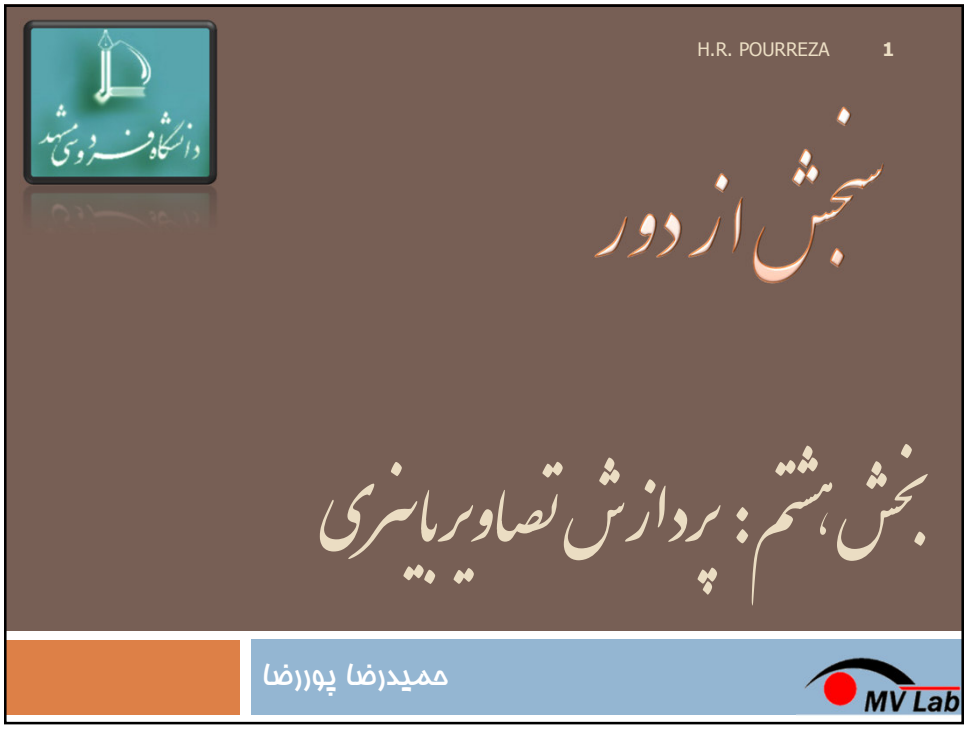

H.R. POURREZA 1
بخش از دور
بخش هشتم: پردازش تصاویر باینری
حمیدرضا پوررضا
MV Lab

MV Lab
تحلیل تصاویر باینری
2
اهمیت تصاویر باینری
حذف نویز
فیلترینگ
تبدیل فاصله
عملیات مورفولوژیک
H.R. POURREZA

MV Lab

حذف نویز در تصاویر باینری

3

- نواحی کوچک اطلاعات مفیدی ندارد
  - از فیلتر اندازه برای حذف این نواحی می توان استفاده کرد
  - نواحی که تعداد پیکسلهای آن کمتر از حد آستانه T باشد، مقادیر آن به 0 (مقدار زمینه) تغییر کند.
  - تعیین مقدار مناسب برای T عموما مشکل است
  - مقدار کوچک T موجب باقی ماندن نویز می شود
  - مقدار بزرگ T اطلاعات مفید را نیز از بین می برد

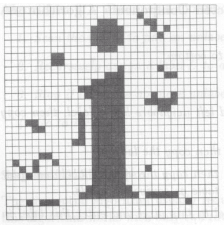
H.R. POURREZA

MV Lab

حذف نویز در تصاویر باینری

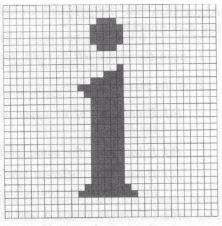
4

تصویر نویزی

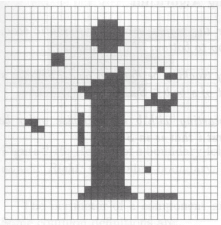


تصویر فیلتر شده

T=10

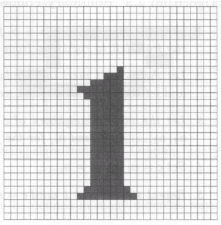


تصویر نویزی



تصویر فیلتر شده

T=25



H.R. POURREZA

MV Lab

عملیات فیلترینگ

5

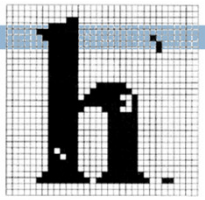
- انبساط (Expansion) : پیکسلهای زمینه که در مجاورت ناحیه هستند از 0 به 1 تغییر کنند
  - ناحیه منبسط می شود
  - حفره ها پر می شوند و لذا ناحیه هموار می شود
- انقباض (Shrinking) : پیکسلهای ناحیه که در مجاورت زمینه هستند از ۱ به 0 تغییر کنند
  - ناحیه منقبض می شود
  - نویزها حذف شده و باریک سازی انجام می شود
- ترکیب انبساط و انقباض می تواند هموارسازی بهتری ارائه کند

H.R. POURREZA

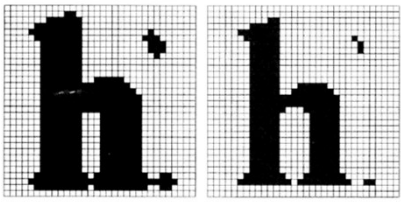
MV Lab

عملیات فیلترینگ

6

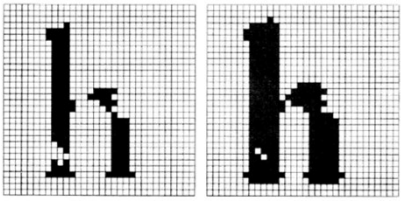


تصویر نویزی



انبساط و سپس انقباض:

حفره ها پر شده اما نویزها حذف نشده اند



انقباض و سپس انبساط:

نویزها حذف شده اما حفره ها پر نشده اند

H.R. POURREZA

MV Lab

تبدیل فاصله Distance Transform

7

- محاسبه فاصله هر نقطه از ناحیه تا زمینه
- **الگوریتم ا:**
  - در تکرار n ام مقدار $F^n(i,j)$ را محاسبه کنید
  - به عنوان مقدار اولیه: $F^0(i,j)=f(i,j)$
  - $F^n(i,j)=F^0(i,j)+\min[F^{n-1}(m,n)]$
  - (m,n) پیکسلهای چهار همسایه (i,j) است
  - این مراحل را آنقدر تکرار کنید تا Distance دیگر تغییر نکند

MV Lab

تبدیل فاصله Distance Transform-مثال

8

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	1	1	1	1	1

1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	1
1	2	2	2	2	1
1	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1

1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	1
1	2	3	3	2	1
1	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1

- DT یک تصویر پس از دو بار تکرار الگوریتم
  - در تکرار اول, تمام پیکسل هایی که در مجاورت زمینه نیست مقدار آن 2 می شود
  - در تکرارهای بعدی تنها پیکسلهایی که فاصله آن بیشتر است تغییر می کنند

MV Lab

تبدیل فاصله Distance Transform

9

- **الگوریتم ۲:** الگوریتم در دو مرحله‌ی سطر به سطر روبه جلو (Forward) و از گوشه بالا سمت چپ، و سطر به سطر رو به عقب (Backward) و از گوشه پایین سمت راست انجام می‌شود
  - مرحله رو به جلو: هر پیکسل غیر صفر را با می‌نیمم یک باضافه مقدار فاصله همسایه بالا و یک باضافه مقدار فاصله همسایه چپ جایگزین کنید
  - مرحله رو به عقب: هر پیکسل را با مقدار می‌نیمم خود پیکسل، یک باضافه مقدار فاصله همسایه پایین و یک باضافه مقدار فاصله همسایه راست جایگزین کنید

Original	Top to Bottom Raster Sweep	Bottom to Top Raster Sweep	Final
0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 2 0 0 0 1 2 2 3 1 0 0 1 2 3 	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 2 0 0 0 1 2 2 3 1 0 0 1 2 2 1 1 0 0 1 2 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 2 2 2 1 0 0 1 2 2 1 1 0 0 1 2 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

10

- مورفولوژی از کلمه یونانی Morph که به معنی شکل است گرفته شده و به معنی شکل‌شناسی و یا ریخت‌شناسی است.
- در پردازش تصویر, مورفولوژی تصاویر به معنای ساختار اشیا موجود در تصاویر است.
- توسعه مورفولوژی از اواخر دهه ۱۹۶۰ با کار Matheron[1967] آغاز گردید
- در این مبحث یک سیستم جبری از اپراتورها و ترکیبات آنها روی شکلها عمل می‌کند تا اشکال را به اجزای جدا و با معنی تجزیه کرده و از اجزای اضافی جدا نماید, یا اجزا و اشکال را شناسایی و بصورت بهینه از فرم دارای اعوجاج و نویز بازسازی کند.
- شاید بتوان گفت که آنچه که کانولوشن در سیستم‌های خطی انجام میدهد, مورفولوژی ریاضی بر روی شکلها انجام می‌دهد.

