5.3. Monochromatická štatistická „soft“ morfológia

Štatistické morfologické operácie vychádzajú zo štatistickej matematickej morfológie. Ponúkajú akýsi štatistický pohľad na štrukturálny prvok a jeho účinok pri interakcii s obrazom. Podstatou štatistickej morfológie je rozdelenie štrukturálneho prvku na tzv. jadro a hranicu. Princíp spočíva v tom, že morfologická operácia sa vykoná postupne najskôr len s jadrom štrukturálneho prvku a potom len s hranicou štrukturálneho prvku. Výsledkom je zjednotenie množín, pričom uvažujeme *k*-te maximum resp. *k*-te minimum vzniknuté operáciou s jadrom štrukturálneho prvku.

$$\alpha = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad \beta = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Obr. 5.43 Štrukturálny prvok 5x5 rozdelený na jadro *α* a hranicu *β*.

Štatistická dilatácia

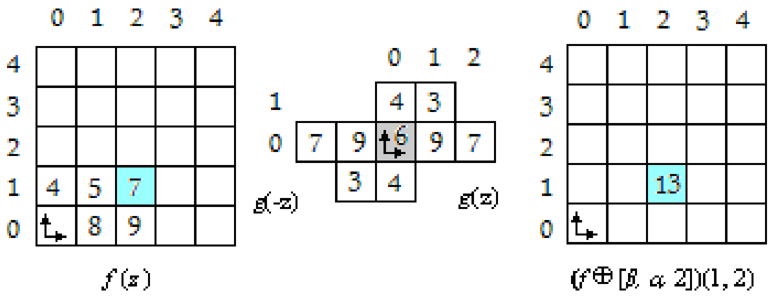
V štatistickej matematickej morfológii je štrukturálny prvok rozdelený na jadro *α* a hranicu *β*. Základná myšlienka je, že operátor *maximum*, ktorý je používaný v klasickej matematickej morfológii je nahradený štatistickým operátorom. Výsledky získané s hranicou a pevným jadrom (ktoré sú opakované *k*-krát), sú zoradené do množiny. *k*-ty najväčší prvok tejto množiny je potom výsledkom štatistickej dilatácie.

Štatistická dilatácia monochromatického obrazu s použitím štatistického štrukturálneho prvku *SE[α,β,k]* je definovaná:

$$(f \oplus [\beta,\alpha,k])(x) = \max^{(k)}(\{k\Diamond(f(z_1)+\alpha_{-x}(-z_1))\} \cup \{f(z_2)+\beta_{-x}(-z_2)\}) \qquad (5.55)$$

kde $k\Diamond x$ predstavuje *k*-násobné opakovanie *x*,

α predstavuje pevné jadro štrukturálneho prvku *g(z)*, *β* predstavuje hranicu štrukturálneho prvku *g(z).*



Obr. 5.44 Štatistická dilatácia

Na rozdiel od klasickej dilatácie, výsledkom štatistickej dilatácie je obraz, ktorý vznikol postupným vykonávaním operácie s rôznymi časťami štrukturálneho prvku. To znamená, že vznikol iný obraz ako pri klasickej dilatácii a jeho charakteristiky podliehajú tvaru štrukturálneho prvku a počtu opakovaní operácie aplikovanej na obraz.

