

Signature 기반의 회전된 물체의 인식 및 각도 검출 기법

*윤현섭, 한영준, 한현수
 승실대학교 전자공학과
 e-mail : {beat83, young, hahn}@ssu.ac.kr

Rotated Object and Angle Detection based on Signature Information

*HyunSup Yoon, YoungJun han, HernSoo Hahn
 School of Electronics Engineering
 Soongsil University

Abstract

This paper presents a new signature and Fourier descriptor based algorithm for recognizing a rotated object and its rotation angle. Fourier descriptor is used to represent an object using its frequency parameters which are not influenced by rotation. Once the object is recognized, the point with the largest auto-correlation coefficient which can be calculated from signature of the object is used to find angle of the object. The outstanding performance of the proposed algorithm has been tested with the test images where more than 10 2D objects arbitrarily located on a table.

I. 서론

컨베이어벨트 상에서 이동하는 물체를 카메라가 제공하는 영상을 이용하여 매뉴플레이터로 조작하는 경우, 이동하는 물체의 회전과 스케일링된 불안정한 포즈로 인해 물체를 정확하게 조작하는 일은 쉽지 않다. 이런 현상은 산업현장에서 흔히 볼 수 있는 것으로 회전과 스케일링에 불변하는 물체인식 기술의 개발은 매우 중요한 과제이다[1].

가장 쉬운 방법은 모든 모델의 템플릿을 매칭 하는 방법이나 실시간 처리가 요구되는 현장의 특성에 적합하지 않다. 다른 방법으로 불변모멘트를 이용하거나 GHT(General Hough Transform)를 사용한 물체인식과 각도측정 방법들이 제안 되었다[3][4]. 이들도 고차원 모멘트를 계산하고, 영상이 복잡해짐에 따라 연산량이 많아지는 문제가 단점으로 지적되고 있다.

본 논문에서는 새로운 해결방법으로 물체의 무게중심

점에서 외곽선까지의 거리정보를 각도에 대한 1차원 공간 신호로 표현한 signature를 이용한 방법을 제시한다.[2] 그리고 공간상의 신호를 주파수 영역으로 변환해서 얻는 magnitude정보의 오차를 비교해 회전된 물체를 인식하는 방법을 제안하였다. 물체의 회전각도를 측정하기 위해서 쉬프트 되지 않은 signature에서 자기상관값이 최대가 나오는 성질을 이용하여 각도를 검출하는 방법을 사용한다.

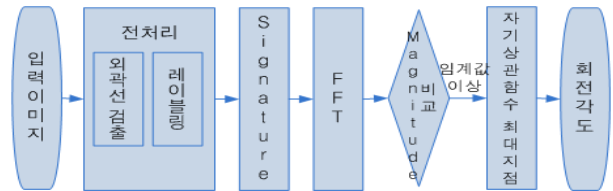


그림 1 제안하는 시스템 흐름도.

II. 물체의 Signature 표현기법

Signature는 기준점으로부터 외곽선까지의 거리정보로 표현된다. 이때 기준점이 되는 무게 중심점의 위치에 따라 다른 signature가 얻어지므로 저장된 템플릿과 레이블링된 물체의 일치하는 무게중심점을 찾는 것은 매우 중요하다. 식 (1)은 무게중심점을 찾기 위해 외곽선 좌표의 합을 전체 외곽선 픽셀수로 나눠 얻은 물체의 무게중심점을 얻는 수식을 보여준다. 여기서, NP는 외곽선의 픽셀수를 나타낸다.

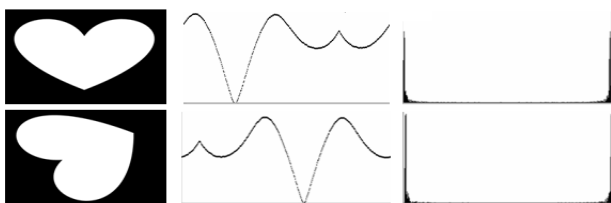
$$P_{cm}(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^{NP} P_i(x,y)}{NP} \quad (1)$$

위의 방법으로 얻어진 물체의 무게중심점을 기준으로 각도를 증가 시켜가며 외곽선까지의 유클리드거리의 함수를 구한 것이 signature이다.