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

11

- عملیات مورفولوژیکی را می توان بصورت موازی و سخت افزاری پیاده سازی نمود تا سرعت پردازش افزایش یابد
- عملیات مورفولوژیک را می توان برای هم تصاویر باینری و هم خاکستری بیان کرد که در اینجا این عملیات برای تصاویر باینری بیان می شود.
- اصول اولیه
  - مورفولوژی از نظریه مجموعه ها استفاده می کند
  - در این روش هر تصویر بصورت مجموعه‌هایی از نقاط در فضای اقلیدسی n بعدی مدل می‌شود.
  - برای توصیف یک شکل مسطح طبیعی است که از مجموعه‌هایی از نقاط در فضای اقلیدسی ۲ بعدی استفاده شود
  - برای این کار مختصات نقاط متعلق به یک شیء (که بر روی زمینه مخالف قرار دارد) برای توصیف شیء بکار می رود

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

12

- دو تصویر را در نظر بگیرید

$$A=\{\underline{r}\in E^2\}$$
$$B=\{\underline{s}\in E^2\}$$

- عملیات روی مجموعه‌ها

$$A\cup B=\{\underline{z}:\underline{z}\in A \text{ or } \underline{z}\in B\}$$
$$A\cap B=\{\underline{z}:\underline{z}\in A \text{ and } \underline{z}\in B\}$$
$$A^c=\overline{A}=\{\underline{z}:\underline{z}\in U \text{ and } \underline{z}\notin A\}$$
$$A-B=A\setminus B=\{\underline{z}:\underline{z}\in A \text{ and } \underline{z}\in B^c\}=A\cap B^c$$

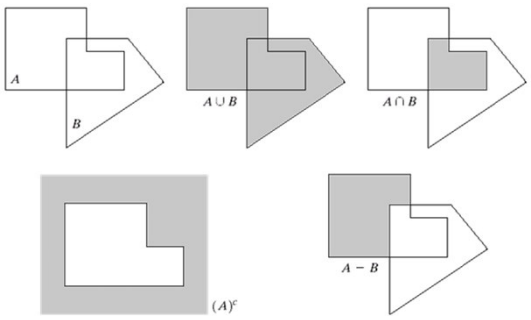
مجموعه جهانی: U

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

13

- عملیات روی مجموعه‌ها



a b c
d e
FIGURE 9.1
(a) Two sets A and B. (b) The union of A and B. (c) The intersection of A and B. (d) The complement of A. (e) The difference between A and B.

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

14

- عملیات روی مجموعه‌ها (ادامه)
  - انتقال مجموعه A (Translation) به اندازه بردار $\underline{h}$ که به A_h نشان داده می‌شود :

$$A_h = \left\{ \underline{z} \in E^2 : \underline{z} = \underline{r} + \underline{h} \ \forall \underline{r} \in A \right\}$$

  - انعکاس مجموعه A (Reflection) :

$$\hat{A} = \left\{ \underline{z} : \underline{z} = -\underline{r} \ \forall \underline{r} \in A \right\}$$

  - برای هر تصویر یک مبدأ مختصات که با علامت x ↱ یا ● مشخص می‌شود در نظر گرفته می‌شود.

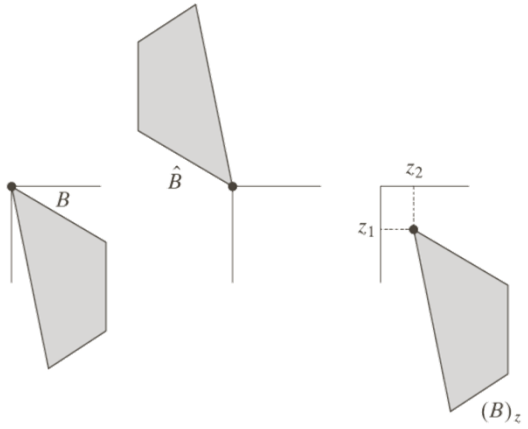
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

15

- عملیات روی مجموعه‌ها



H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

16

- عملیات روی تصاویر باینری

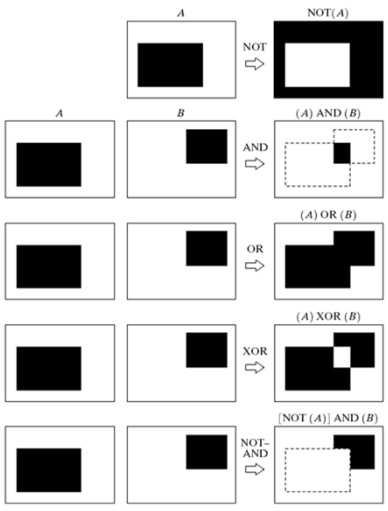


FIGURE 9.3 Some logic operations between binary images. Black represents binary 1s and white binary 0s in this example.

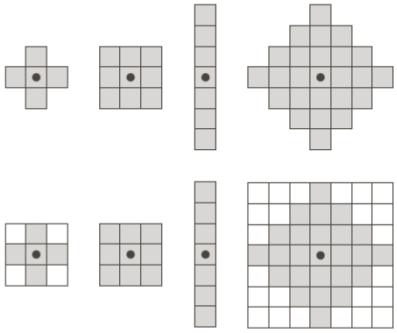
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

17

- یک تبدیل مورفولوژیکی با رابطه یک مجموعه A با یک مجموعه نقاط کوچکتر دیگر B که یک عنصر سازنده (Structuring Element) نامیده می‌شود مشخص می گردد.



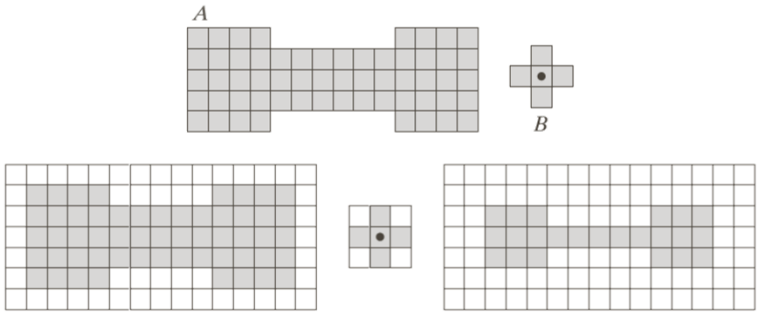
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

