 4 + 5 - 24 - 13 - 12 - 11 = -19$$

$$q_{43} = 15 + 3 + 3 + 4 - 8 - 12 - 11 - 5 = -11$$

$$q_{24} = 14 + 13 + 12 + 11 + 12 - 24 - 13 - 14 - 12 = -11$$

$$q_{34} = 13 + 12 + 4 + 5 + 6 - 22 - 12 - 12 - 12 = -18$$

$$q_{44} = 12 + 4 + 3 + 4 + 2 - 10 - 11 - 12 - 6 = -14$$

$$q_{22} =$$

$$q_{32} = 3 \cdot 14 + 3 \cdot 4 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 4 - 5 \cdot 14 - 5 \cdot 13 - 5 \cdot 12 = 42 + 12 + 15 + 9 + 12 - 70 - 65 - 60 = -105$$

$$q_{42} =$$

$$q_{23} =$$

$$q_{33} =$$

$$q_{24} =$$

$$q_{34} =$$

$$q_{44} =$$

Przykład 2.

SW (Prewitt)

1	-1	-1
1	-2	-1
1	1	1

[p(i,j)]

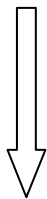
					j
	4	4	8	8	8
	4	4	8	8	8
	4	4	8	8	8
	4	4	4	4	4
i	4	4	4	4	4

[q(i,j)]

					j
	x	x	x	x	x
	x	-4	-12	0	x
	x	-8	-20	-12	x
	x	-4	-8	-4	x
i	x	x	x	x	x

SW(Kirsch)

3	-5	-5
3	0	-5
3	3	3



[p(i,j)]

					j
	x	x	x	x	x
	x				x
	x	-60			x
	x				x
i	x	x	x	x	x

$$q_{22} = 4 + 4 + 4 + 4 + 8 - 8 - 4 - 8 - 8 = -4$$

$$q_{32} = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 - 8 - 4 - 8 - 8 = -8$$

$$q_{42} = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 - 8 - 4 - 8 - 4 = -4$$

$$q_{23} = 4 + 4 + 4 + 8 - 8 - 16 - 8 - 8 - 8 = -12$$

$$q_{33} = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 - 16 - 8 - 8 - 8 = -20$$

$$q_{43} = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 - 8 - 8 - 8 - 4 = -8$$

$$q_{24} = 8 + 8 + 8 + 8 + 8 - 16 - 8 - 8 - 8 = 0$$

$$q_{34} = 8 + 8 + 4 + 4 + 4 - 16 - 8 - 8 - 8 = -12$$

$$q_{44} = 8 + 4 + 4 + 4 + 4 - 8 - 8 - 8 - 4 = -4$$

$q_{22} =$
 $q_{32} =$
 $q_{42} =$
 $q_{23} =$
 $q_{33} = 12 + 12 + 12 + 12 + 12 - 40 - 40 - 40 = 60 - 120 = -60$
 $q_{24} =$
 $q_{34} =$
 $q_{44} =$

Wniosek: Operator Kirsch'a jest bardziej czuły na zmiany wartości pikseli niż operator Prewitta.

Literatura podstawowa:

1. M. Doros, Przetwarzanie obrazów, Skrypt WSISIZ, Warszawa 2005.

Literatura uzupełniająca:

2. C.D.Watkins at al., Nowoczesne metody przetwarzania obrazu, WNT Warszawa 1995

3. R.Tadeusiewicz, P.Korohoda, Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997.
<http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0098/>

4. A.K.Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall International, 1990.

Praca domowa

Rozwiązać zadania przykładowe:

Zadanie 1

Dany jest obraz pierwotny $[p(i,j)]$ złożony z jasnego obiektu o jednolitym poziomie szarości oraz ciemnego tła – także o jednolitym poziomie szarości:

$[p(i,j)]$

			j		
	4	4	8	8	8
	4	4	8	8	8
	4	4	8	8	8
	4	4	4	4	4
i	4	4	4	4	4

Przeprowadzić operacje detekcji krawędzi wykorzystując:

1. operator Prewitta SW,
2. operator Kirscha SW.

Dla każdego z przypadków zastosować kolejno trzy metody skalowania obrazu wynikowego $[q(i,j)]$ i porównać otrzymane w ten sposób obrazy $[q'(i,j)]$.

Zadanie rozwiązać stosując przynajmniej dwa poznane na wykładzie sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$.

Zadanie 2

Dany jest obraz pierwotny $[p(i,j)]$ (jak w Zadaniu 1) złożony z jasnego obiektu o jednolitym poziomie szarości oraz ciemnego tła – także o jednolitym poziomie szarości.

Przeprowadzić operacje detekcji krawędzi wykorzystując:

1. operator Prewitta NE,

2. operator Kirscha NE.

Dla każdego z przypadków zastosować kolejno trzy metody skalowania obrazu wynikowego $[q(i,j)]$ i porównać otrzymane w ten sposób obrazy $[q'(i,j)]$.

Zadanie rozwiązać stosując przynajmniej dwa poznane na wykładzie sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$.

Zadanie 3

Dany jest obraz pierwotny $[p(i,j)]$ złożony z jasnego obiektu o niejednorodnym poziomie szarości oraz ciemnego tła – także o niejednorodnym poziomie szarości:

$[p(i,j)]$

				j →	
	15	15	14	13	14
	14	(14)	(13)	(12)	12
	4	(5)	(12)	(11)	12
	5	(3)	(4)	(5)	6
i ↓	1	0	3	2	4

Przeprowadzić operacje detekcji krawędzi wykorzystując:

1. operator Prewitta SW,
2. operator Kirscha SW.

Dla każdego z przypadków zastosować kolejno trzy metody skalowania obrazu wynikowego $[q(i,j)]$ i porównać otrzymane w ten sposób obrazy $[q'(i,j)]$.

Zadanie rozwiązać stosując przynajmniej dwa poznane na wykładzie sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$.

Zadanie 4

Dany jest obraz pierwotny $[p(i,j)]$ (jak w Zadaniu 3) złożony z jasnego obiektu o niejednorodnym poziomie szarości oraz ciemnego tła – także o niejednorodnym poziomie szarości.

Przeprowadzić operacje detekcji krawędzi wykorzystując:

1. operator Prewitta NE,
2. operator Kirscha NE.

Dla każdego z przypadków zastosować kolejno trzy metody skalowania obrazu wynikowego $[q(i,j)]$ i porównać otrzymane w ten sposób obrazy $[q'(i,j)]$.

Zadanie rozwiązać stosując przynajmniej dwa poznane na wykładzie sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$.