III. Fourier Descriptor

물체의 signature는 물체의 회전, 스케일링에 따라 쉬프트, 스케일링 변화를 한다. 이에 불변하는 특징을 얻기 위해 공간상의 signature를 Fourier 변환을 통해 주파수 영역에서 해석할 수 있다[5]. Signature는 쉬프트되더라도 주기적인 성격 때문에 주파수상에서 회전에 무관한 magnitude값을 갖게 된다. 그래서 본 논문에서는 Fourier Descriptors로서 거리함수를 FFT[6]하여 얻은 magnitude의 확률밀도함수를 이용했다. 그리고 물체를 검출하기 위해 찾은 템플릿 영상의 확률밀도함수 오차가 경계값 이하를 갖는 물체를 템플릿과 같은 물체로 판별하게 된다.

그림 2는 하트모양의 도형이 회전되었을 때의 signature와 magnitude의 확률밀도함수를 보여준다.



(a) (b) (c)

그림 2 템플릿(상)과 회전된 물체(하)의 비교, (a)입력이미지, (b)signature, (c)magnitude 확률밀도함수.

회전된 입력물체에 대응하는 모델이 얻어지면 입력물체의 signature는 회전된 각도만큼 쉬프트된 신호형태를 갖게 된다. 따라서 쉬프트된 신호에 자기상관함수의 개념을 적용하면 쉬프트되지 않은 위치에서 가장 큰 자기상관값을 얻게 된다[7]. 이를 계산하기 위해 쉬프트정도를 증가시켜가며 얻은 각도마다의 자기상관값을 비교하여 최대값을 나타내는 지점의 쉬프트 양을 회전각도로 판단하게 된다.

그림 3은 쉬프트된 각도에 따른 자기상관함수를 보여주며 최대값을 갖는 점의 쉬프트양이 회전 각도임을 보여준다.

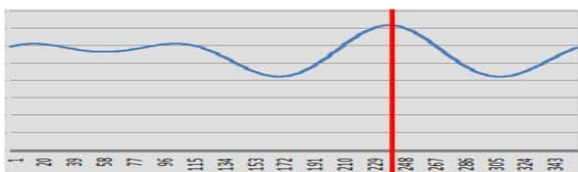


그림 3 쉬프트된 signature의 자기상관함수.

IV. 실험

실험은 회전 그리고 회전과 스케일링을 동시에 변화시킨 하트와 오각형 도형 이미지를 사용하였다.

회전 실험의 경우 400×400 크기의 이미지에서 도형을

1도의 정밀도 간격으로 회전시켜가며 각도를 측정하였으며, 스케일링의 경우 60~140%까지 5%씩 확대·축소한 이미지를 사용하여 회전 각도의 오차를 측정하였다.

실험 템플릿	회전(°)시 검출 오차평균(°)				스케일링(%) 적용시 검출 오차평균(°)			
	0~89	90~179	180~269	270~359	60~79	80~99	100~119	120~140
하트	0.00	0.03	0.09	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
오각형	0.00	0.02	0.04	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00

표 1 회전 각도의 검출 오차 결과.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 물체의 회전 및 스케일링에 불변하는 signature의 공간, 주파수상의 특성을 이용하여 물체의 검출과 물체의 각도측정을 제안하였다. 1도의 회전 정밀도, 그리고 60~140%의 스케일링의 제한을 둔 실험에서 스케일링이 없을 시에는 평균 0.024도의 오차를 그리고 스케일링에는 0.219도의 오차를 얻을 수 있었다. 향후에는 본 논문에서 제안한 기법을 토대로 더 높은 각도 측정 해상도와 3차원 회전을 고려한 경우의 물체 인식 및 각도측정에 대한 연구가 되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] J. Wood, *Invariant pattern recognition: A review*, Pattern Recognition, 1-17, vol. 29, no. 1, 1996
- [2] Rapael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, pp.648-649 Prentice Hall, 2002
- [3] M-K Hu, *Visual pattern recognition by moment invariants*, pp.179-187, IRE Trans on Infomation Theory, 1962
- [4] S-C. Pei, J-H. Horng, *A Low Complexity Algorithm for Detecting Rotational Symmetry Based on the Hough Transform Technique*, icpr, p. 492, 13th International Conference on Pattern Recognition - Volume 2, 1996
- [5] D.S. Zhang, G.J. Lu, *A comparative study on shape retrieval using Fourier descriptors with different shape signatures*, in: Proceedings of the International Conference on Multimedia and Distance Education, pp. 1-9, Fargo, ND, USA, June 2001
- [6] H.V.Sorensen, D.L.Jones, M.T.Heideman, and C. S. Burrus, *Real-valued fast Fourier transform algorithms*, IEEE Trans. Acoust, Speech, Signal Process., vol. ASSP-35, no.6, pp. 849-863, Jun. 1987
- [7] A.Papoulis, *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, pp.418-419, Mc-Graw Hill, New York, 1991