

# 에지의 구조적정보를 이용한 에지추출

김 수 겸<sup>†</sup> · 장 유 정<sup>††</sup>

## 요 약

에지추출은 영상인식의 첫 단계임과 동시에 영상인식의 성능을 좌우하는 아주 중요한 단계이다. 기존의 기울기연산자나 표면집합에 의한 에지추출과 달리 본 논문에서는 에지의 구조적 정보를 이용한 에지추출 알고리즘을 제안하였다. 먼저 에지의 구조적 특성인 에지의 정확한 위치, 에지의 연속성, 에지의 두께와 에지의 길이에 대한 정의를 제시하였다. 이와같은 에지의 구조적 특성을 기본으로  $3 \times 3$  윈도우에서의 적합한 화소구조와 화소구조에 일치하는 이상적인 에지위치를 정의하였다. 또한 적합한 에지구조와 이상적인 에지위치에 의한 12개의 특성 불일치 강조윈도우를 제안하였다. 제안된 12개의 윈도우는 모든 형태의 에지를 추출할 수 있는 에지추출알고리즘에서 사용되는 윈도우로써 잡음이 많은 영상에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 기울기 연산자나 0점교차 연산자인 LoG 연산자 보다 좋은 에지추출 성능을 보여 주었다. 특히, 잡음의 표준편차( $\sigma=30$ )가 30인 잡음이 아주 많은 영상에서 더 좋은 성능을 보여 주었다.

## Edge Detection Using Informations of Edge Structures

Soo-Gyeam Kim<sup>†</sup> · Yu-Jung Chang<sup>††</sup>

### ABSTRACT

Edge detection is the first step and very important step in image analysis. In this paper, proposed edge detection algorithm based on informations of edge structures and it is different from other classical edge detection operators such as gradient and surface fitting algorithm. The first, we defined characteristics of edge structures such as continuity, thinness, localization, length. The second, we defined valid edge structures and ideal edge pixel positions in  $3 \times 3$  window based on edge characteristics of edge structures. And we proposed twelve windows for enhance dissimilarity regions based on valid edge structures and ideal edge pixel positions. In specially, proposed algorithm was shown better performance of edge detection than other operators such as gradient operator and the LoG(Laplacian of gradient) operator of zero crossings in noisy test image with  $\sigma=30$ .

### 1. 서 론

에지란 두 영역사이의 경계에 위치한 점들이며[9], 에지 추출은 영상속에 위치한 이런 경계점들을 찾는 작업을 말한다. 영상인식에서 에지추출이 중요한 이유는 영상에서 많은 정보가 서로 다른 영역간의 경계

선에 위치할 뿐 아니라 인간의 시각 시스템이 물체를 인식하는데 있어서 대강의 윤곽선 만으로 인식이 가능하기 때문이다[10]. 또한 영상을 에지로 표현하게 되면 영상속의 물체의 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 영상인식의 상위 단계에서 처리하여야 할 자료의 양을 크게 줄일 수 있고 [11], 다른 물체처리 알고리즘과 쉽게 결합 가능하다는 장점이 있다. 그리고 에지추출은 주어진 영상의 각 화소의 밝기의 동일성을 근거로 개발된 region splitting이나 region growing

<sup>†</sup> 정 회 원: 목포해양대학교 기관공학과

<sup>††</sup> 정 회 원: 조선대학교 컴퓨터공학과

논문접수: 1995년 9월 23일, 심사완료: 1996년 1월 12일

방법과는 달리 에지추출은 각 화소에서의 밝기의 불연속성을 이용하여 에지를 찾는다[2, 6].

지금까지 에지추출방법에 대하여 많은 연구가 되어 왔음에도 불구하고[1, 3, 4, 7, 14] 물체의 실제 경계선에 해당되는 에지를 정확히 추출하는 것은 여전히 어려운 문제로 남아있다. 이것은 영상내에 존재하는 에지는 다양한 형태로 표현되어 에지의 정의를 정확하게 규명하기 어렵기 때문이다[12]. 따라서 대부분의 에지추출은 특정 응용분야의 특성에 맞게 에지를 정의하고 이를 이용하여 에지를 추출하는 실정이다[12]. 또한 에지화소의 존재여부를 영상내의 화소간의 위치 관계나 이웃하는 에지들의 형태와는 무관하게 명암값의 변화만으로 결정하기 때문에 노이즈 등의 영향을 받기가 쉽다[13]. 그래서 에지화소의 존재를 결정하는 과정에서 이웃하는 에지화소에 대한 국부적정보를 이용하면 매우 효율적이다. 본 논문에서는 이와같은 국부적 에지구조에 대한 정보를 이용한 에지추출알고리즘을 제안한다. 제안된 에지추출알고리즘에서 가장 중요한 것은 정의된 에지에 인접한 두 영역에 대한 불일치도를 측정하는 함수다. 이와같은 에지의 양 영역과 불일치도를 측정하는 함수는 에지영상에 많은 영향을 미친다[3].

