

## 4.7. Hranice oblasti

Připomínám:

*hraničním bodem* množiny  $A \subset (M, \rho)$  v prostoru  $(M, \rho)$  je bod  $z$  tohoto prostoru, jestliže každé jeho okolí ( $\delta$ -okolí bodu  $z \in M$ ) obsahuje alespoň jeden bod patřící do množiny  $A$  a alespoň jeden bod nepatřící do množiny  $A$ ;

- vnitřní hranice oblasti
- vnější hranice oblasti

### a) vnitřní hranice oblasti $S$

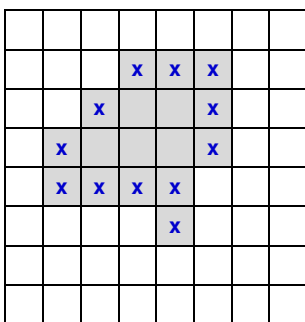
je množina obrazových bodů oblasti  $S$ , z nichž každý má alespoň jednoho souseda {ve smyslu  $4-\delta$  okolí nebo  $8-\delta$  okolí}, který nepatří do oblasti  $S$ .

Potom můžeme pro body vnitřní hranice oblasti  $S$  psát:

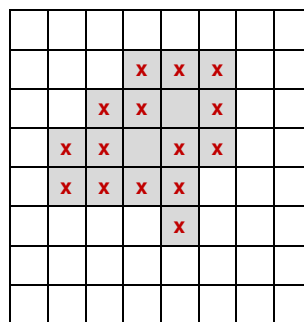
$$H_S = \{q \in S : \exists p \in \delta(q) \text{ AND } p \notin S\}, \quad \text{kde } \delta(q) \dots 4-\delta(q) \text{ nebo } 8-\delta(q)$$

Výsledná hranice pak vychází podle typu zvoleného okolí,  $4-\delta$  okolí nebo  $8-\delta$  okolí.

$H_S$  detekovaná podle  **$4-\delta(q)$**   
( $H_S$  je pak souvislá ve smyslu  **$8-\delta$** )



$H_S$  detekovaná podle  **$8-\delta(q)$**   
( $H_S$  je pak souvislá ve smyslu  **$4-\delta$** )

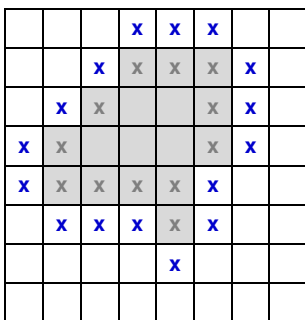


### b) vnější hranice oblasti $S$

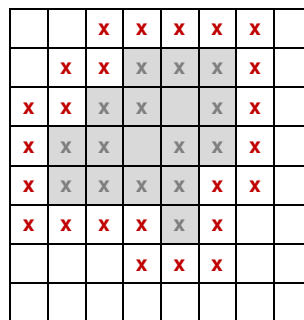
je množina obrazových bodů snímku  $IM$ , které nepatří do oblasti  $S$ , a současně jsou sousedy bodů vnitřní hranice  $H_S$  oblasti  $S$ .

Můžeme také psát, že vnější hranice  $H_E$  oblasti  $S$  je množina obrazových bodů snímku  $IM$ , které byly testovány při detekci vnitřní hranice  $H_S$  {ve smyslu  $4-\delta$  okolí nebo  $8-\delta$  okolí} a nepatřily do  $S$ .

$H_E$  detekovaná podle  **$4-\delta(q)$**   
( $H_E$  je pak souvislá ve smyslu  **$8-\delta$** )



$H_E$  detekovaná podle  **$8-\delta(q)$**   
( $H_E$  je pak souvislá ve smyslu  **$4-\delta$** )



c) algoritmus pro detekci vnitřní hranice  $H_S$  oblasti  $S$ 

$$H_S = \{q \in S : \exists p \in \delta(q) \text{ AND } p \notin S\}, \quad \text{kde } \delta(q) \dots 4 - \delta(q) \text{ nebo } 8 - \delta(q)$$

1. nalezení prvního/počátečního bodu ( $px$ )  $P_0$  oblasti  $S$   
nejčastější je metoda skenování tzv. po řádcích  $IM$ ,

- I. nastavím řádek

- II. prohledávám v řádku po sloupcích

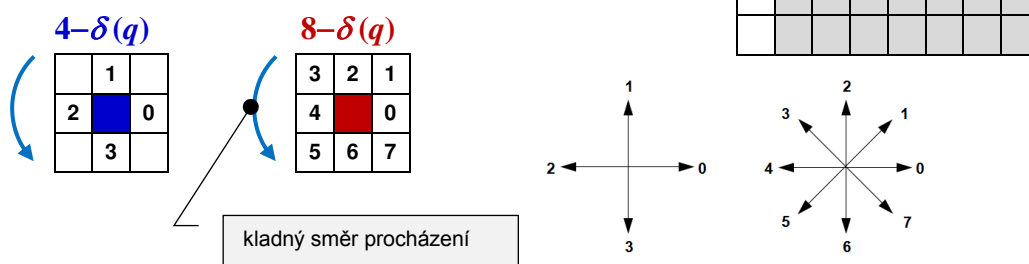
nebo také

- 1) nastavím sloupec

- 2) prohledávám ve sloupci po řádcích

rozdíl ve výsledku detekce je patrný z příkladu a souvisí také s dalším krokem algoritmu, nastavením výchozího směru pro počáteční bod  $P_0$  hranice  $H_S$ ;

