

겹친 2차원 물체의 인식에 이용되는 컴퓨터 비전 알고리즘

°박 원 진, 이 대 영  
경희대학교 전자공학과

A Study on Computer Vision Algorithm used in Recognition  
of 2-D Occluded Objects

Won Jin Park, Dae Young Lee  
Dept. of Electronic Eng., Kyung Hee Univ.

ABSTRACT

This paper presents an experimental model-based vision system which can identify and locate objects in scenes containing multiple occluded parts. A hypothesis verification type paradigm is used, and knowledge hierachy is developed using feature from a polygon approximation technique. Recognition consists in finding the prototype that matches best the primitives extracted in the processing stage. The best match is obtained by optimising some similarity measure. The optimisation method is based on the Heuristic Search technique developed in Artificial Intelligence problem solving.

1. 서 론

모델을 바탕으로한 비전시스템에 관한 연구는 여러 분야에 걸쳐서 응용되고 있으며 또한 하드웨어와 소프트웨어적인 면에서 많은 발전을 거듭해오고 있다. 컴퓨터 비전은 로봇의 시각장치에 적용시킬 수 있으며 다중처리 시스템과 개선된 알고리즘의 개발에 의해 앞으로 많은 변화를 가져올것으로 예상된다. 국내에서도 간단한 작업능력을 수행할 수 있는 비전시스템이 이미 만들어 졌으며 또한 알고리즘에 관한 연구도 계속되고 있다.[13]

모델을 바탕으로한 비전시스템은 이미 추출해 놓은 물체의 특징을 모델로 정하여 카메라를 통해 입력된 영상을 모델과의 매칭에 의해 인식하게 된다. 또한 물체들간의 상대적 위치도 결정하게 된다.

본 논문에서는 몇가지 가정에 의해 만들어진 물체의 특징을 모델링하여 겹쳐진 물체를 인식하고 또한 이상적인 위치로 이동시키는 알고리즘에 관해 연구했으며 산업용 로봇의 시각에 응용할 수 있을 것으로 생각한다.

2. 모델 형성

모델의 형성은 비전시스템을 통하여 직접 했으며 비전시스템의 구성은 그림. 1 과 같다.

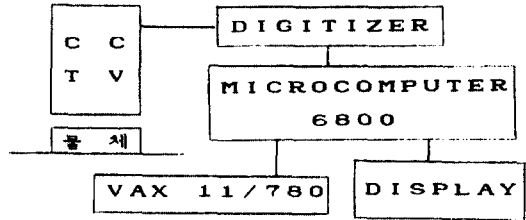


그림. 1 비전시스템 구성도

비전시스템을 통해 들어온 물체는 디지털라이징(Digitizing)되어 이차원 좌표값과 그에 대응하는 그레이레벨값으로 처리되며 이는 다시 물체추출(Edge Detection)기법에 의해 윤곽 데이터만으로 남겨진다. 그림. 3 은 윤곽만을 프린터로 찍어본 것이다. 이러한 윤곽은 다각근사화(Polygon Approximation) 알고리즘에 의해 간단한 직선도로 근사화되어 곡률함수를 계산하게 된다. 이렇게 얻어진 곡률함수값과 물체들의 이상적 위치의 좌표값이 모델로 형성된다. 여기에서는 공구 세개 각각의 곡률함수와 겹쳐진 상태의 세 공구의 좌표값 그리고 각각의 공구에서 좌표변환시 이용될 기준점으로 각 공구의 윤곽중 가장 각도변화가 큰 점을 모델로 형성했다. 또한 물체들의 위치와 각도가 임의로 변화된 입력영상도 비전시스템을 통하여 입력되어 물체가 추출되고 다각근사화되어 곡률함수로 처리된다. 비전시스템에서 디지털라이징된 영상은 128X128의 디펜션을 갖고 그레이레벨은 256레벨로 처리되었으며 이는 간단하고 속도가 빠른 소벨(Sobel) 연산자로 물체가 추출되었다.[13]