본 논문의 2장에서 에지추출알고리즘의 기본이 되는 에지정의를 제시하고 3장에서는 에지정의를 근거로한 적합한 에지화소구조와 이상적인 에지위치, 그리고 에지추출알고리즘을 제안한다. 4장에서 실험결과를 보이겠다.

## 2. 에지의 정의

에지의 정확한 정의는 에지추출알고리즘에 많은 영향을 미친다. 그러나 물리적으로는 존재하지 않지만 시각적으로 에지로 인식되는 많은 시각적 오류가 [5 pp.51] 있기 때문에 영상에서 에지를 구성하고 있는 것이 무엇인지를 정확히 정의 하는 것은 매우 어려운 일이다. 일반적으로 모든 사람이 에지에 대한 직관적인 정의를 가지고 있지만 이와같은 에지의 정의는 사람에 따라 다소 다를 수 있다. 기존에 제안된 많은 에지추출알고리즘은 그 알고리즘을 적용하는 분야에 한정하여 에지를 정의하기 때문에 그 정의를 벗어나는 에지를 추출하는데에는 효과적이지 못한

약점을 안고 있다[13]. 본 논문에서는 이와같은 단점을 보완하고 여러 종류의 에지를 포함할 수 있는 에지정의를 제시한다.

정의 2.1: 에지는 영상에서 특성이 일치하지 않는 두 영역을 분리하는 경계다.

정의 2.1에서 두 영역은 에지의 양쪽에 위치하여야 한다. 특성불일치라는 용어는 영상의 농도의 차 또는 농도의 표준편차등을 포함하여 다른 여러가지 의미를 담고 있다. 물론 특성불일치는 농도나 텍스춰에지 모두에 사용된다. 예를들면 농도에지는 농도값이 다른 영역을 분리하는 경계이고 텍스춰에지는 서로 다른 텍스춰 특성을 가진 영역을 분리하는 경계이다.

정의 2.2: 에지가 특성이 일치하지 않는 두 영역을 분리한다는 기본적인 설정외에 에지의 구조적 특성에 따라 다르게 에지를 정의할 수 있다. 이와같은 에지의 구조적 특성은 영상의 에지위치와 모양을 결정하는 중요한 요인이 된다. 에지는 다음과 같은 4가지의 구조적특성을 지녀야한다.

### ① 정확한 위치

에지는 공간적으로 정확한 위치에 놓여야하고 가장 적합한 방법으로 특성불일치의 영역을 분리하여야 한다. 실제적으로 영상에서 에지의 위치는 부정확한 경우가 많다. 모든 에지는 오직 하나의 공간적인 위치를 가지고 있기 때문에 분리되는 영역사이의 특성불일치의 정도는 에지의 위치에 따라 변한다. 따라서 특성불일치의 정도가 최대가 되는 위치에 에지가 놓일때 에지의 위치가 정확하다고 할 수 있다.

### ② 연속성

물리적 환경에서 경계는 연속성을 나타내는 특성을 지니고 있기 때문에 에지도 역시 연속성을 지니고 있어야 한다. 자연현상에서 대부분의 물리적 경계는 연속적이다. 따라서 정확한 에지는 이와같은 특성을 가져야 한다는 것이다.

### ③ 두께

에지는 영상의 특성불일치 영역을 분리하는 경계

이기 때문에 가는선이 바람직하다. 가장 이상적인 에지는 오직 한 화소의 두께를 가진 에지이어야 한다.

④ 길이

짧은 하나 또는 두개의 화소로 이루어진 짧은 에지로 나타낼 수 있다. 그래서 본 논문에서 의미하는 에지는 3×3배열 윈도우에서 3화소의 길이로 이루어진 에지를 가장 이상적인 에지로 정의 한다.

실질적으로, 위와같은 에지의 구조적특성은 서로 결합하기 때문에 동시에 2개 혹은 그 이상의 구조적 특성을 취할수 없는 경우가 있다. 예를 들면 영상의 모든에지가 길어야하고 연속적이어야 하는것은 에지 위치에서의 부정확함과 거짓 경계를 나타낼 수도 있다는 것이다. 그러므로 추출하고자하는 에지특성을 구조적특성과 적절히 연관시키므로써 여러가지 구조적특성의 요소를 포함하는 에지를 추출할 수 있다.

3. 구조적정보를 이용한 에지추출

본 논문의 에지추출알고리즘의 목적은 2장에서 언급한 에지의 정의를 만족시키는 화소를 찾는 것이다. 그와같은 에지를 발견하기 위하여 국부적 에지구조에 대한 정보를 이용한다. 3장에서는 에지의 구조적 정보를 이용한 에지추출알고리즘의 구성에 기본이 되는 적합한 에지구조와 이상적인 에지위치에 대해

여 설명한다.

