

에너지장 해석을 통한 영상 특징량 추출 방법 개발

김면희*(경북대 대학원 기계공학과), 이태영** (구미 1대학 교수), 이상룡*** (경북대 교수)

Image Feature Extraction Using Energy Field Analysis

M. H. Kim(Mech. Eng. Dept., KNU), T. Y. Lee(Automatic Eng. Dept. Kumi College)
and S. R. Lee (Mech. Eng. Dept., K.N.U.)

ABSTRACT

In this paper, the method of image feature extraction is proposed. This method employ the energy field analysis, outlier removal algorithm and ring projection. Using this algorithm, we achieve rotation-translation-scale invariant feature extraction. The force field are exploited to automatically locate the extrema of a small number of potential energy wells and associated potential channels. The image feature is acquired from relationship of local extrema using the ring projection method.

Key Words : Image feature extraction (영상특징량추출), Image processing(영상처리), Invariant feature(불변량), Ring projection

1. 서론

머신 비전의 분야는 이동로봇의 경우에는 환경 인식의 도구로서, 작업기(로봇)의 경우에는 대상을 의 인식의 도구로서 널리 연구되고 있는 분야이다. 본 연구에서는 머신 비전의 응용분야로서 영상처리 기법을 응용하여 신원확인에 응용하고자 하였다. 영상처리를 이용한 신원확인은 지문인식¹⁾이나 안구의 홍채인식 등이 널리 연구되고 있는 분야이며, 최근에 들어서는 사람의 컷볼을 이용한 응용방법이 제시되고 있다. 지문인식이나 홍채인식 등은 전용의 리더(reader)가 필요한 단점이 있으나 컷볼을 이용하는 방법의 경우에는 일반적인 CCD를 이용하여 계측이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

영국에서는 컷볼인식을 이용하여 범인을 검출한 적도 있으며, 사람마다 상이한 형상을 지닌 컷볼은 신원확인의 수단으로 이용이 가능하다.

이러한 과정을 수행하기 위해서 선행되어야 할 연구는 영상량에서 특징량을 추출하기 위한 연구인데, 이 분야에 대하여서는 많은 연구가 진행되어 왔다. 인식해야 할 형상이 정형화된 표식의 경우에는 특징적인 선들의 정보를 추출하기 위한 방법으로서 Radon 변환²⁾이나 Hough 변환³⁾을 들 수 있겠으나, 이것은 인위적인 표식시스템에서 대표적으

로 이용할 수 있는 것이고, 생체에 관련된 곡선정보를 해석하기에는 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 곡선정보의 특징점을 추출하기 위하여 에너지장 해석법을 도입한 David. J. H.의 방법⁴⁾을 응용하여 특징점을 추출하였으며, 이들의 상관관계를 이용하여 영상특징량을 추출하였다. 여기서 이 특징량에 있어서 RTS (Rotation, Translation, Scale)불변량이 필요한데, 이를 위하여 특징점 위치의 Outlier를 제거^{5),6)}하고 특징점들의 상호관계를 Ring Projection⁷⁾을 도입하여 정리하였다.

2. 영상특징량추출

2.1 에너지장 해석

영상특징량의 추출대상인 사람의 컷볼인식에 대하여 이용된 대표적인 영상은 다음의 그림 Fig. 1과 같다. 이 영상은 Sony 社의 디지털 카메라를 이용하여 획득하였으며, 조명조건은 실제적인 이용을 위하여 별다른 추가적인 조명없이 실내의 조명을 이용하였다. 물론 조명의 방향이나 광량에 따라 영상량의 변화가 발생하게 되지만, 신원인식 작업의 수행이 일반적으로 사람이 서 있는 자세로 가정하고, 영상을 획득한 후 인식작업이 수행된다는 설정 하에 영상을 획득하였다.



