

대칭 변환 결과를 이용한 특정 모양의 물체 인식

기명석*, 이철우
전남대학교 컴퓨터공학과
e-mail:mskee@image.chonnam.ac.kr

Using Symmetry Transform To Recognize the Object with a Certain Shape

Myung-Souk Ki*, Chil-Woo Lee
Dept of Computer Engineering, Chon-nam University

요 약

Reisfeld 등이 제안한 일반화 대칭 변환의 대칭 기여도를 구하는 방법은 물체의 윤곽선의 방향과 거리를 이용하여 물체의 내부에 누적시키는 것으로써, 물체의 검출이나, 얼굴 검출 등의 많은 분야에서 이용되고 있다. 본 논문에서는 대칭 변환 기여도의 모양은 물체의 외곽 모양에 따라 달라지는 것을 이용하여 대칭 변환 기여도의 모양을 분석하여 특정 모양의 물체를 인식하는 방법을 제안한다.

1. 서론

물체의 인식문제는 수해 동안 연구되어온 영상처리의 중요과제이며 영상의 인식 결과는 상위 단계인 영상해석의 결과에도 직접적인 영향을 끼치게 된다. 원이나, 사각형 등 여러 다른 다각형의 모양을 구분해 내는 것은 초기 영상 인식의 기본 연구과제이기도 하였다[1]. 일반적으로 물체의 특정 모양을 구분해 내는 작업으로써는 물체의 외곽선 분석이나, 패턴 매칭, 주성분 분석 등의 다양한 방법을 들 수 있다. 그러나 이러한 방법들은 물체의 크기나, 위치, 관찰 시점이 바뀌면 원하는 결과를 얻을 수 없는 경우가 발생하기 때문에 매우 한정된 환경에서만 적용할 수 있는 문제가 생긴다.

한편, Reisfeld[2] 등이 제안한 일반화 대칭변환(Generalize Symmetry Transform:GST)은 물체의 대칭성을 부각시켜 영상 내에서 물체의 존재 위치를 알 수 있게 해 준다. 이러한 일반화 대칭변환의 결과는 주로 얼굴이나, 영상내의 흥미있는 물체의 검출 등에 이용되고 있다.

본 논문에서는 대칭변환의 기여도가 물체의 형태에 따라 그 모양이 달라진다는 것에 근거하여 이러한 대칭변환의 기여도를 분석함으로써 물체의 존재 위치뿐만 아니라 특정 모형의 물체나 또는 물체의 크기와

기울기, 또는 물체의 뒤틀림에 상관없이 원하는 모양의 물체를 찾는 방법에 대하여 연구하였다.

먼저 2장에서는 일반적인 대칭변환의 방법에 대하여 서술하고 3장에서는 물체의 모양과 대칭 기여도의 관계와 기본 이론을, 4장에서는 일반화 대칭 변환의 대칭 기여도를 이용한 물체의 인식방법과 알고리즘에 그리고 간단한 예를 보이며 5장에서는 결론을 맺고자 한다.

2. 일반화 대칭변환[2]

Reisfeld가 제안한 일반화 대칭변환은 먼저 외곽선 성분을 추출하여 외곽선의 각 화소의 명도변화의 크기와 방향을 이용하여 일정 영역 내에서 각 화소들의 대칭 기여도를 누적하여 영상에서 대칭성이 강한 부분을 부각 시킨다.

영상에서의 각각의 화소를 $p_k = (x_k, y_k)$ 라 할때 ($k = 1, \dots, K$) 화소 p 에서의 대칭 정도를 의미하는 대칭도 $M_G(p)$ 는

$$M_\sigma(p) = \sum_{(i,j) \in \Gamma(p)} C(i,j)$$

$$\Gamma(p) = \left\{ (i,j) \mid \frac{p_i + p_j}{2} = p \right\}$$

$$C(i,j) = D_\sigma(i,j) P(i,j) r_i r_j$$

$$D_\sigma(i,j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{\|p_i - p_j\|}{2\sigma}\right)$$

$$P(i,j) = [1 - \cos(\theta_i + \theta_j - 2a_{ij})] \times [1 - \cos(\theta_i - \theta_j)]$$