3.1 적합한 에지구조

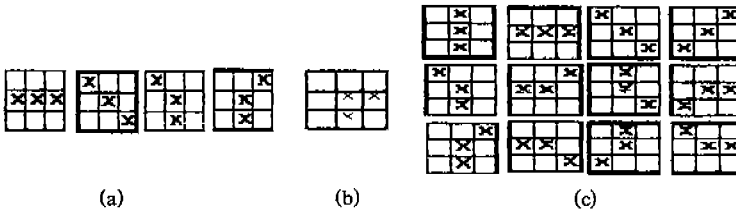
에지추출알고리즘의 구성에 필요한 적합한 에지구조에 대하여 알아보자. 3×3 배열에서, 중앙 에지화소는 최대 8개의 이웃에지화소를 갖게된다. 이와같은 3×3배열의 에지구조에서 적합한 에지구조를 다음과 같이 정의 한다.

정의 3.1: 0개 또는 1개의 이웃 에지화소를 가진 에지구조는 적합한 에지구조다.

정의 3. 2: 2개의 이웃에지화소를 가진 에지구조인 경우 그림1의 (b)와 같이 회전각이 90° 이상이 아니고 연속이면 적합한 에지구조다.

정의 3.2와 같은 에지구조를 적합한 2-Neighbor 에지구조라고 한다. 그림 1의 (a)는 4개의 적합한 기본 2-Neighbor 에지구조를 보여준다. 그리고 그림 1의 (b)는 오른쪽으로 회전각 90도를 구성하기 때문에 부적합한 에지구조가 된다. 그림 1의 (a)와 같은 에지구조의 화소위치를 변경하면 그림 1의 (c)과 같은 총 12개의 적합한 2-Neighbor 에지구조를 구성할 수 있다.

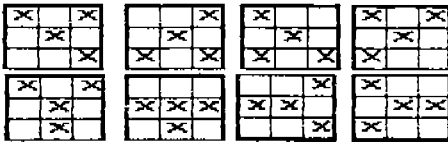
정의 3.3: 3개 이웃화소를 가진 에지구조는 에지구조가 그림 3.2와 같은 구조면 적합한 에지구조다.



(그림 1) 기본적인 2-Neighbor 에지구조. (a) 4개의 적합한 기본 2-Neighbor 에지구조 (b) 부적합한 2-Neighbor 에지구조. (c) 12개의 적합한 2-Neighbor 에지구조

(Fig. 1) Basic edge structures with 2-Neighbor. (a) The 4 valid Basic edge structures with 2-Neighbor (b) An invalid edge structure with 2-Neighbor (c) 12 valid thin edge structures with 2-Neighbor

3개의 이웃화소를 가진 에지 화소구조는 총 56개의 다른 에지 화소구조를 구성할 수 있지만 그림 1의 (b)와 같은 구조를 포함하지 않은 그림 2와 같은 8개만을 적합한 에지구조로 정의 한다.



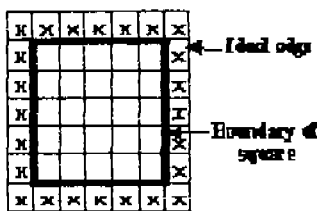
(그림 2) 8개의 적합한 기본 3-Neighbor 에지구조  
(Fig. 2) The 8 valid basic edge structures with 3-Neighbor

정의 3.4: 4개 이상의 이웃에지화소를 가진 에지구조는 적합한 에지구조가 아니다.

4개 이상의 이웃에지화소를 가진 에지구조는 모두 그림 1의 (b)와 같은 구조를 포함하기 때문에 적합한 에지구조가 아니다.

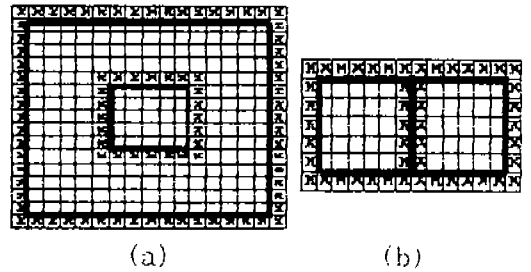
3.2 이상적인 에지위치

에지의 양쪽에 위치하고 그리고 에지에 큰 영향을 미치는 두 영역을 살펴보자. 에지의 위치는 물체의 크기나 기하학적인 형태를 정확하게 나타낼수 있어야 한다. 이것은 고도의 정밀측정이 요구될때 더욱 중요하다. 그림 3은 이상적인 에지위치와 실제로 나타내어지는 경계를 보여준다. 이 경우 에지의 위치가 정확하지 않기 때문에 물체의 크기를 정확하게 나타낼 수 없다. 즉 실제 물체 크기보다 작게 나타낸다. 이와같은 현상은 그림 4의(a) 그림에서 잘 보여준다. 그