18

- نمونه‌ای از عملیات موفولوژیک



H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

19

- عملیات پایه موفولوژیک
  - گسترش (Dilation)
  - فرسایش (Erosion)
- گسترش Dilation
  - این تبدیل با ⊕ یا D(.) نشان داده می شود

$$A \oplus B = \{ z : z = r + s \quad \forall r \in A \ and \ s \in B \}$$

یا به عبارت دیگر

$$A \oplus B = \bigcup_{s \in B} A_s$$

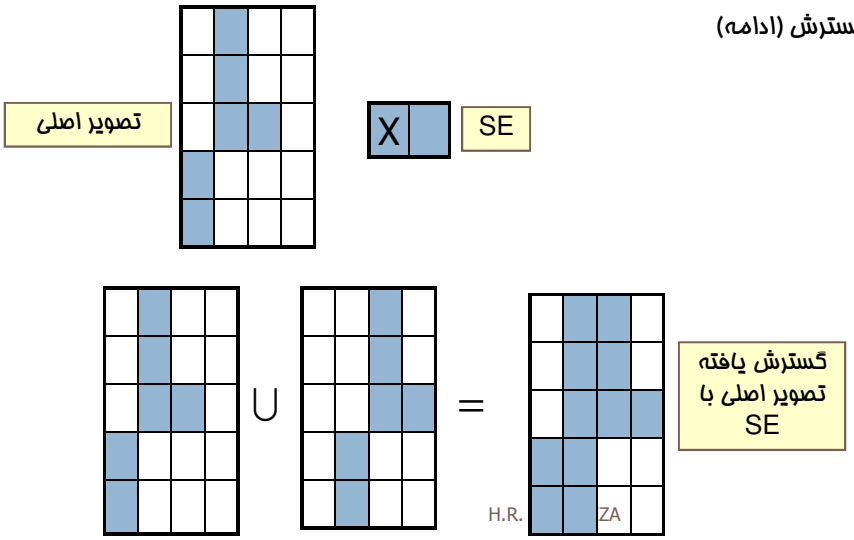
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

20

- گسترش (ادامه)

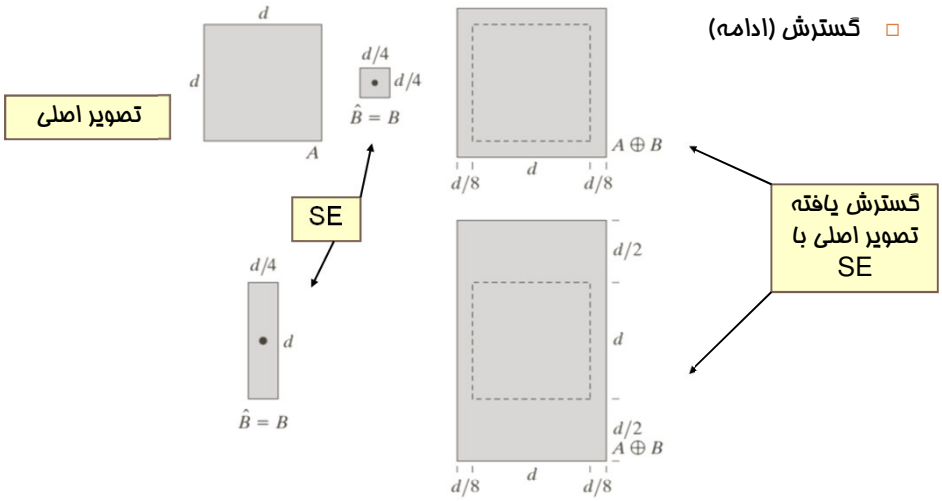


MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

21

- گسترش (ادامه)



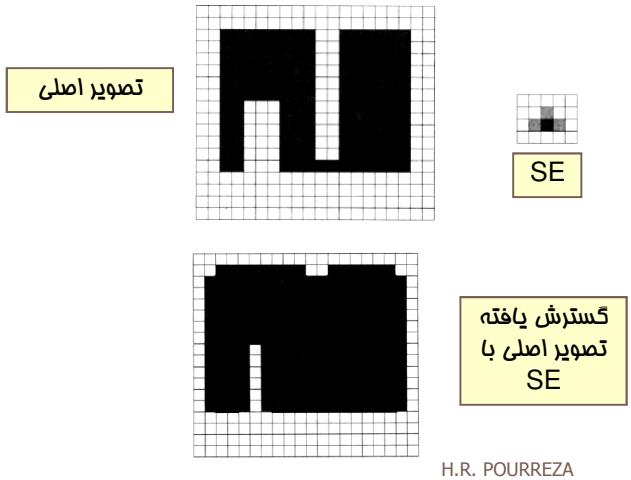
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

22

- گسترش (ادامه)



H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

23

- گسترش (ادامه)

تصویر اصلی

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

گسترش یافته تصویر اصلی با SE

SE

0	1	0
1	1	1
0	1	0

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

24

- فرسایش Erosion
  - این تبدیل با Θ یا E(.) نشان داده می شود

$$A\Theta B = \{\underline{z} :\ \underline{z} + \underline{s} \in A\ \forall\ \underline{s} \in B\}$$

  - یا به عبارت دیگر:

$$A\Theta B = \{\underline{z} :\ B_z \subseteq A\}$$

  - یا به عبارت دیگر:

$$A\Theta B = \bigcap_{\underline{s} \in B} A_{-s}$$

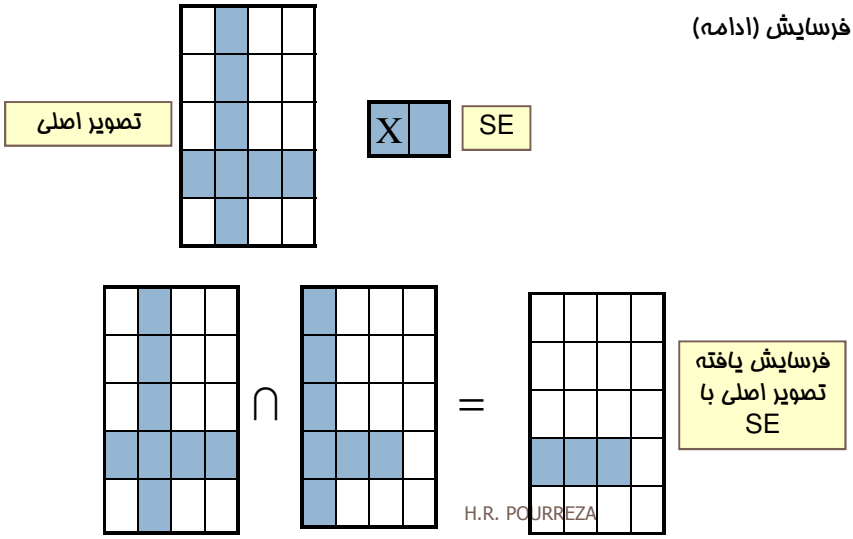
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

25

- فرسایش (ادامه)



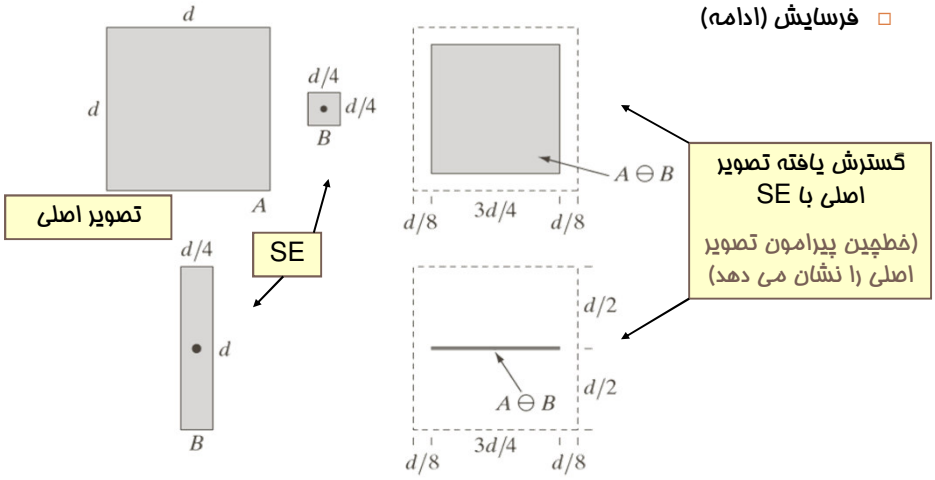
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

26

- فرسایش (ادامه)