이러한 물체는 다각근사와 알고리즘에 의해 직선화된 여러 segment로 처리되어 arc 변화에 대한 각도의 변화인 곡률함수로 나타내어진다. 물체가  $S_0$  에서  $S_1$  를 거쳐  $S_1$  으로 진행해갈 때 곡률함수  $K(\theta)$  가

$$K(\theta) = \frac{\beta}{|S_0 S_1 - S_1 S_0|} \quad \text{로 나타낸다.}$$

곡률함수배열은 모든 물체가 각자 고유값의 값을 갖고서 이러한 성질은 모델과 영상의 매칭에 이용된다.

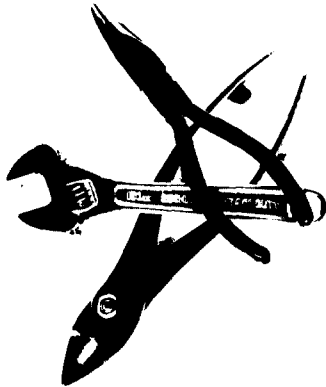


그림. 2 원래 화상

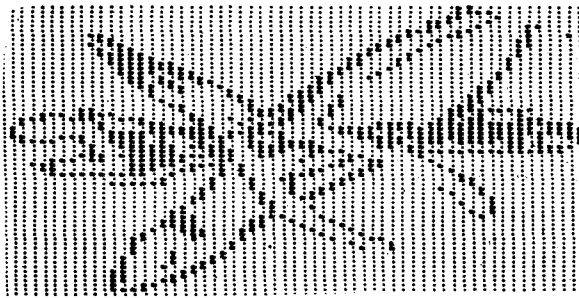


그림. 3 물체 추출

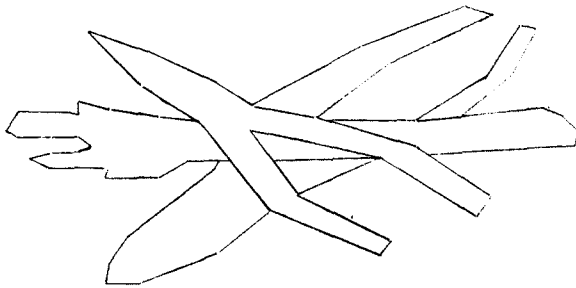


그림. 4 다각근사와

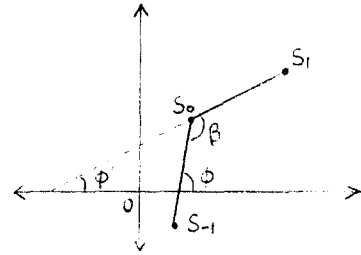


그림. 5 곡률 함수

### 3. 매칭과 인식

비전시스템에 의해 입력된 영상은 다각근사와 되어 곡률함수의 데이터배열로 처리된다. 다음 모델에서 영상으로부터 변환이 실시되는데 이 때의 파라미터는 scale factor, rotation angle, 변환벡터(X, Y 벡터)가 적용된다. 곡률함수의 비교에 의해 각각의 물체가 인식되며 검침에 의해 흡수된 순서는 모델에서 영상으로부터 변환에 의해 찾을 수 있다. 모델링된 각 물체에서 가장 큰 각도변화를 갖는 점이 기준점이 되어 입력된 영상의 가장 큰 각도변화를 갖는 점에 좌표변환된 후 rotation되어 복작하는 위치로의 이동이 된다. 그림. 4 에서 나타난 세 개의 공구를 각각 곡률함수로 처리하여 데이터를 보존한 후 입력된 영상의 곡률함수와 비교한다.

### 4. 실험 및 결과 고찰

비전시스템에 의해 구해진 데이터는 소벨연산자에 의해 물체가 추출되어 Thresholding을 적용시켜 가장 선명한 순서를 이진 처리하여 다각근사와 알고리즘으로 직선화된 물체로 만들어 곡률함수를 구하여 모델과 입력영상을 비교하였다. 여기서 검침에 의해 흡수된 부분은 모델을 좌표변환 시켜 찾아 내었다. 그러나 조명에 의한 그림자의 영향으로 물체가 변형되어 곡률함수 매칭시 오차를 나타내었다.