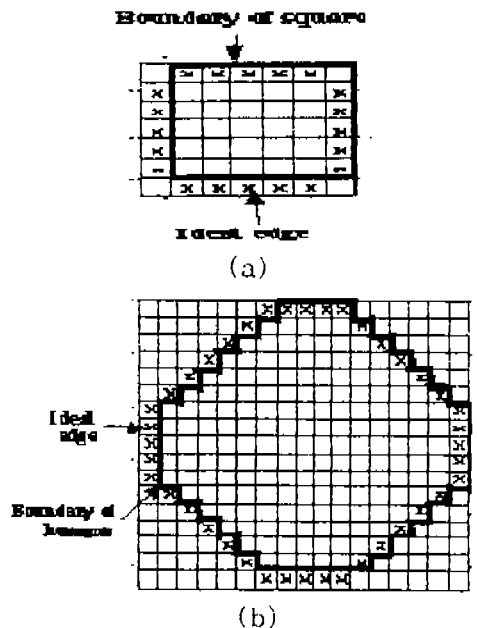


(그림 3) 사각형에 대한 부적합한 에지의 예.  
(Fig. 3) An Example of a poorly defined ideal edge for a square.

리고 그림 4의 (b)에서 이웃하는 사각형 사이를 나누는 중앙 에지선를 4각형의 이상적인 에지위치로 결정하기에는 적합하지 않고 역시 에지의 크기가 실제 물체의 크기보다 작게 나타냄을 알 수 있다. 그리고 그림 4의 경우 사각형의 코너 부분에서 그림 1의 (b)와 같은 부적합한 에지구조를 포함하기 때문에 정의 3.2에서 정의한 적합한 에지구조가 아니다.

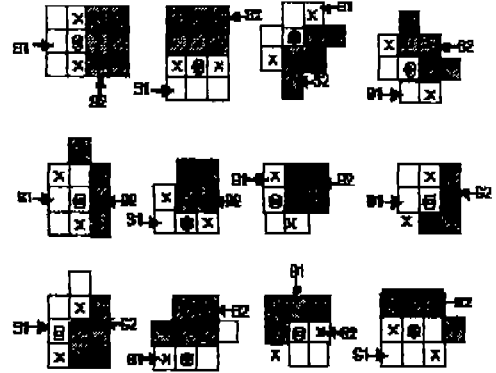


(그림 4) 그림 3과 같은 방법으로 구성한 에지의 예. (a) 큰 4각형에 작은 4각형이 삽입된 형태의 에지. (b)이웃하는 4각형의 에지.  
(Fig. 4) Edges resulting from the definition of edge in Fig. 3 (a)Edges of a pair of embedded boxes. (b)Edges of a pair of adjacent squares.



(그림 5) 4각형과 6각형에 대한 이상적인 에지의 예.  
(Fig. 5) Ideal edges for a square and a hexagon.

그림 5는 4각형과 6각형에 대한 이상적인 에지구조를 보여준다. 여기에서 에지는 3.1장에서 정의한 적합한 에지구조와 일치한다. 그림 6은 그림 5와 같은 방법으로 구성된 에지의 예로써 그림 4와 같은 이웃하는 두개의 사각형과 큰 사각형안에 작은 사각형을 포함한 물체를 보여준다. 그림 6과 같은 에지는 물체의 크기와 에지가 나타내는 크기가 일치한다. 특히 코너 부분에서 부적합한 에지구조를 포함하지 않는다. 그림 6과 같은 방법으로 그림 7과 같은 12개의 특성불일치 강조윈도우를 구성할 수 있다. 이와같은 윈도우는 실제 물체의 크기와 형태가 일치하는 모양으로 에지를 추출할 수 있다. 각 에지구조에 대하여 S1과 S2로 표시된 양 영역은 특성 불일치를 측정하는 영역이다. 적용분야에 따라 S1과 S2를 확장할 수 있다.



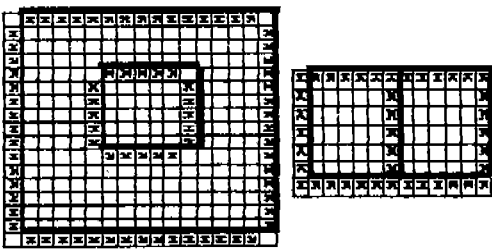
(그림 7) 12개의 특성불일치 강조 윈도우  
(Fig. 7) The 12 basic windows to enhancement dissimilarity regions.

성이 일치하지 않는 영역을 강조하는 윈도우로서 영역의 특성불일치의 정의에 따라 윈도우에 유연성을 부여할 수 있는 장점을 가지고 있다.

3.1장의 적합한 에지구조를 기본으로 하여 구성된 이 윈도우를 적용하여 얻은 화소의 집합을 D라 하면  $D = \{d(i, j); 1 \leq i, j \leq N\}$ 로서 화소농도 값이 특성불일치에 비례하는 집합이 된다. 화소의 농도값  $d(i, j)$ 는  $0 \leq d(i, j) \leq 255$ 이고 임계값보다 큰 농도값을 가진 화소는 좋은 에지화소 후보가 된다. 이와같은 강조된 영상 D를 얻는 과정에는 다음과 같은 두가지 사항을 고려하여야 한다.