H.R. POURREZA

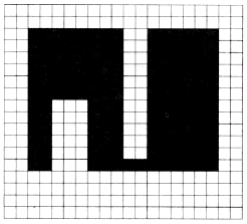
MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

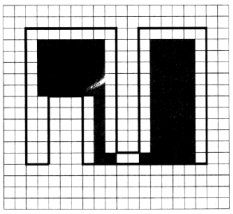
27

- فرسایش (ادامه)

تصویر اصلی



SE



فرسایش یافته تصویر اصلی با SE

(خط سیاه پیرامون تصویر اصلی را نشان می دهد)

H.R. POURREZA

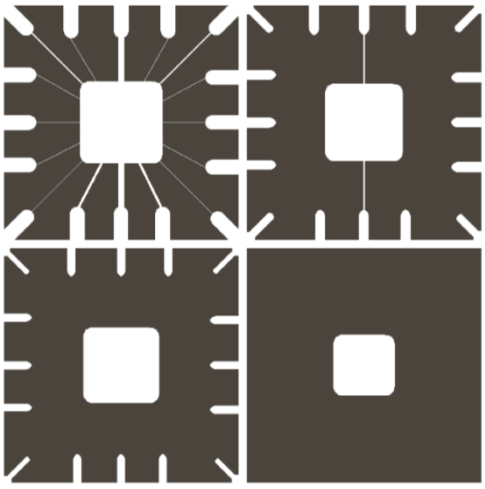
MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

28

- فرسایش (ادامه)

تصویر اصلی



فرسایش با SE مربعی 11x11

فرسایش با SE مربعی 15x15

فرسایش با SE مربعی 45x45

H.R. POURREZA

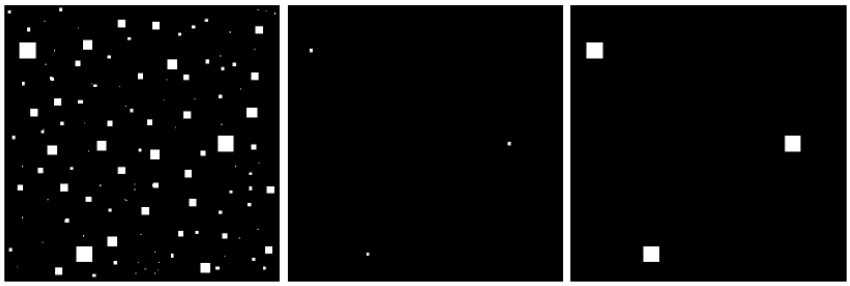
MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

29

- فرسایش و گسترش

تصویر اصلی → فرسایش → گسترش



a b c

FIGURE 9.7 (a) Image of squares of size 1, 3, 5, 7, 9, and 15 pixels on the side. (b) Erosion of (a) with a square structuring element of 1's, 13 pixels on the side. (c) Dilation of (b) with the same structuring element.

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

30

- عمل گسترش و فرسایش دوگان یکدیگرند بطوریکه

$$(A \Theta B)^c = A^c \oplus \hat{B}$$

$$(A \oplus B)^c = A^c \Theta \hat{B}$$

- وقتی B متقارن باشد، B با قرینه اش یکی می شود و در این صورت روابط فوق ساده تر خواهد شد.

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

31

- تبدیل باز کردن Opening

$$A \circ B = (A \Theta B) \oplus B$$

- این عمل یک نسخه از تصویر را که دارای جزئیات کمتری است تولید می کند
- این تبدیل:
  - پیرامون شکل را هموارتر می‌کند
  - باریکه‌های نازک را می‌شکند
  - برآمدگی‌های نازک را حذف می‌کند
  - Anti Extensive است یعنی $A \circ B \subseteq A$
- تعبیر هندسی بازکردن:
  - مرز AoB متشکل است از نقاطی از مرز B که به بیشترین اندازه به مرز A نزدیک می شود وقتی B در داخل مرز A حرکت داده شود. بنابراین:

$$A \circ B = \cup \{ B_h : B_h \subseteq A \}$$

  - به عبارت دیگر AoB عبارتست از اجتماع تمام انتقالهای B که در A می گنجد

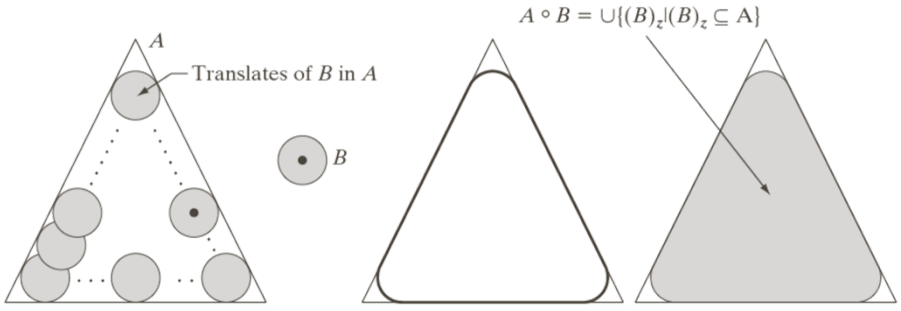
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

32

- تبدیل باز کردن (ادامه)



H.R. POURREZA

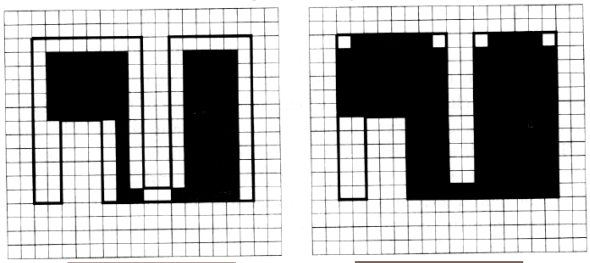
MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

33

- تبدیل باز کردن (ادامه)

Opening



Erosion Dilation

اگر تصویر A را بیش از یکبار با B باز کنید، پس از بار اول دیگر تغییری در تصویر ایجاد نخواهد شد، لذا به تبدیل باز کردن idempotent (هم قوه) می گویند

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

34

- تبدیل بستن Closing

$$A \bullet B = (A \oplus B) \Theta B$$

- این تبدیل:
  - حفره ها را می کند
  - بخش های نزدیک را به هم وصل می کند
  - باریکه ها را پر می کند
  - پیرامون را هموار می کند
  - Extensive است یعنی $A \bullet B \supseteq A$
- تعبیر هندسی بستن:
  - مرز $A \bullet B$ از نقاطی از مرز B که بیشترین اندازه به مرز A نزدیک می شود، وقتی که B در خارج A روی مرز آن حرکت داده شود تشکیل می شود. بنابراین:

$$A \bullet B = \{ z \mid B_h \cap A \neq \phi \ \ for \ all \ \ B_h \ \ which \ contain \ \ z \}$$

  - بستن گوشه های رو به داخل شکل را گرد می کند اما گوشه های رو به خارج را نه

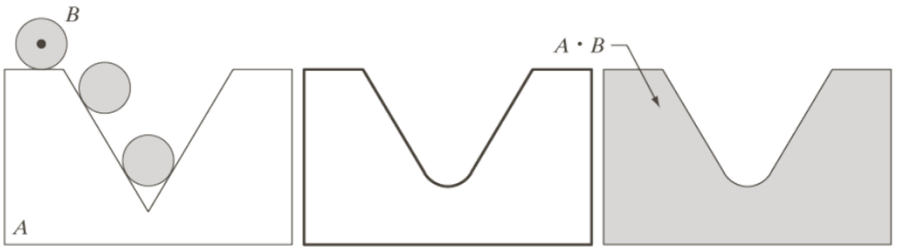
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

35

- تبدیل بستن (ادامه)



H.R. POURREZA

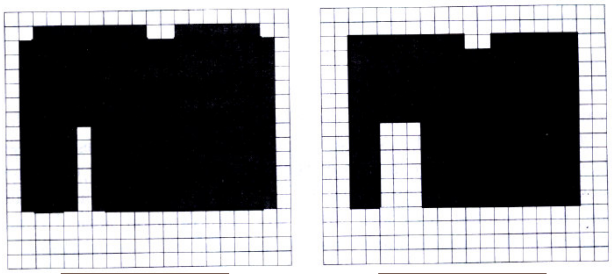
MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