Fig. 1 The typical image of human ear

획득된 영상으로부터 에너지장을 구하기 위하여 다음의 계산을 수행하였다. 단순 에너지장은 각각의 픽셀에 대하여 이미지전체의 상관관계를 계산하며 다음의 식에 따라 구할 수 있다.

$$E_i(r_j) = \frac{P(r_i)}{|r_i - r_j|}$$

위의 식의 의미는 j 번째 픽셀에 대한 i 번째 픽셀의 에너지를 정의한 것이다. 식에서 의미하는 P 는 픽셀의 에너지단위를 의미한다. 식에서 보여지는 바와 같이 픽셀의 거리가 멀어지면 그 영향이 줄어들도록 정의 되어있다. 정의된 식을 이용하여 Fig.1에 대한 에너지장을 계산하면 Fig. 2의 그림과 같다.

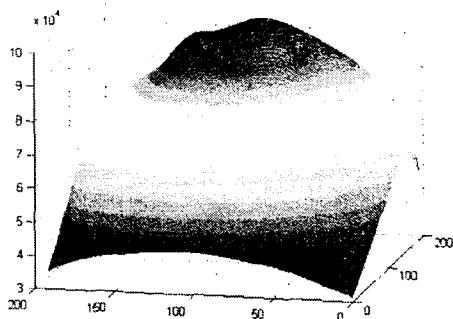


Fig. 2 The energy field of human ear image

획득된 영상 전체에 대한 에너지장을 분석하여 국소최대점을 찾는 방법이 가장 확실한 방법이지만 영상처리의 특성상 연산량이 매우 많으므로 이를 줄이기 위하여 특징적인 출발점을 중심으로 에너지장의 gradient를 따라 움직이며 계산하여 국소최대점을 찾는 것이 시간적으로 유리하게 된다. 이를 위한 Force Field를 구하는 식을 정의하면 다음과 같다.

$$F_i(r_j) = P(r_i) \frac{r_i - r_j}{|r_i - r_j|^3}$$

살펴보면 에너지장과 달라지는 것은 force 임으로 벡터의 양으로서 정의가 되고, 그 크기의 비가 반비례가 아닌 거리의 제곱의 반비례로 정의하고 있다.

위와 같은 에너지장의 방법을 기반으로 하는 force를 j 번째 픽셀에 대하여 이미지전체를 계산하면 다음의 식과 같이 정리할 수 있다.

$$F(r_j) = \sum_{i \in 0, N-1, |i \neq j|} F_i(r_j) = \sum_{i \in 0, N-1, |i \neq j|} \left(P(r_i) \frac{r_i - r_j}{|r_i - r_j|^3} \right)$$

위의 계산을 위하여서는 계산의 출발점이 필요 한데 이를 해결하기 위하여 임의의 출발점을 부여하여 계산을 수행하였다. 영상의 특성상 출발점을 셋불의 모양과 유사한 타원형으로 배치하여 24개 점으로부터 출발하였다. 이 점들이 모여지는 국소최대점을 Potential well이라 정의하고, 다음의 Fig. 3에 Fig. 1에 대한 Potential well을 계산한 결과를 보인다.

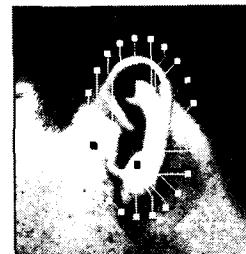


Fig. 3 The acquired potential well

계산된 결과를 살펴보면 출발점(Seed point)는 24개에서 출발하였지만, 모여지는 국소점의 개수는 2개로 줄어듬을 확인할 수 있었다. 원영상과 계산된 영상의 결과를 살펴보면, 그 이미지의 밝기 및 분포가 다름을 확인할 수 있는데, 이는 조명의 영향이나, 주위 환경의 영향을 배제하기 위하여, 히스토그램 평활화 기법을 적용하였기 때문이다. 히스토그램 평활화 기법을 적용하지 않은 경우에는 대부분의 경우에 Potential well을 비슷하게 찾을 수 있었지만, 특정경우에 국소최대점의 근처에 다른 국소점이 나타나는 경우가 있었다. 다음의 그림에 원영상에서 평행이동 및 회전이동이 이루어지며 동시에 크기가 달라지는 경우에 대한 국소최대점(Potential well)을 찾은 결과를 보인다.