- (1) 에지에 대하여 잘 정의된 양 영역
- (2) 양 영역의 불일치의 정도를 측정할 수 있는 특성불일치 측정함수.

에지의 양 영역은 3.1장의 적합한 에지구조에 따라 다르다. 이와같은 적합한 에지구조를 기본으로 구성된 영역특성강조윈도우는  $3 \times 3$ 윈도우에 포함되는 에지로서 굵기는 1화소이고 길이는 3화소인 에지구조를 기본으로한다. 그림 3.7과 같은 영역특성불일치 강조윈도우의 S1과 S2는 각각의 특성불일치의 양 영역을 나타내며  $f(S1, S2)$ 는 양 영역 S1과 S2 사이의 특성불일치도를 측정하는 함수다. 함수  $f(S1, S2)$ 의 측정값은 양 영역의 간단한 평균농도나 농도의 구조적 특성 또는 통계적 특성을 기본으로한 복잡한 측정값



(a) (b)

(그림 6) 그림 5의 방법으로 구성된 에지의 예. (a) 큰 4각형에 작은 4각형이 삽입된 형태의 에지 (b)이웃하는 4각형의 에지.

(Fig. 6) Edges resulting from the definition of edge in Fig. 5. (a) Edges of a pair of embedded boxes (b) Edges of a pair of adjacent squares.

### 3.3 에지추출 알고리즘의 제안

본 논문의 에지추출알고리즘의 첫번째 단계는 특성 불일치영역을 강조하는 것이다. 특성 불일치영역을 강조하기 위하여, 3.1장에서 정의한 적합한 에지구조를 기본으로 구성된 그림 7과 같은 특성불일치영역 강조윈도우를 제안한다. 이 윈도우는 영상의 특성이 일치하지 않는 영역을 강조하고 그리고 강조된 영상 화소에 임계값을 적용하여 에지를 추출하는 것이다.

그림 7은 다른 에지추출 윈도우와 달리 3.1장에서 정의된 적합한 에지구조를 기본으로 하여 구성된 특

일 수도 있다. 즉, 적용대상에 따라 함수 값에 유연성을 부여할 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 함수측정값으로 평균농도 값을 사용하였다. 그리고 원 영상으로부터 강조된 화소  $D$ 를 얻는 과정은 다음과 같다.

A. 12개의 영역특성불일치 강조원도우 각각을 원 영상의 각 화소  $(i, j)$ 에 적용한다. 각 영역특성불일치 강조원도우에 대한 영역  $S1, S2$ 에 대하여 영역 특성 불일치 측정함수  $f(S1, S2)$ 을 계산한다. 가장 큰 함수 값을 나타내는 영역특성강조원도우 하나를 최적에지구조로 선택한다. 이때 최적에지구조는 3개의 에지화소를 갖게되며 에지화소의 위치를  $(i, j), (i1, j1), (i2, j2)$ 로 한다.

B. 최적에지구조를 이동하여 함수 값  $f(S1, S2)$ 를 다시 계산한다. 즉, 수직, 수평, 대각선 에지구조에 대해서는 에지구조에 대해 직각방향으로 1화소씩 이동하여 최적에지구조의 특성불일치 함수 값  $f(S1, S2)$ 을 다시 계산한다. 그리고 나머지 에지구조에 대해서는 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽으로 이동하여 최적에지구조의 특성불일치 함수 값  $f(S1, S2)$ 을 계산하고 다음 단계를 수행한다.

a. 이동하여 계산한 최적에지구조의 함수 값이 기본 화소위치  $(i, j)$ 에서의 함수 값보다 더 큰값이 없으면 화소위치  $(i, j)$ 에서의 최적에지구조의 함수 값을 다음 식과 같이 계산한다.

$$\sigma = \alpha \times f(S1, S2).$$

최적에지구조의 에지화소위치의 화소값  $d(i, j), d(i1, j1), d(i2, j2)$ 을 임의의 값  $\sigma$ 로 치환한다. 위식에서 가중치인  $\alpha$ 를 사용함으로써 적용 대상에 따라 유연성을 부여할 수 있다(가중치 값  $\alpha$ 는 적용하는 영상에 따라 다르다).

b. 만약 이동하여 계산한 함수 값이 에지화소 위치  $(i, j)$ 에서의 함수 값 보다 큰 값이 있으면 최적에지구조의 에지화소위치의 화소값을 변경시키지 않는다.

C. 원 영상으로부터 얻은 강조된 화소  $D$ 가 임계값

$T$ 보다 크면 에지화소이고 그렇지 않으면 에지화소가 아니다.