36

- تبدیل بستن (ادامه)

Closing



Dilation Erosion

اگر تصویر A را بیش از یکبار با B ببندید، پس از بار اول دیگر تغییری در تصویر ایجاد نخواهد شد، لذا به تبدیل بستن idempotent (هم قوه) می گویند

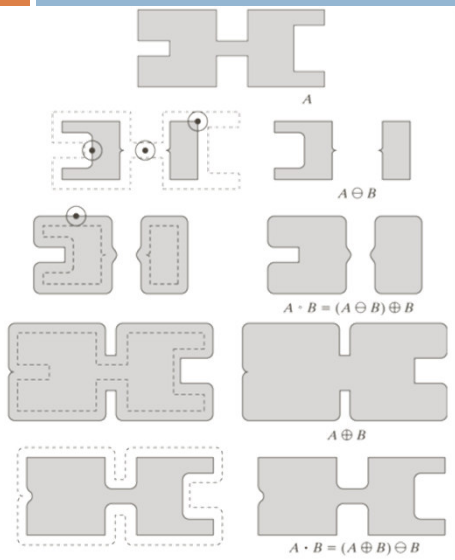
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

37

- تبدیل بازکردن و بستن



H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

38

- تبدیل بازکردن و بستن

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

39

- تبدیلات بازکردن و بستن دوگان یکدیگرند بطوریکه

$$(A \bullet B)^c = (A^c \circ \hat{B})$$
$$(A \circ B)^c = (A^c \bullet \hat{B})$$

- وقتی B متقارن باشد، B با قرینه اش یکی می شود و در این صورت روابط فوق ساده تر خواهد شد.

H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

40

- تبدیل Hit-or-Miss

$$A \otimes B = (A \Theta B_1) \bigcap (A^c \Theta B_2)$$

- این تبدیل:
  - ابزاری است برای یافتن یک شکل خاص
  - B از دو SE مختلف B_1 و B_2 تشکیل شده است.
  - B_1 شکل خاص X و B_2 زمینه آن است. بنابراین:

$$B_1 = X \quad and \quad B_2 = W - X$$

  - که در آن W زمینه مملی X است
- تعبیر تبدیل Hit-or-Miss:
  - مجموعه تمام نقاطی است که بطور همزمان B_1 در A و B_2 در زمینه A یعنی A^c پیدا شده است.

$$A \otimes B$$

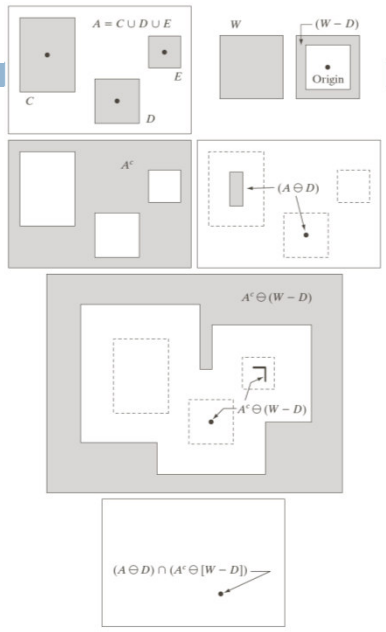
H.R. POURREZA

MV Lab

فیلترینگ مورفولوژی

41

- تبدیل Hit-or-Miss



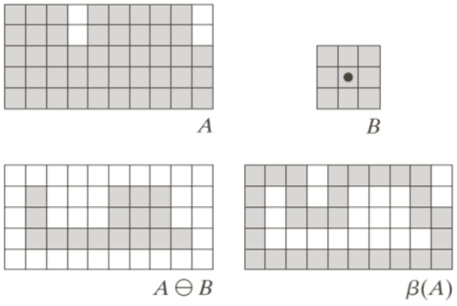
MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

42

- استخراج مرزها
  - مرز داخلی یک مجموعه A را که با $\beta(A)$ نشان می دهیم با تبدیل زیر بدست می آید:

$$\beta(A) = A - (A \Theta B)$$



H.R. POURREZA

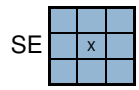
MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

43

- استخراج مرزها (ادامه)

SE



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

44

- پر کردن یک نامیه
  - فرض کنید که مجموعه A نقاط مرز با اتصال ۸ گانه است و در زمینه 0 با 1 مشخص شده است. می خواهیم داخل نامیه را پر کنیم
  - مراحل:
    - یک نقطه داخل نامیه را پیدا کرده آنرا D_0 نامیده و مقدار آنرا 1 می کنیم.
    - اگر A^c سایر نقاط تصویر بجز مرز باشد و B عنصر سازنده ای به شکل زیر باشد

    - تبدیل $D_k = (D_{k-1} \oplus B) \cap A^c \quad for \quad k = 1,2,...$ را بصورت مکرر تا k قدم اعمال کنید تا $D_k=D_{k-1}$. در این حال نامیه پر شده با $D_k \cup A$ مشخص میشود

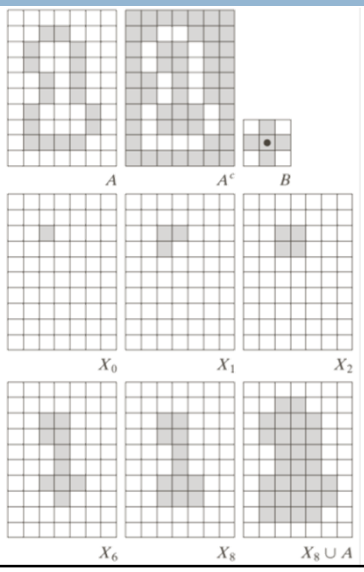
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

45

- پر کردن یک ناحیه (ادامه)



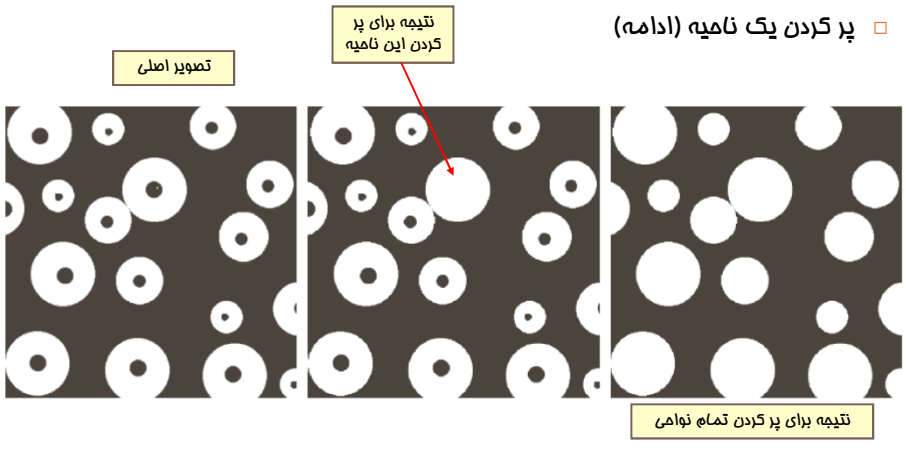
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

46

- پر کردن یک ناحیه (ادامه)



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

47

- استخراج اجزاء متصل (Connected Components)
  - فرض کنید که D_0 نقطه ای از یک نامیه پیوسته D در تصویر A باشد و B نیز عنصر سازنده به شکل زیر باشد

