## Morphology

김성영교수 금오공과대학교 컴퓨터공학과

## 학습 목표

- Morphology의 의미를 설명할 수 있다.
- Dilation과 Erosion 연산의 용도와 동작을 설명할 수 있다.
- Opening과 Closing 연산의 용도와 동작을 설명할 수 있다.

## 모폴로지 Morphology 개요

- 모폴로지 (형태학)
  - □ 생물학의 한 분야로 동물이나 식물의 모양이나 구조를 다루는 학문
- 수학적 모폴로지 mathematical morphology
  - □ 관심 객체의 검출을 쉽게 처리할 수 있도록 영상 분할 결과를 단순 화하는 방법으로 사용
  - □ 객체 경계의 단순화, 작은 구멍을 채움, 작은 돌기의 제거 등
  - □ Binary 영상과 Gray-scale 영상에 적용 가능
  - □ 모폴로지 필터링morphological filtering
    - 구조적 요소structuring element와 팽창dilation 및 침식erosion 연산 사용

## 기본 집합 이론Basic Set Theory

Let A and B be sets in  $\mathbb{Z}^2$ 

a is an **element** of A

 $\Rightarrow a \in A$ 

a is **not an element** of  $A \implies a \notin A$ 

A is a subset of B

 $A \subseteq B$ 

The **union** of **A** and **B** 

$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ or } x \in B\}$$

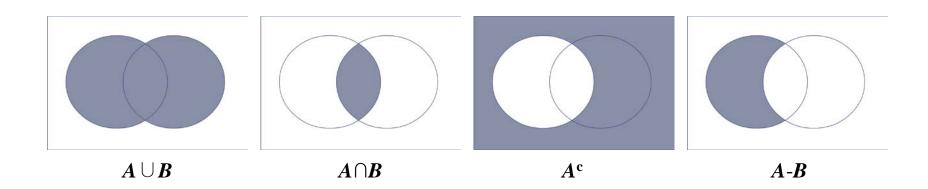
The **intersection** of **A** and **B** 

$$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ and } x \in B\}$$

The **complement** of *A* 

The **difference** of **A** and **B** 

$$A - B = \{x \mid x \in A \text{ and } x \notin B\}$$



## 이진 영상에서의 팽창 연산Dilation operation

- 객체의 크기를 확장
  - □ 객체 내부의 작은 구멍을 채움
  - □ 근접한 위치의 두 객체를 연결

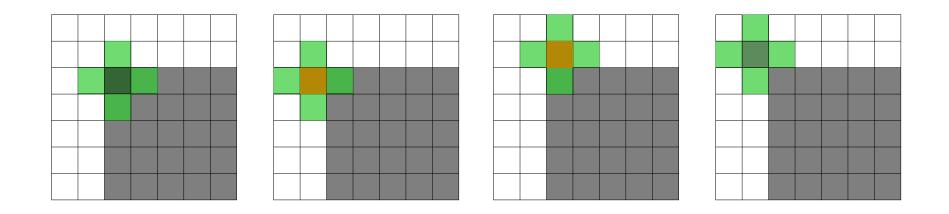
$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left( \widehat{B} \right)_z \cap A \neq \emptyset \right\}$$

A: image

**B**: Structuring element

$$A \oplus B = B \oplus A$$

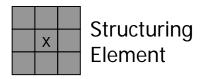
$$A \oplus (B \oplus C) = (A \oplus B) \oplus C$$