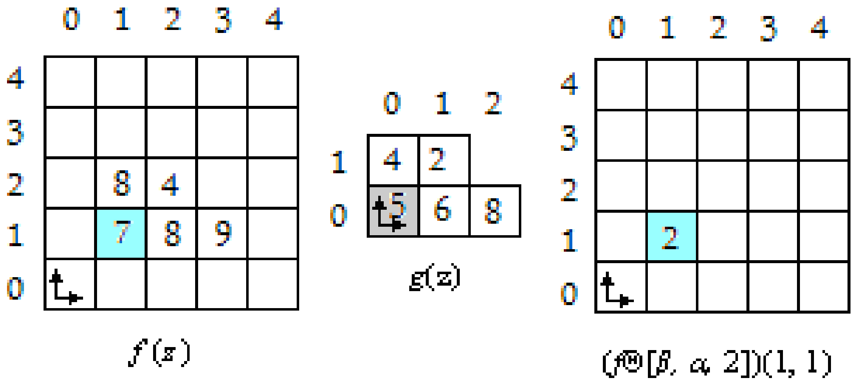
Štatistická erózia

V štatistickej matematickej morfológii je štrukturálny prvok rozdelený na pevné jadro *α* a hranicu *β*. Základná myšlienka je, že operátor *minimum*, ktorý je používaný v klasickej matematickej morfológii je nahradený štatistickým operátorom. Výsledky získané so hranicou a pevným jadrom (ktoré sú opakované *k*-krát), sú zoradené do množiny. *k*-ty najmenší prvok tejto množiny je potom výsledkom štatistickej erózie.

Štatistická erózia monochromatického obrazu s použitím štatistického štrukturálneho prvku *SE[α,β,k]* je definovaná:

$$f\Theta[\beta,\alpha,k] = \min{}^{(k)}\{k\lozenge(f(x+\alpha)-A(\alpha)) \mid \alpha\in D_A\}\cup\{f(x+\beta)-B(\beta)\mid \beta\in D_{B-A}\} \tag{5.56}$$

kde $k\lozenge x$ predstavuje *k*-násobné opakovanie *x*, *α* predstavuje pevné jadro štrukturálneho prvku *g(z)*, *β* predstavuje hranicu štrukturálneho prvku *g(z).*



Obr. 5.45 Štatistická erózia

Na vysvetlenie štatistickej erózie slúži tento príklad, pri ktorom sme zvolili stupeň opakovania *k*=2, vstupný obraz *f(z)*, štrukturálny prvok *g(z)* podľa *obr. 5.45.*

$$
\begin{aligned}
&(f\Theta[\beta,\alpha,2])(1{,}1) = \min{}^{(2)}\left(\{2\Diamond(7-5)\}\cup\{8-6{,}9-8{,}8-4{,}4-2\}\right) = \\
&= \min{}^{(2)}\left(\{2{,}2\}\cup\{2{,}1{,}4{,}2\}\right) = \min{}^{(2)}\{1{,}2{,}2{,}2{,}2{,}4\} = 2
\end{aligned}
\qquad (5.57)
$$

Ako z príkladu vidno, výsledná hodnota štatistickej erózie je *2*-hé minimum z množiny, teda hodnota *2*. Pre rovnaký príklad vyhodnocovaný klasickou morfologickou operáciou by výsledná hodnota bola *1*.

Na rozdiel od klasickej erózie, výsledkom štatistickej erózie je obraz, ktorý vznikol postupným vykonávaním operácie s rôznymi časťami štrukturálneho prvku. To znamená, že vznikol iný obraz ako pri klasickej erózii a jeho charakteristiky podliehajú tvaru štrukturálneho prvku a počtu opakovaní operácie aplikovanej na obraz.

Štatistické otvorenie

Štatistické otvorenie je definované podľa vzťahu *(5.58.)*:

$$
f \circ [B,A,k] = (f\ \Theta[B,A,k]) \oplus [B,A,k] \qquad (5.58)
$$

Štatistické otvorenie predstavuje podobne ako v klasickej morfológii eróziu nasledovanú dilatáciou.

Na rozdiel od klasického otvorenia, výsledkom štatistického otvorenia je obraz, ktorý vznikol postupným vykonávaním operácie s rôznymi časťami štrukturálneho prvku. To znamená, že vznikol iný obraz a jeho charakteristiky podliehajú tvaru štrukturálneho prvku a počtu opakovaní operácie aplikovanej na obraz.

Štatistické zatvorenie

Štatistické zatvorenie je definované vzťahom *(5.59.)*:

$$f \bullet [B, A, k] = (f \oplus [B, A, k]) \Theta [B, A, k] \qquad (5.59)$$

Štatistické otvorenie predstavuje podobne ako v klasickej morfológii štatistickú dilatáciu nasledovanú eróziou.

Na rozdiel od klasického zatvorenia, výsledkom štatistického zatvorenia je obraz, ktorý vznikol postupným vykonávaním operácie s rôznymi časťami štrukturálneho prvku. To znamená, že vznikol iný obraz a jeho charakteristiky podliehajú tvaru štrukturálneho prvku a počtu opakovaní operácie aplikovanej na obraz.