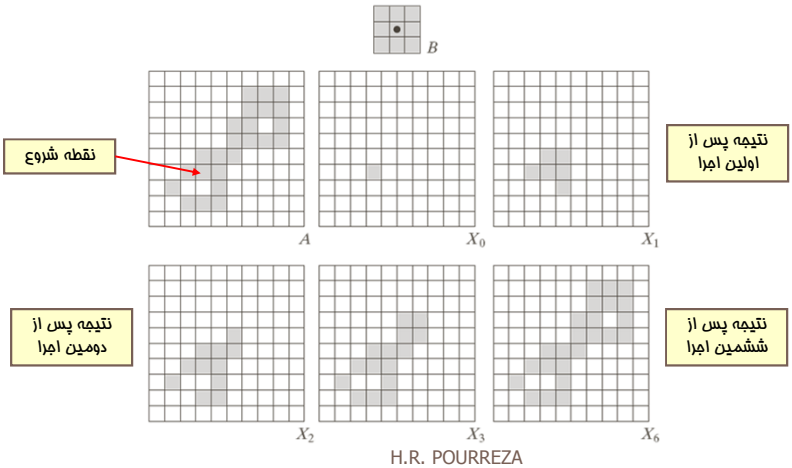
  - در این صورت با استفاده از $D_k = (D_{k-1} \oplus B) \cap A \quad for \quad k = 1,2,...$
  - D_k را تا آنجایی حساب کنید که دیگر تغییر نکند، یعنی $D_k=D_{k-1}$. در این حال جزء متصل مورد نظر $D=D_k$ است (به عمل فوق Conditional Dilation گفته می‌شود)

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

48

- استخراج اجزای متصل (Connected Components)



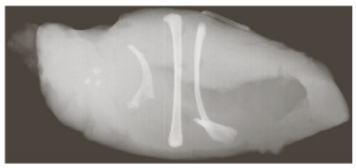
MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

49

- استخراج اجزای متصل (Connected Components)

تصویر اشعه X فیله جوجه با قطعات استخوان



تصویر آستانه‌ای شده

تصویر فرسایش شده با عنصر سازنده 5x5

تعداد پیکسلهای اجزاء متصل

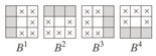
Connected component	No. of pixels in connected comp
01	11
02	9
03	9
04	39
05	133
06	1
07	1
08	743
09	7
10	11
11	11
12	9
13	9
14	674
15	85

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

50

- پوسته‌ی محدب (Convex Hull)
  - تعاریف:
    - یک مجموعه محدب است اگر خط متصل کننده هر دو نقطه از نامیه کاملاً در مجموعه نامیه قرار گیرد
    - Convex Hull برای یک مجموعه S، کوچکترین مجموعه محدبی است که شامل مجموعه S باشد.
  - با داشتن ۴ عنصر سازنده Bi, i=1,2,3,4 بصورت شکل زیر داریم



$$X_k^i = (X_{k-1} \otimes B^i) \cup A \quad i = 1,2,3,4$$

در نظر بگیرید که $X_0^i = A$. پس از همگرایی بطوریکه $X_k^i = X_{k-1}^i$ ، Conv. Hull مجموعه A عبارتست از:

$$C(A) = \bigcup_{i=1}^{4} D^i$$

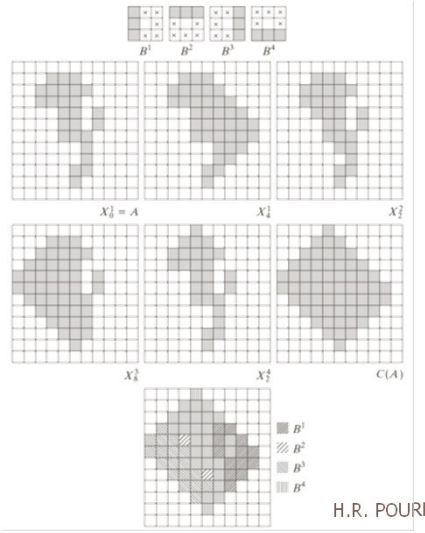
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

51

- پوسته‌ی محدب (ادامه)



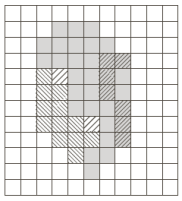
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

52

- پوسته‌ی محدب (ادامه)



اعمال ممدودیت برای ابعاد

H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

53

- نازک‌سازی (Thinning)
  - نازک‌سازی یک مجموعه A با یک عنصر سازنده مرکب $B=\{B_1, B_2\}$ را می توان بر حسب تبدیل Hit-or-Miss بصورت زیر ارایه نمود:

$$A \oslash B = A - A \otimes B = A \cap (A \otimes B)^c$$

  - در اینجا در حقیقت بخشی از مرز A از آن کم می‌شود، که چگونگی آن به B وابسته است.
  - معمولاً از یکسری عناصر سازنده مرکب که هر یک وضعیت خاصی از نقاط را آزمایش می‌کند استفاده می‌شود.

$$B=\{B^1, B^2, \ldots, B^n\}$$

  - در این حال نازک‌سازی بصورت زیر انجام می‌شود:

$$A \oslash \{B\} = ((\ldots((A \oslash B^1) \oslash B^2) \oslash B^3 \ldots) \oslash B^n)$$

  - عمل نازک‌سازی با این سری آنقدر تکرار می‌شود که دیگر تغییری حاصل نشود
  - سلسله عناصر B دوران یافته یکدیگر هستند. یعنی مثلاً B^i از دوران B^{i-1} بدست می‌آید.

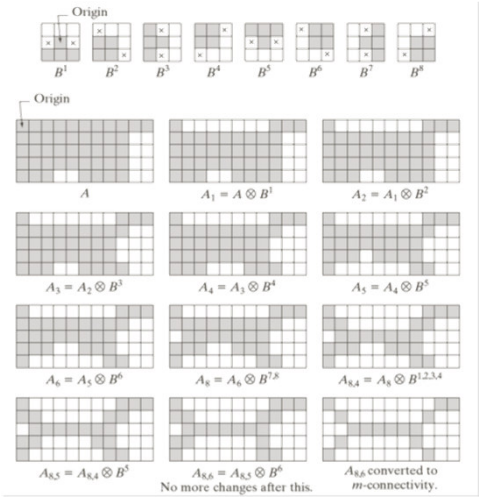
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

54

- نازک‌سازی (ادامه)



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

55

- ضخیم سازی (Thickening)
  - ضخیم سازی تبدیل دوگان نازکسازی است و با ⊙ نشان داده می شود. داریم:

$$A \odot B = A \cup (A \otimes B)$$

  - ضخیم سازی نیز با یکسری عناصر سازنده مرکب که هر یک وضعیت خاصی از نقاط را آزمایش می کند انجام می شود.

$$B = \{B^1, B^2, \ldots, B^n\}$$

  - در این حال ضخیم سازی بصورت زیر انجام میشود:

$$A \odot \{B\} = ((\ldots((A \odot B^1) \odot B^2) \odot B^3 \ldots) \oslash B^n)$$

  - راه دیگر ضخیم سازی، نازکسازی زمینه است

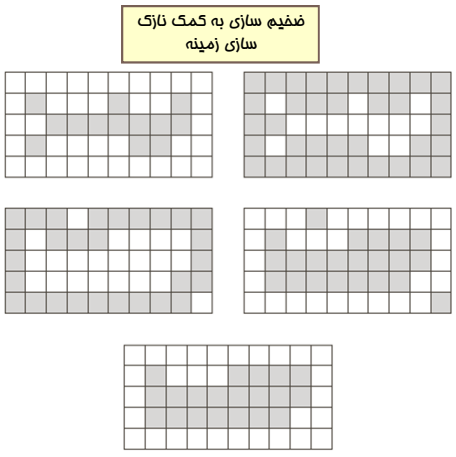
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

56

- ضخیم سازی (ادامه)



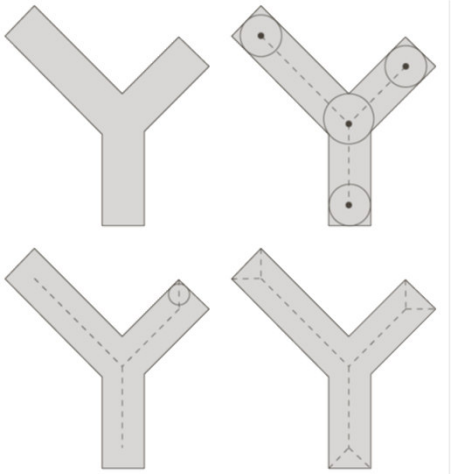
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

57

- تعیین اسکلت



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

58

- تعیین اسکلت (ادامه)
  - اسکلت یک مجموعه را می‌توان بر حسب فرسایش و بازکردن ارائه نمود. اگر اسکلت مجموعه A را با $S(A)$ نشان دهیم، می‌توان اثبات کرد که:

$$S(A) = \bigcup_{i=0}^{k} S_i(A)$$

که در آن:

$$S_i(A) = (A \Theta iB) - [(A \Theta iB) oB]$$

  - B عنصر سازنده و $A \Theta iB$, i فرسایش پی در پی است، یعنی

$A \Theta B = ((\ldots(A \Theta B) \Theta B) \ldots) \Theta B)$

اگر k آخرین تکرار قبل از آن باشد که A به یک مجموعه تهی تبدیل شود

  - اسکلت تصویر A اجتماعی است از زیر مجموعه های اسکلت یا زیر اسکلت ها.
  - می توان نشان داد که از زیر اسکلت های فوق می توان A را مجدداً بازسازی کرد.