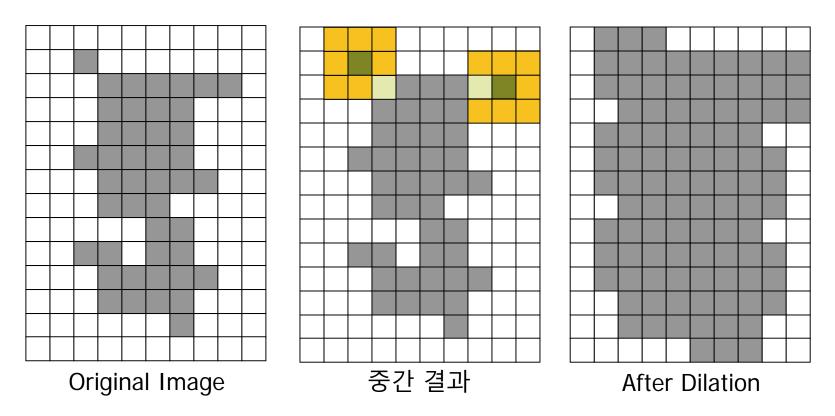


## 알고리즘

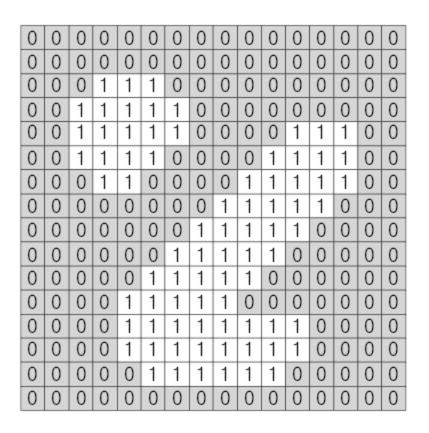
- 1. 구조적 요소의 중심이 영상의 '0'에 위치하면 다음 위치로 이동
- 2. 구조적 요소의 중심이 영상의 '1'에 위치하면 구조요소와 영상을 논리적 OR 연산 수행

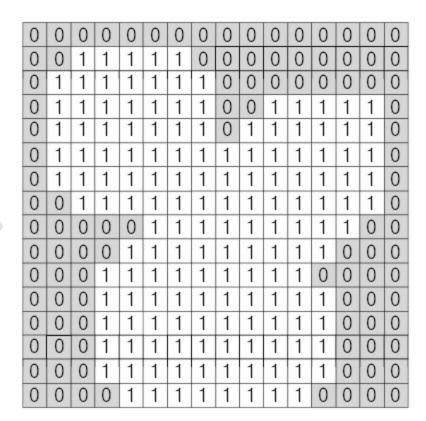
### example





#### Section 03 이진 영상에서의 형태학 처리





[그림 11-9] 이진 영상에서 팽창 처리 이해



Original image



Dilation with SE of rectangle (7x7)



Dilation with SE of circle (7x7)

#### [실습하기 11-2] 팽창 프로그램

- ⑤ 프로그램 실행 결과 영상
  - 실제 이진 영상에서 팽창 처리를 수행한 결과 영상. 전체적으로 테두리의 흰 색화소가 증가하여 두꺼워짐.



(a) 원본 영상 (b) 팽창 영상 실제 이진 영상에서 팽창한 결과 영상

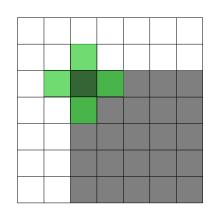
## 이진 영상에서의 침식 연산Erosion operation

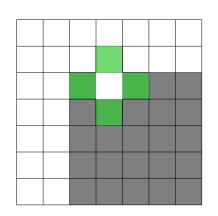
- 객체의 크기를 축소
  - □ 객체 경계를 침식
  - □ 작은 돌기를 제거

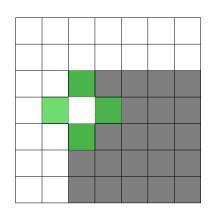
$$A \ominus B = \{z \mid B_z \subseteq A\}$$

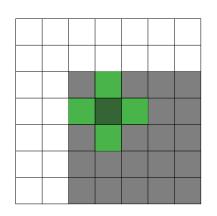
A: image

**B**: Structuring element





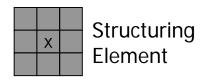


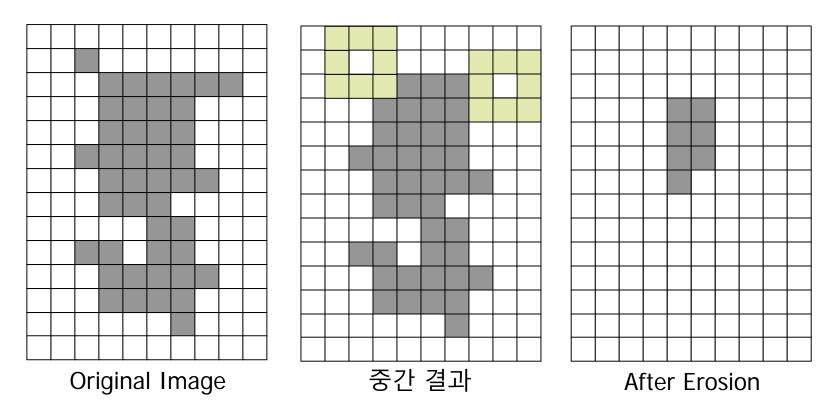


### 알고리즘

- 1. 구조적 요소의 중심이 영상의 '0'에 위치하면 다음 위치로 이동
- 2. 구조적 요소의 중심이 영상의 '1'에 위치하면 구조요소에서 '1' 위치가 하나라도 객체를 벗어나면 그 위치는 '0'으로 변경