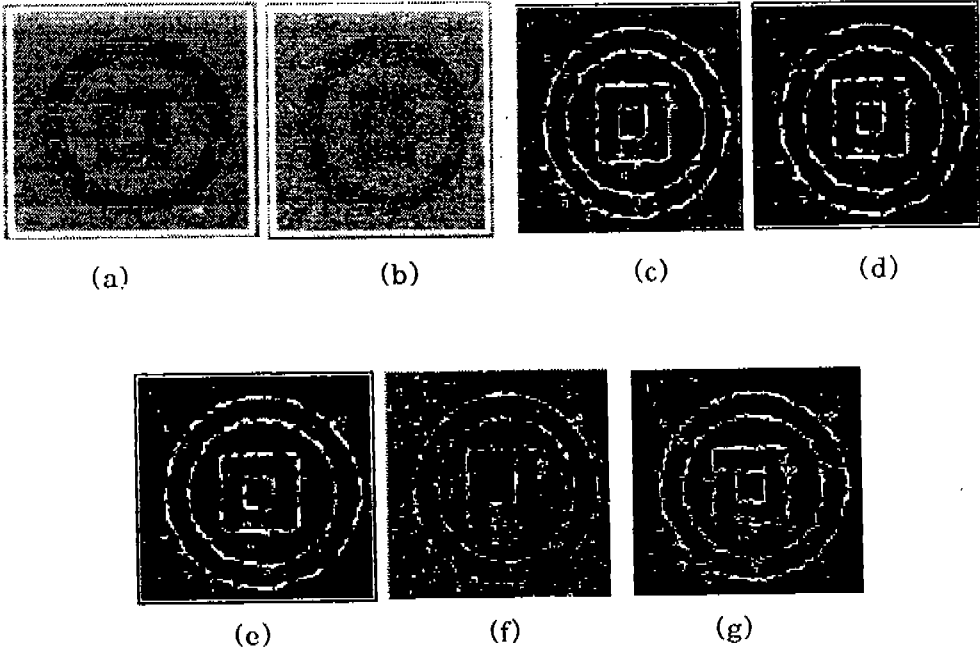
#### 4. 실험 결과

에지추출알고리즘의 성능을 분석함에 있어서 올바른 에지의 추출과 잘못 추출된 에지의 해석적인 또는 정량적인 분석은 여러 에지추출알고리즘의 성능을 비교함에 있어서 매우 유용하다. 본 실험에서, 에지평가함수는  $E = mC + (1 - m)T$ ;  $C =$  에지연속성,  $T =$  에지두께,  $m =$  조정변수[8]를 사용하였고, 실험에 사용된 영상은 이상적인 계단에지로 스텝 크기가 30인 원과 사각형 혼합 형태의 영상(이하 test영상이라고 부름)으로 크기가  $120 \times 120$ 이고 그레이 레벨은 256인 흑백영상을 사용하였다. test영상에 평균이 0이고 분산이  $\sigma^2$ 인 가우시안 노이즈를 섞어 에지추출 연산자의 성능을 비교하였다. 그리고 시각적인 비교를 보이기 위하여  $160 \times 160$ 인 건물 영상을 사용하였다. 제안한 에지추출알고리즘과 비교할 연산자는 일반적으로 많이 사용되고 있는 연산자로서 Sobel, Kirsh, Prewitt 기울기 연산자와 LoG 영점교차 연산자이다.

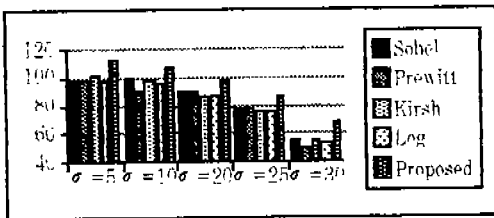
그림 7은 원 test영상과 test영상에  $\sigma = 30$ 인 가우시안 노이즈를 첨가한 영상을 보여주고 그리고 에지영상으로 각종 에지추출연산자로 추출한 에지영상과 제안한 연산자로 추출한 에지영상을 보여준다(괄호안의 숫자는 평가함수  $E$ 의 측정치를 나타낸다).

그림 8에서, Sobel연산자는 노이즈가 적지만 에지가 두꺼우며 끊어진 부분이 많으며, Kirsh 에지 영상과 Prewitt에지영상은 노이즈가 적지만 역시 에지가 두껍고 끊어진 부분이 많다. 그리고 LoG연산자는 비록 에지 굵기가 가늘지만 주위에 노이즈가 많고 에지를 잃어버리는 경향이 있었다. 그러나 제안한 알고리즘으로 추출한 에지영상은 에지 정의의 구조적특성에 합당한 두께가 1화소이고 다른 에지영상보다 끊어진 에지가 적었다. 그리고 에지평가함수가 다른 에지영상과 비교하여 높았다(괄호안의 숫자는 평가함수  $E$ 의 측정치를 나타낸다). 그림 8은  $\sigma$ 에 따른 성능비교로서 각종 연산자와 제안된 연산자와의 평가함수  $E$ 의 비교 막대그래프다.