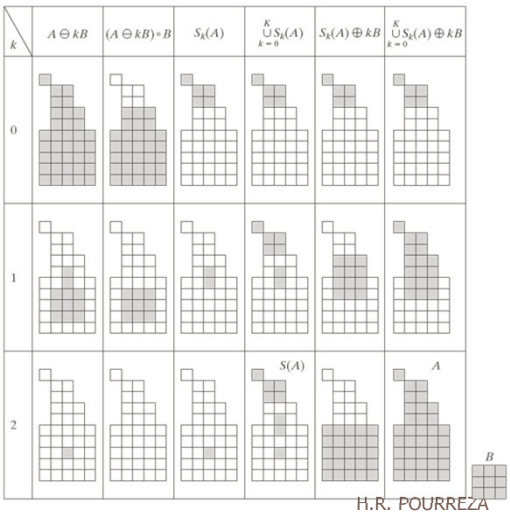
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

59

- تعیین اسکلت (ادامه)

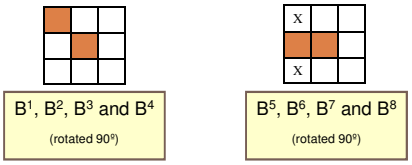


MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

60

- هرس کردن (Pruning)
  - عملیات نازکسازی و تعیین اسکلت عموماً منجر به شکل‌هایی می شوند که دارای برجستگی‌های تیزی می‌باشند. این نقاط اضافی توسط الگوریتم‌های هرس کردن می‌توانند از تصویر حذف شوند.
  - سلسله عناصر زیر را در نظر بگیرید:



  - توسط این عناصر سازنده، نازک‌سازی را انجام دهید:

$$X_1 = A \otimes \{B\}$$

  - برای هرس شاخه هایی به طول n , عمل فوق بایستی n بار انجام شود.

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

61

- هرس کردن (ادامه)
  - این عمل باعث خورده شدن شاخه‌های غیر زائد نیز می‌شود. برای رفع این مشکل, *end point* ها در تصویر هرس شده را پیدا کرده و به کمک گسترش شرطی آنرا بازسازی می‌کنیم.

ها end point

$$X_2 = \bigcup_{k=1}^{8} (X_1 \otimes B^k)$$

  - اگر H را یک عنصر سازنده ساده ۳*۳ فرض کنید, در این صورت n بار گسترش شرطی X_2 بصورت زیر end point ها را بازسازی می‌کند:

$$X_3 = (X_2 \oplus H) \bigcap A$$

  - بنابراین تصویر هرس شده عبارت خواهد بود از:

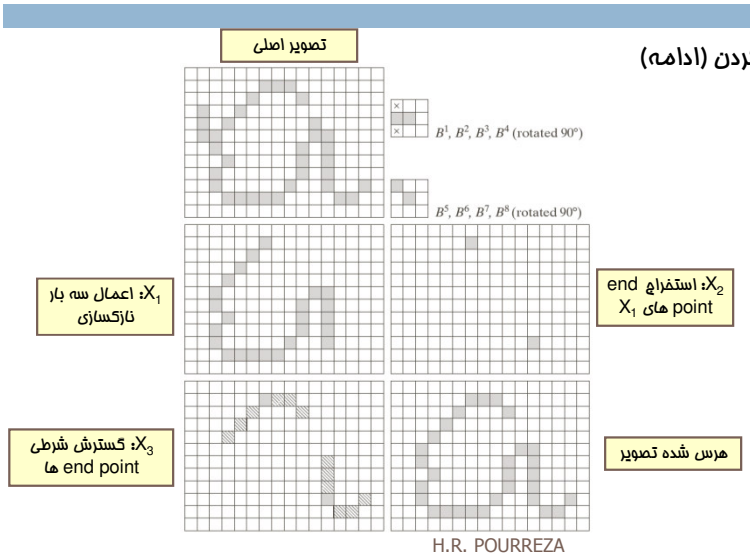
$$X_4 = (X_3 \bigcup X_1)$$

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

62

- هرس کردن (ادامه)



MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

63

- گسترش و فرسایش ژئودزیک
  - بر خلاف گسترش و فرسایش معمولی، گسترش و فرسایش ژئودزیک با دو تصویر (مارکر و ماسک) و یک عنصر سازنده انجام می شود
  - گسترش و فرسایش ژئودزیک از یک ماسک نیز استفاده می‌کند
  - گسترش ژئودزیک: فرض کنید که $F \subseteq G$

$$D_G^{(1)}(F) = (F \oplus B) \cap G$$

$$D_G^{(n)}(F) = D_G^{(1)}[D_G^{(n-1)}(F)]$$

  - فرسایش ژئودزیک

$$E_G^{(1)}(F) = (F \Theta B) \cup G$$

$$E_G^{(n)}(F) = E_G^{(1)}[E_G^{(n-1)}(F)]$$

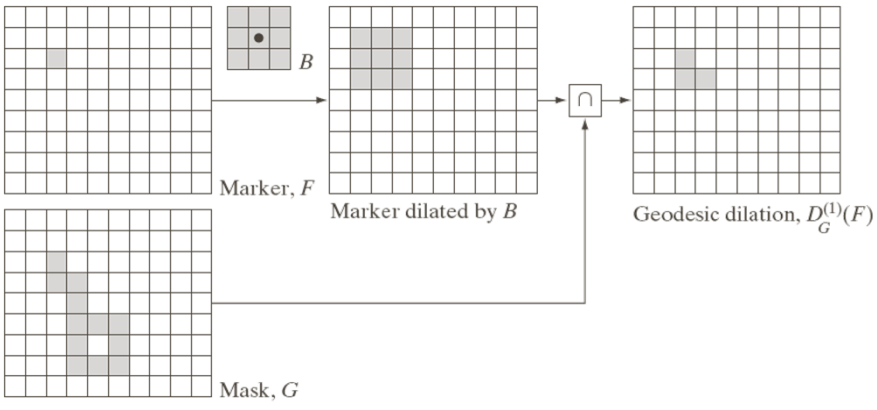
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

64

- گسترش ژئودزیک



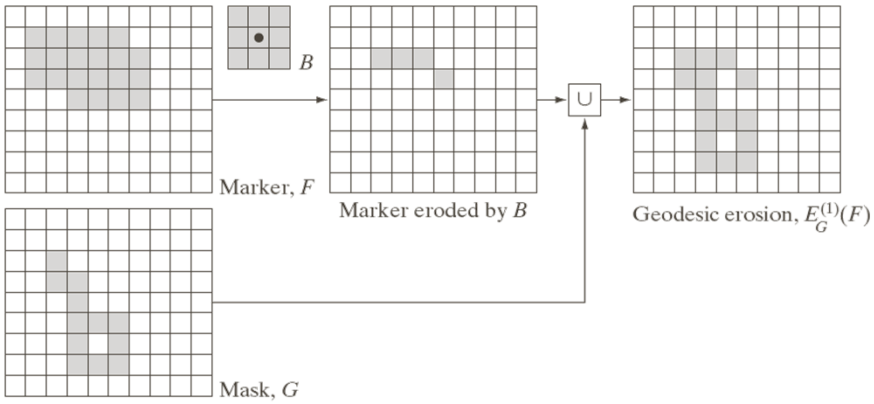
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