### example

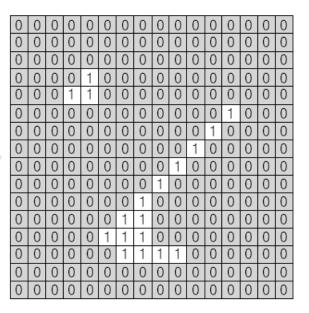




#### 침식[계속]

- ▲ 교환 법칙 성립A-B = B-A
- ▶ 형태소의 크기에 따라 침식되는 정도가 결정됨
  - 형태소의 크기가 작으면 침식의 정도도 작고, 크기가 크면 침식의 정도도 큼.
- ▲ 같은 형태소를 반복해서 적용하면 침식이 계속 일어나 객체를 완전하게 제거할 수 있음.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



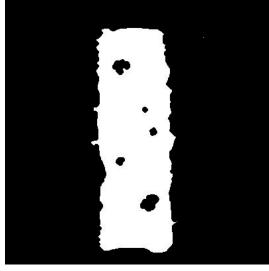
[그림 11-6] 이진 영상에서의 침식 처리 이해



Original image



Erosion with SE of rectangle (7x7)



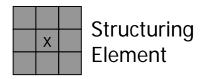
Erosion with SE of circle (7x7)

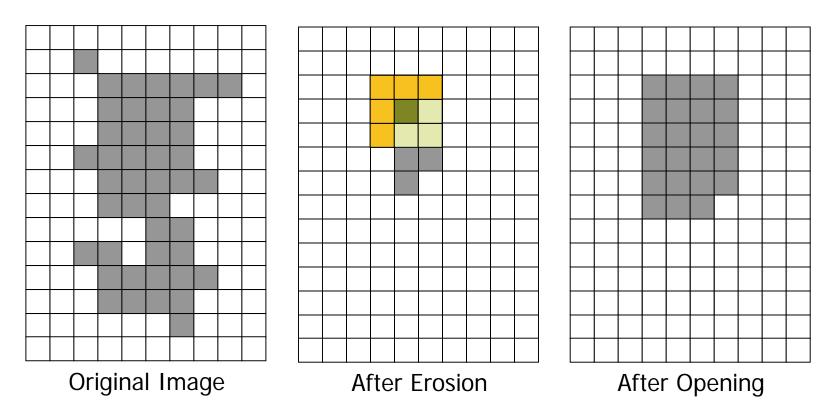
## 열림 연산Opening operation

- 침식Erosion 연산을 수행한 후 다시 팽창Dilation 연산 적용
- 작은 크기의 객체에 포함되는 픽셀들을 제거

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

### example



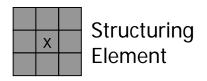


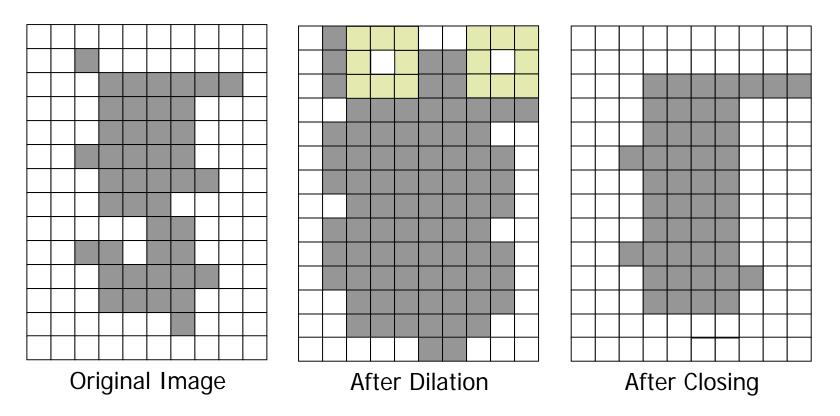
## 닫힘 연산Closing operation

- 팽창Dilation 연산을 수행한 후 다시 침식Erosion 연산 적용
- 객체 내부의 작은 구멍hole이나 간격gap을 채움

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

### example







Original image



Opening with SE of rectangle (7x7)



Closing with SE of rectangle (7x7)