그림 9에서 노이즈가 많이 섞인  $\sigma$ 가 25와 30인 경우에 제안한 연산자가  $E$ 값이 월등히 높았고 노이즈



(그림 8) 실험영상 (a) 실험영상 (b)  $\sigma=30$ 을 첨가한 실험 영상 (c) Sobel(55) (d) Kirsh(55) (e) Prewitt(50) (f) LoG(50) (g) 제안한 연산자(69)  
 (Fig. 8) test image. (a) Original test image (b) test image with  $\sigma=30$  (c) Sobel(55) (d) Kirsh(55) (e) Prewitt(50) (f) LoG(50) (g) Proposed(69)

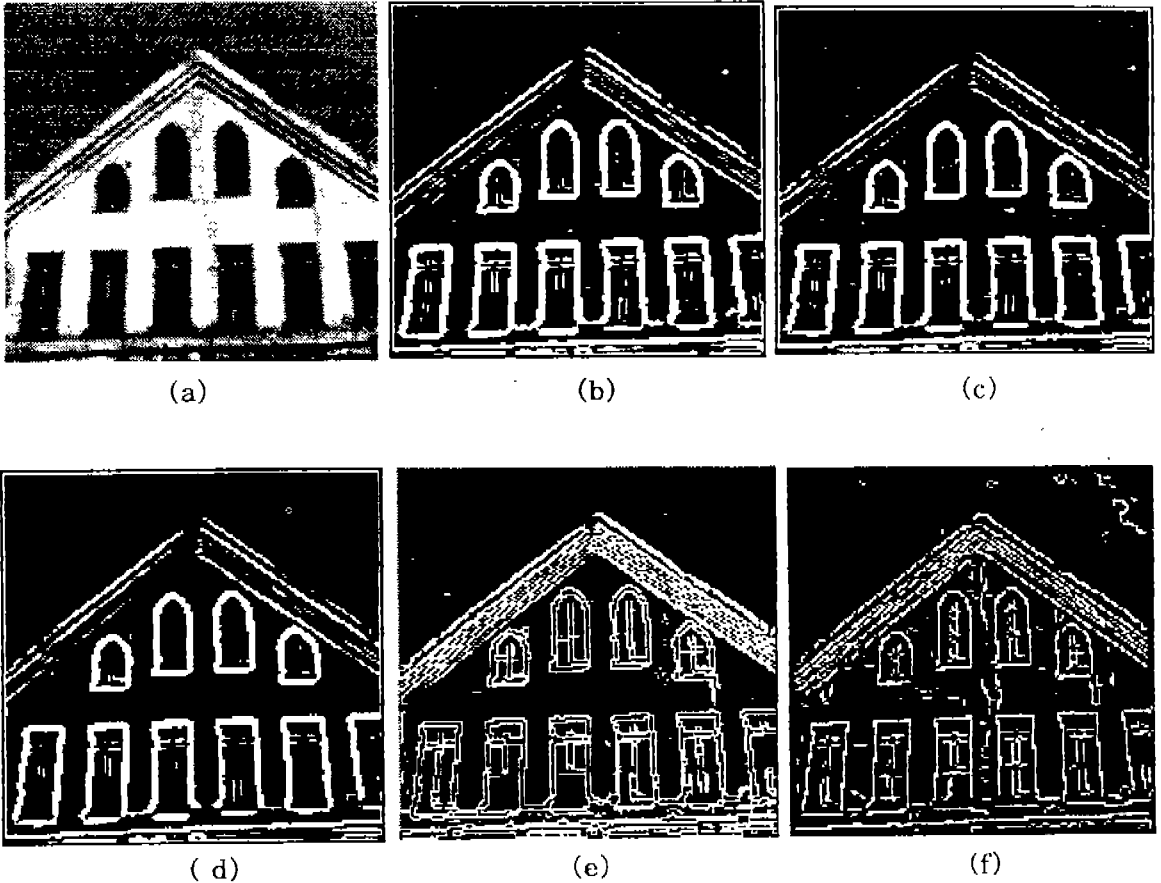


(그림 9) 연산자의 성능비교(막대그래프).  
 (Fig. 9) The performance comparison of edge detection operators(Bar graph)

가 적은  $\sigma$ 가 20이하인 영상에서는 약간 높았다. 제안한 연산자가 노이즈가 많은 영상에서 성능이 더 좋은 것을 보여주었다.