65

- فرسایش ژئودزیک



H.R. POURREZA

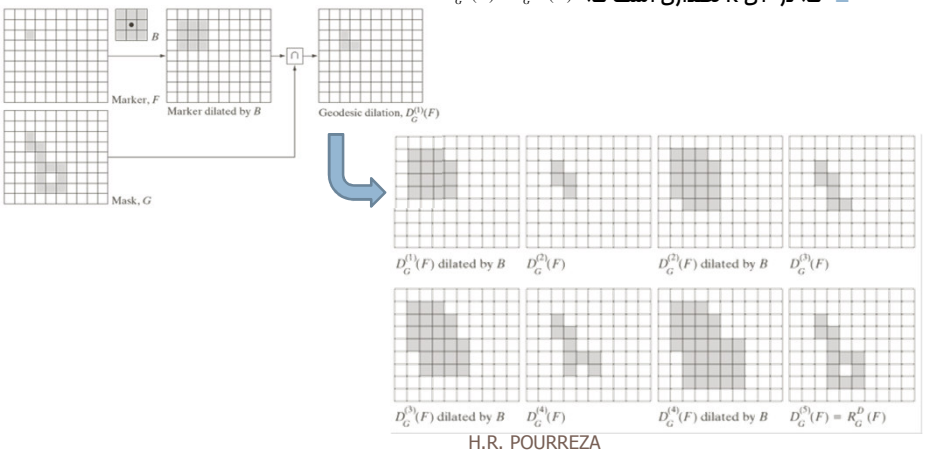
MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

66

- بازسازی مورفولوژیک به کمک گسترش ژئودزیک
  - که در آن k مقداری است که $D_G^{(k)}(F) = D_G^{(k-1)}(F)$

$$R_G^D(F) = D_G^{(k)}(F)$$



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

67

- بازسازی مورفولوژیک به کمک فرسایش ژئودزیک

$$R_G^E(F) = E_G^{(k)}(F)$$

- که در آن k مقداری است که:

$$E_G^{(k)}(F) = E_G^{(k-1)}(F)$$

H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

68

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - بازکردن مورفولوژیک دارای این ایراد است که شکل نوامی پس از باز کردن تابع عنصر سازنده است (گسترش پس از فرسایش سعی در بازسازی شکل را دارد)
  - باز کردن به کمک بازسازی: این روش اشکال بازکردن معمولی را ندارد و عیناً شکل اشیا را بازسازی می‌کند

$$O_R^{(n)}(F) = R_F^D[(F\Theta nB)]$$

  - بستن به کمک بازسازی:

$$C_R^{(n)}(F) = R_F^E[(F \oplus nB)]$$

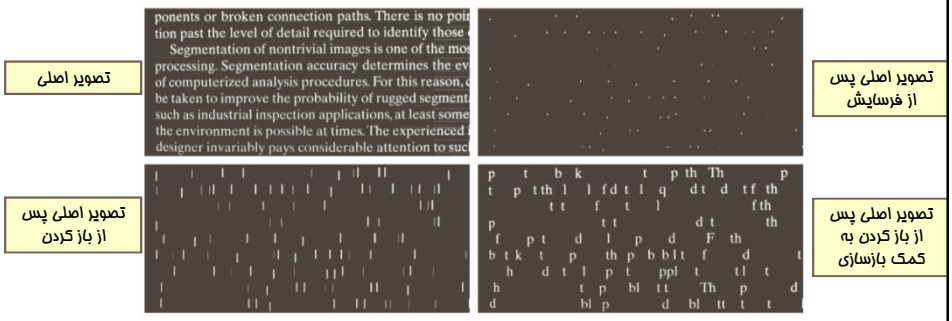
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

69

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - استخراج کاراکترهایی که دارای بخشی است که شکل خط عمودی دارد
    - فرض کنید میانگین قد کاراکترها ۵۰ پیکسل است
    - برای این منظور از یک عنصر سازنده 51x1 پیکسل استفاده می‌کنیم



H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

70

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - پر کردن سوراخها
    - I(x,y) را تصویر ورودی فرض کنید

$$F(x,y)=\begin{cases}1-I(x,y), & in\,border\,of\,I\\ 0 & ,otherwise\end{cases}$$

    - H: تصویر I با سوراخهای پر شده

$$H=[R_{I^c}^{D}(F)]^c$$

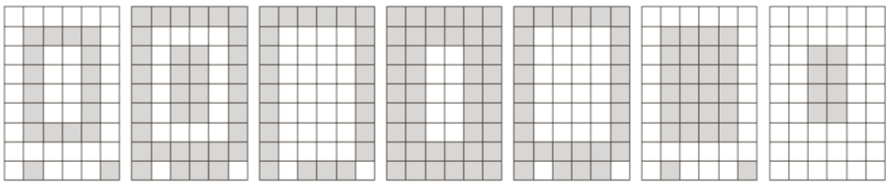
H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

71

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - پر کردن سوراخها (ادامه)



تصویر اصلی

تصویر اصلی با سوراخهای پر شده

سوراخهای تصویر اصلی

H.R. POURREZA

MV Lab

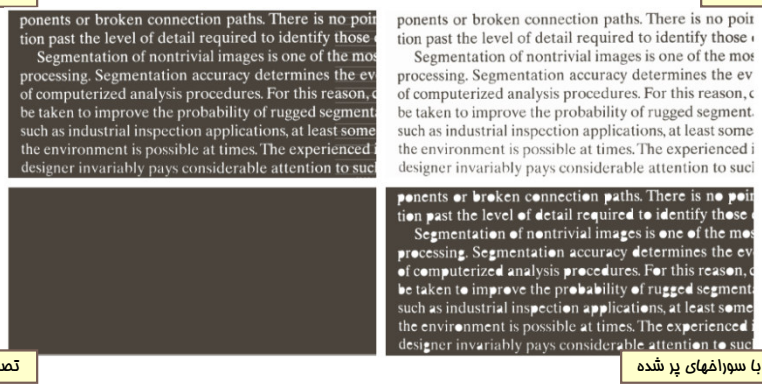
الگوریتمهای مورفولوژیک

72

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - پر کردن سوراخها (ادامه)

تصویر اصلی

مکمل تصویر اصلی



تصویر مارکر

تصویر اصلی با سوراخهای پر شده

H.R. POURREZA

MV Lab

الگوریتمهای مورفولوژیک

73

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - پاک کردن کاراکترهای افتاده روی کناره‌ها
    - I(x,y) را تصویر ورودی فرض کنید

$$F(x,y)=\begin{cases} I(x,y), & in\,border\,of\ I \\ 0 & ,otherwise \end{cases}$$

- X: تصویر I که در آن کاراکترهای قرار گرفته بر روی کناره‌ها

$$X=1-[R_I^D(F)]$$

H.R. POURREZA

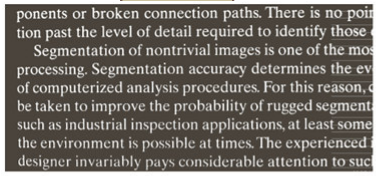
MV Lab

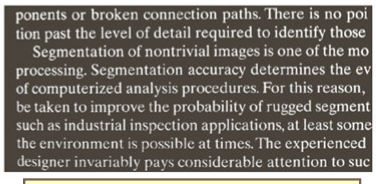
الگوریتمهای مورفولوژیک

74

- کاربردهای بازسازی مورفولوژیک
  - پاک کردن کاراکترهای افتاده روی کناره ها

تصویر اصلی





تصویر کاراکترهای افتاده روی کناره ها

تصویر اصلی بدون کاراکترهای افتاده روی کناره ها

H.R. POURREZA