2. definujeme pomocnou proměnnou  $SMER$ , do které budeme postupně zaznamenávat *směr*, ze kterého jsme se při hledání bodů vnitřní hranice  $H_S$  dostali z bodu  $P_{k-1}$  do bodu  $P_k$ ;  
pro označení *směrů* platí konvence:



nastavíme proměnnou  $SMER$  pro počáteční bod  $P_0$  hranice  $H_S$ :  
(vycházíme z předpokládaného postupu pro nalezení  $P_0$ )

$SMER := 3$  pro  $4 - \delta$  okolí

$SMER := 7$  pro  $8 - \delta$  okolí

3. hledáme následující bod hranice  $H_S$  oblasti  $S$  prohledáváním okolí aktuálního bodu  $P_k$  od počátečního směru, viz  $SMER$  (tj. směru, ze kterého jsme se dostali do bodu  $P_k$ ) v kladném směru; prohledávání začínáme od směru  $DT$ :

a) pro  $4 - \delta$  okolí  $DT = [SMER + 3] \bmod 4$

b) pro  $8 - \delta$  okolí ... pro sudý  $SMER$   $DT = [SMER + 7] \bmod 8$   
... pro lichý  $SMER$   $DT = [SMER + 6] \bmod 8$ ,

kde:

sudý  $SMER$  ... hodnota v proměnné  $SMER$  je sudá  
lichý  $SMER$  ... hodnota v proměnné  $SMER$  je lichá  
mod ... zbytek po dělení

4. po nalezení dalšího bodu  $P_{k+1}$  hranice  $H_S$  oblasti  $S$  nastavíme novou hodnotu proměnné  $SMER$  podle toho, z jakého směru jsme se „dostali“ z předcházejícího (počátečního) bodu  $P_k$  do aktuálního bodu  $P_{k+1}$ ;

5. postupně provádíme kroky 3 a 4 algoritmu až do okamžiku, kdy bude platit:

$$(P_k \equiv P_l) \text{ AND } (P_{k-l} \equiv P_0) \rightarrow \text{KONEC algoritmu}$$

Příklad detekce bodů  $P_k$  vnitřní hranice  $H_S$  (pro 4- $\delta$  okolí):

	1	2	4	5	6	7	8
1							
2			0	15			
3		2	1	14	13	12	
4		3	6	7	8	11	
5		4	5		9	10	
6							
7							
8							

$P_k$				
$k$	SMER	DT	[i]	[j]
0	3	2	2	3
1	3	2	3	3
2	2	1	3	2
3	3	2	4	2
4	3	2	5	2
5	0	3	5	3
6	1	0	4	3
7	0	3	4	4
8	0	3	4	5
9	3	2	5	5
10	0	3	5	6
11	1	0	4	6
12	1	0	3	6
13	2	1	3	5
14	2	1	3	4
15	1	0	2	4
16	2	1	$\equiv P_0$	
17	3	2	$\equiv P_1$	

#### 4.8. Plocha oblasti

Plocha (*velikost, obsah*) oblasti  $S$  odpovídá počtu obrazových bodů  $b(i,j)$ , patřících do této oblasti.

a) plocha  $A_1$  oblasti  $S$

počítaná jako počet obrazových bodů  $b(i,j) \in S$ :

$$A_1 = \sum_{\forall b(i,j) \in IM} b(i,j), \text{ kde } b(i,j) = 1 \text{ pro } \forall b(i,j) \in S$$

$$b(i,j) = 0 \text{ pro } \forall b(i,j) \notin S$$

tj. všechny body  $b(i,j) \in S$  započítáváme hodnotou = 1 bez ohledu na skutečnou úroveň jasu na souřadnici  $(i,j) \in S$ ;  
odtud se pak také odvíjí konkrétní realizace algoritmu výpočtu;

b) plocha  $A_2$  oblasti  $S$

metoda využívá *numerické integrace* (spec. lichoběžníkové metody), kdy předpokládáme, že máme definovanu ohraničující křivku  $C$  oblasti  $S$ , která je orientovaná a uzavřená; takovou křivkou může být vnitřní nebo vnější hranice oblasti, souvislá ve smyslu 4- $\delta$  okolí nebo 8- $\delta$  okolí, nebo také nesouvislá, orientovaná, uzavřená křivka, generovaná např. ručně pomocí vhodného interaktivního grafického nástroje (myši, perem, ...);