그림 10은 건물 영상과 다른 에지추출연산자를 적용한 후의 에지영상을 보여준다. (a)는 원 건물 영상이고 (b), (c), (d)와 (e)는 기울기 연산자인 Sobel,

Kirsh, Prewitt 기울기 연산자와 영점교차 연산자인 LoG 연산자를 사용하여 추출한 에지영상이다. 그리고 (f)는 제안한 알고리즘의 에지영상을 보여준다(괄호안의 숫자는 에지평가함수 E의 측정치를 나타낸다). 기울기 연산자인 Sobel과 Kirsh연산자 그리고 Prewitt연산자를 사용하여 추출한 에지영상은 에지두께가 두꺼워 간격이 좁은 에지부분이 훼손되는 경향이 있다. 그리고 LoG연산자는 비록 에지의 굵기가 가늘지만 일반적으로 한개의 선으로 나타내어야 할 부분이 두개의 선으로 나타내어 물체의 형태를 정확히 나타내지 못하는 경향이 있었다. 그러나 제안한 알고리즘을 적용한 후의 에지영상은 에지평가함수 E의 증가와 함께 2장의 에지정의에 합당한 에지로 두께는 1화소로 이루어졌으며 길이는 조각난 에지가 적은 긴 에지이며 주위에 있는 노이즈도 많이 제거된 에지영상을 보여준다.



(그림 10) 건물 영상 (a)오리지날 영상 (b)Sobel 연산자 (142) (c)Kirsh(124) (d)Prewitt(138) (e)LoG 연산자(240) (f)제안한 연산자(340).

(Fig. 10) Building. Image. (a)Original Image. (b)Sobel (142) (c)Kirsh(124) (d)Prewitt(138) (e)LoG (240) (f)Proposed Algorithm(340).

### 5. 결 론

본 논문에서 일반적인 모든 에지가 포함될 수 있도록 에지를 정의하였고 이와같은 에지정의에 기초하여 에지추출연산자를 제안하였다. 제안된 에지추출연산자는 에지의 양쪽에 존재하는 특성이 일치하지 않는 영역의 정의와 정의된 영역을 측정하는 특성불일치 측정함수를 구성하는 방법에 많은 영향을 받았다. 제안한 에지추출연산자로 추출한 에지영상은 일반적인 연산자보다 비교적 위치가 정확하였으며, 길

이와 연속성은 조각에지가 적은 길에지로 그리고 연속성을 지닌 이어진 에지로 추출할 수 있었다. 그리고 에지의 길에있어서도 일반적인 연산자보다 더 좋은 평가함수 E를 얻을 수 있었다.

### 참 고 문 헌

[1] L. S. Davis. "A Survey of Edge Detection Techniques," Computer Graphics and Image Processing 4, pp. 248-270, 1975.



[2] K. S. Fu and J. Mui. "A Survey on Image Sementation," Pattern Recognition 13, pp. 3-16, 1981.

[3] A. Rosenfeld and A. C. Kak, *Digital Picture Processing.*, New York: Academic Press, 1982, 1&2.

[4] T. Peli and D. Malah, "Survey of Edge Detection Algorithm," Computer Graphics and Image Processing, Vol. 20, pp. 1-21, 1982.

[5] D. Marr, *Vision.*, New York: W. H. Freeman and Company, pp. 51, 1982. pp. 753-763, May 1979.

[6] 박은주, 색채조형의 기초.

[7] D. Marr and E. Hildreth, "Theory of edge Detection." Proc. Roy. Soc. London b. vol. 207, 1980.

[8] L. Kitchen and A. Resenfield, "Edge Evaluation Using Local Edge Coherence," IEEE Transac. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-11, No. 9, September 1981.

[9] A. Heurtas and G. Medioni, "Detection of Intensity changes with subpixel accuracy using laplacian-Gaussian masks," IEEE Transac. on PAMI. Vol. 8, No. 5, pp. 651-664, September 1986.

[10] D. H. Vallard and C. M. Brown, *Computer Vision*, Prentice-Hall, 1982.

[11] S. Sarker and K. L. Boyer, "On Optimal Infinite Impulse Response Edge Detection Filters," IEEE Transac. on PAMI, Vol. 13, No. 11, pp. 699-714, November 1986.

[12] 김효선, 이성기, "칼라영상을 이용한 에지추출," 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, 제6회, pp. 16-20.

[13] Hin Leng Tan, Saul B. Gelfand, "Cost Minimization Approach to Edge Detection Using Simulated Annealing," IEEE Transac. on Pattern Analysys And Machine Intelligence, Vol. 14 No. 1, January 1991.

[14] 이진호, 최형일, "퍼지추론을 이용한 적응 에지 검출," 한국정보과학회 논문지, '93, 8 Vol. 20, No. 8, August.



김수겸

1986년 광주대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
 1988년 조선대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)  
 1989년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사  
 1990년~1995년 목포해양대학교 기관공학과 전임강사

1996년~현재 목포해양대학교 기관공학과 조교수  
 관심분야: 인공지능, 데이터베이스, 알고리즘



장유정

1990년 조선대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)  
 1993년~현재 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 재학중 (석사과정)

관심분야: 인공지능, 데이터베이스 등.