와 같이 구할 수 있다. 식에서 r_i 와 r_j 는 위치 (x_i, y_i) 와 (x_j, y_j) 에서의 화소 p_i 와 p_j 의 명도변화 크기를, θ_i 와 θ_j 는 화소 p_i 와 p_j 의 명도변화 방향을, a_{ij} 는 화소 p_i 와 p_j 를 연결하는 직선이 수평선과 이루는 각도를, σ 은 대칭 마스크의 크기를 각각 의미한다. 대칭 기여도 $C(i,j)$ 는 두 화소의 명도변화 방향이 서로 대칭일수록, 두 화소의 거리가 가까울수록, 두 화소의 명도변화가 클수록 큰 값을 가지게 된다.

일반적으로 물체는 그 물체의 외형이 대칭인지 아닌지에 상관없이 높은 대칭성을 가지게 되는데 즉, 물체의 내부점에서 높은 대칭도가 나타나므로 이러한 대칭점을 구함으로써 물체를 검출할 수 있게 된다.

3. 대칭변환의 대칭 기여도를 이용한 모양인식

대칭변환의 대칭 기여도의 모양에 영향을 미치는 것으로는 물체의 에지의 두께, 물체의 외부 모양, 마스크의 크기가 있다.

그림 1에는 여러 가지 모양의 물체들의 대칭 기여도를 보이고 있다.

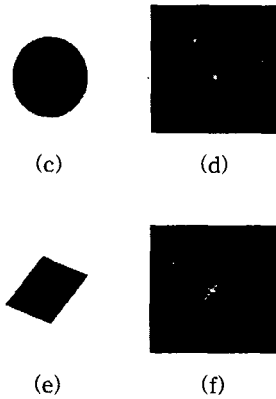
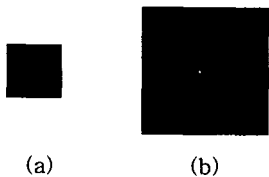


그림 1. 다양한 모양의 물체에 따른 대칭 기여도
a, c, e : 원 물체
b, d, f : 원 물체의 대칭 기여도
마스크의 크기 : 최대

위의 결과에서 보는 바와 같이 대칭 변환의 대칭 기여도의 모양은 물체의 외형과 매우 밀접한 관계를 가진다. 어떠한 모형의 물체를 찾고자 할 때 만약 물체 자체를 이용한다면 그 결과가 안정되지 못할 뿐만 아니라, 만약 물체가 변형되거나, 회전이 발생했다면 그 물체를 찾는 과정이 매우 복잡하고 어려워진다. 하지만 대칭 기여도를 이용한 주성분 분석법[4]은 정보량이 적을 뿐만 아니라, 대칭 기여도를 이용하면 회전이 발생했을 때나 물체의 크기가 바뀌었을 때도 대칭 기여도의 대칭축을 이용하여 쉽게 회전이나 크기의 변화를 조정할 수 있어 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있다.

위 그림 1에서 사각형의 물체를 찾고자 한다면 (a)와 (e)시 둘 다 사각형 모형이지만 물체 외형을 이용한 패턴 매칭이나 주성분 분석을 이용한다면 둘은 전혀 다른 물체로 인식되게 된다. 하지만 (b)와 (f)를 비교시 비록 물체의 외형이 변하였더라도 (b)와 (f) 둘 다 사각형이라는 공통점이 있기 때문에 둘의 대칭 기여도의 모형은 유사성을 지닌다. 대칭 기여도는 물체에 회전이 발생하였거나 외곽이 발생하였다 할 지라도 그 기본 모형은 항상 유지된다. 때문에 대칭 기여도의 이러한 특징을 이용한 대칭 기여도의 대칭축[3]의 변형과, 주성분 분석의 이용을 통하여 똑같은 모양의 물체

가 회전이나 외곡이 발생하였더라도 원하는 안정된 결과를 얻을 수 있게 된다.