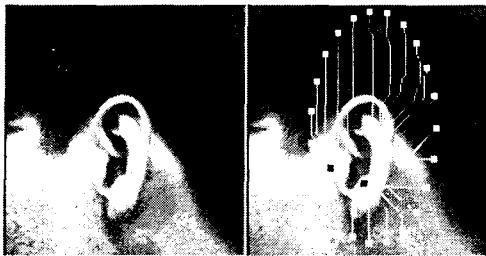


Fig. 4 Potential well for scale, translation image



Fig. 5 Potential well for scale, rotation image

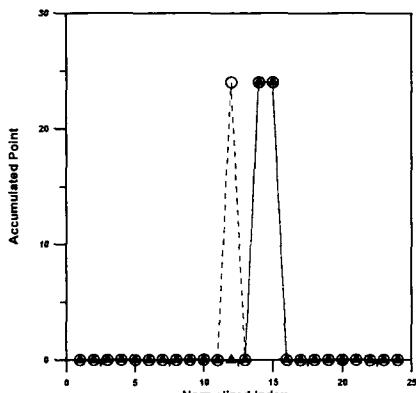


Fig. 6 The result of ring projection

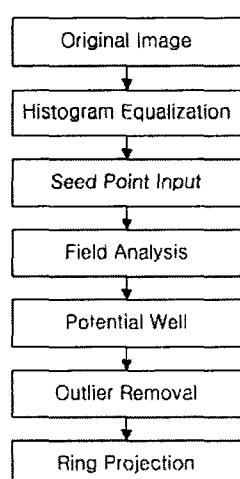


Fig. 7 The invariant feature extraction algorithm

Fig. 6 은 계산된 Potential well 을 Ring projection 한 결과를 보인 것이며, Fig. 7 은 전체 알고리즘의 개요를 도시한 것이다.

3. 결론

본 연구는 영상처리 기법중 에너지장 해석기법을 이용하여, 특징점을 추출하고 그들의 상관관계를 이용하여 크기, 이동, 회전에 대한 불변량을 추출하고자 한 연구였으며, 컷불을 이용한 신원확인의 방법 뿐 아니라, 환경인식에 있어서의 표식 인식등의 분야에 활용 가능할 것으로 사료된다.

좀 더 안정적인 알고리즘을 구현하기 위하여 조명조건이 변화나, 배경영상의 변화등에 대하여 강건한 결과를 가지도록 불변량의 방법을 수행하는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Wahab, A., Chin, S.H. and Tan, E.C., "Novel approach to automated fingerprint recognition", Vision, Image and Signal Processing, IEEE Proceedings, Vol. 145, Issue 3, pp.160~166, 1998
- Yi, P., Keqin, L. and Hamdi, M., "An improve constant-time algorithm for computing the Radon and Hough transforms on a reconfigurable mesh", Systems Man and Cybernetics, Part A, IEEE Transections, Vol. 29., Issue 4, pp.417~421, 1999
- Al-Shaykh, O. K. and Doherty, J. F., "Invariant image analysis based on Radon transform and SVD", Circuit and Systems II : Analog and Digital Signal Processing, IEEE Transactions, Vol. 43, Issue 2, pp.123~133, 1996
- David, J. H., Mark, S. N. and John, N. C., "Force field energy functionals for image feature extraction", Image and Vision Computation, Vol. 20., Issue 5~6, pp.311~317, 2002
- Umasuthan, M. and Wallace, A. M., "Outlier removal and discontinuity preserving smoothing of range data", Vision, Image and Signal Processing, IEEE Proceedings, Vol. 143, Issue 3, pp.191~200, 1996
- Adam, A., Rivin, E. and Shimshoni, I., "ROR : rejection of outliers by rotations", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions, Vol. 23, Issue 1, pp.78~84, 2001
- Tang, Y. Y., Li, B. F., Hong, M. and Jiming Lin, "Ring-projection-wavelet-fractal signatures : a novel approach to feature extraction", Circuit and Systems II : Analog and Digital Signal Processing, IEEE Transections, Vol. 45, Issue 8, pp.1130~1134, 1998