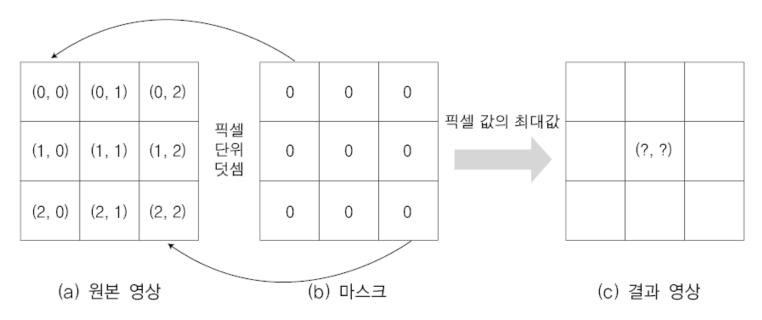
erosion



gradient

#### 그레이 영상의 팽창연산

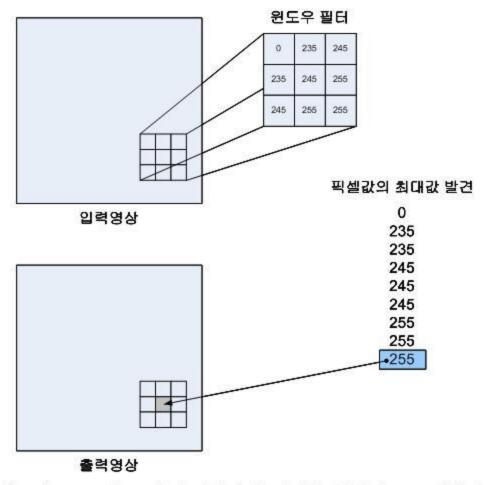
- ▶ 그레이 영상에서 객체를 더 밝게 하여 객체를 크게 보이게 하는 효과
- 침식처럼 밝기가 균일하지 않은 영역에서 효과적으로 동작
- ♪ 사용되는 형태소 마스크의 특징은 모든 화소를 0~255까지의 범위로 변화시킬 수 있도록 구성할 수 있음.
- ▶ 팽창연산의 결과로 화소 값이 255에 가까운 값이 되도록 형태소 마스크를 구성하면 더욱 분명한 팽창 효과를 얻을 수 있음.



[그림 11-22] 그레이 영상에서 팽창 수행 과정

#### 그레이 영상의 팽창연산(계속)

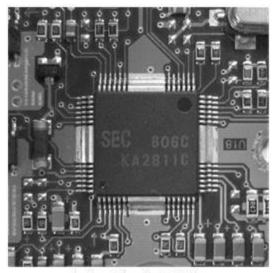
▲ 결과 화소가 결정되는 것은 다음과 같이 표현 가능O(x, y) = max{입력 화소 밝기와 마스크 화소의 각 합}



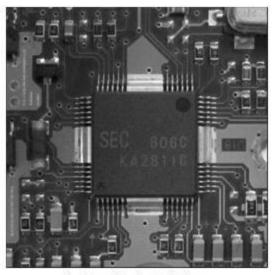
[그림 11-23] 그레이 영상에서 발견한 최대값으로 팽창 수행

#### [실습하기 11-3] 그레이 영상의 침식 연산 프로그램

- ⑤ 프로그램 실행 결과 영상
  - 각 객체의 밝은 색이 줄어들어 축소된 효과



(a) 입력 영상



(b) 결과 영상

실제 그레이 영상에서 침식을 수행한 결과 영상

#### [실습하기 11-4] 그레이 영상의 팽창 연산 프로그램

- ⑤ 프로그램 실행 결과 영상
  - 입력 영상보다 객체의 밝기가 밝아져 팽창된 결과





(a) 입력 영상 (b) 결과 영상 실제 그레이 영상에서 팽창을 수행한 결과 영상





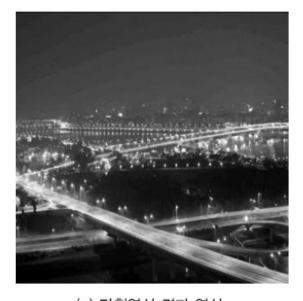


dilation erosion

#### 그레이 영상의 열림과 닫힘연산

- 이진 영상에서 열림과 닫힘연산은 침식과 팽창으로 얻음.
- 그레이 영상도 그레이 영상의 침식과 닫힘연산을 이용하해 그레이 영상에서 열림과 닫힘연산을 수행
- 이진 영상의 결과처럼 경계선이 부드러워진 효과





(a) 입력 영상

(b) 열림연산 결과 영상

(c) 닫힘연산 결과 영상

[그림 11-24] 실제 그레이 영상에서 열림과 닫힘연산을 수행한 결과 영상

# Thank you