4. 대칭 기여도를 이용한 물체의 모양인식

획득된 영상에 두 개 이상의 물체가 존재할 때 이 물체들의 대칭 기여도를 비교하여 원하는 특정한 모양의 물체를 찾는데 있어 가장 중요한 문제는 물체들의 대칭축의 위치를 알아내는 것이다. 대칭축은 물체의 기여도 모양을 비교하기 위한 회전축이 될 뿐만 아니라, 모델을 정규화 하는데 있어 그 기준이 되기 때문이다.

이러한 축을 찾는 방법은 Reisfeld가 제안한 radial symmetry를 이용한다. 이 대칭변환은 어떠한 물체의 대칭 기여도를 구함에 있어서 가장 높은 대칭값을 가지는 곳의 위치를 찾는 것으로써 식은 다음과 같다.

$$RS_{\phi}(p) = \sum_{(i,j) \in I(p)} C(i,j) \sin^2(\psi(i,j) - \phi(p))$$

$\psi(i,j) : (i,j) \in I(p)$ 인 점들에 대해 $C(i,j)$ 가 가장 큰 위치의 $\phi(p)$

이는 대칭값이 가장 높은 값이 대칭축일 것이라는 가정에서 출발한다.

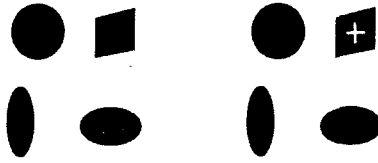
대칭축의 위치를 알아낸 뒤 물체들은 정규화와 과정과 필요하다면 축 회전을 거치게 된다.

회전과 정규화 단계를 거친 대칭 기여도들에서 원하는 모양의 물체를 찾는 방법은 주성분 분석을 이용하게 된다. 각각의 물체들의 고유벡터를 구한 뒤 원하는 모양의 물체의 고유벡터와 비교하여 가장 가까운 물체를 비슷한 모양이라고 보고 선택하는 것이다.

그림 2는 한 영상에 여러 가지 물체들이 있을 때 그 중에서 특정 모양의 물체를 찾는 경우의 예이다. 그림 2에서 (a)는 찾고자 하는 모양이며 (c)는 (b)에서 원하는 모양의 물체를 찾은 뒤 결과를 보여주고 있다.



(a)



(b) 입력 원 영상

(c) 결과 영상

6. 결론

Reisfeld가 제안한 일반화 대칭변환은 물체의 대칭성을 누적시켜 물체의 존재 위치를 알려주는데 주로 사용되지만, 물체의 외양에 따라 그 대칭 기여도의 모양도 달라짐을 실험을 통해 알 수 있었다. 또한 이러한 물체의 외양에 따른 고유의 대칭기여도의 모양을 이용한다면 원하는 대략적인 모양의 물체를 찾을 수 있다. 이러한 대칭 기여도의 모양은 물체가 대칭적인 모양일 때 훨씬 그 특성이 강하며 특히 대칭이 평행일 때 가장 확실한 결과를 얻을 수 있었다.

이러한 대칭 기여도를 물체의 외곽선과 함께 이용한다면 물체의 모양뿐만 아니라 물체의 3차원 정보도 얻을 수 있으리라 기대된다.

5. 참고문헌

[1]. R. C. Gonzalez, Digital Image Processing, Addison Wesley 1993
 [2]. D. Reisfeld, H. Wolfson, and Y. Yeshurun, "Context-free attentional operators : The generalized symmetry transform," International Journal of Computer Vision, vol. 14, pp. 119-130
 [3]. Lei Yiwu; Wong Kok Cheong A novel method for detecting and localising of reflectional and rotational symmetry under weak perspective projection, Pattern Recognition, 1998
 [4]. 쓰우 강, 쓰지 사부로 저, 이철우 역 3차원 비전