물체의 인식은 모델데이터 집합과 입력된 물체의 데이터 집합을 비교하여 일치된 상을 찾는 작업인데 여기에 비교하는 측정도로서 유사성(similarity)<sup>[6]</sup>을 적용시키는 데에는 파라미터로서 위치, 각도, 길이를 사용한다.

본 논문에서는 각 곡률함수 데이터를 서로 비교하여 각 물체의 모든 곡률함수 모든 요소의 오차의 평균값으로 유사성을 비교하였다. 그리하여 다음 표. 1 과 같이 나타났다.

MODEL - 1	68.52 (%)
MODEL - 2	57.37 (%)
MODEL - 3	51.29 (%)
TOTAL AVERAGE	59.26 (%)

표. 1 유사성 검증

카메라의 감지능력은 물체표면의 광학적 특성에 의해 결정되는데 대상 물체의 반사특성이 좋지 못하며 또한 광원에 의한 그림자 noise 또한 상당한 영향을 미치고 있으며 카메라와 물체의 위치와 각도의 미소변화등도 고려해야 할 것이다. 또한 본 논문에서는 곡률함수만을 매칭 파라미터로 적용시켰으나 유사한 공구등의 화상 비교에는 어려움이 있을 것으로 예상되며 이러한 경우에는 object 면적, hole의 갯수, hole의 면적, convex, concave 갯수등의 또다른 파라미터를 적용시켜서 인식을 하여야 할 것이다.

## 5. 결 론

모델을 기초로한 비전시스템은 복잡한 대상물을 바로잡고 인식하는데 사용되기 위해 만들어졌으며 이용분야도 많다고 하겠다. 그러나 조명, 카메라와 물체의 상대적 위치, 물체의 반사성등에 어려움이 있고 복잡한 여러 물체 처리시 computation time 등에 제약이 따른다. 앞으로는 이러한 어려움을 해결하는 개선된 알고리즘과 병렬하드웨어의 개발로 유효한 비전시스템을 구현하는데 노력해야 할 것이다.

## 6. 참고 문헌

[1] R.L.Kashap and Mark W.Koch, "Computer Vision Algorithms used in Recognition of Occluded Objects, The Conference on Artificial Intelligence applications, 1st, pp.150-155, IEEE, 1984  
 [2] Perkins, W.A., "A Model-Based Vision

System for Industrial Parts," IEEE Transactions on Computers, C-27, No.2, pp. 126-143 February 1978  
 [3] Perkins, W.A., "Simplified Model-Based Part Locator," Proceedings Fifth International Conference on Pattern Recognition, pp.260-263 IEEE, 1980  
 [4] Mattill, J., "The Bin of Parts Problem and the Ice-Box Puzzle," Technology Review, 78, pp.18-19, June 1976  
 [5] Montanari, U., "A Note on Minimal Length Polygonal Approximation to Digitized Contour," Communications of ACM 13, No.1, pp.41-47 January 1970  
 [6] Ayache, N., "A Model-Based Vision System to Identify and Locate Partially Visible Industrial Parts," Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, pp.492-494, IEEE, June 1983  
 [7] Bolles, R.C. and Cain, R.A., "Recognizing and Locating Partially Visible Workpieces," Proceedings Pattern Recognition and Image Processing, PP 498-503, IEEE June 1982  
 [8] Ledly, R.S., "High-Speed Automatic Analysis of Biomedical Picture," Science 146, No.21, Oct-Dec pp.216-223, 1964  
 [9] Pavlidis, T and Horowitz, S., "Segmentation of Plane Curves," IEEE Transactions on Computers, C-23, NO.8, pp.860-870, August, 1974  
 [10] Trof, H., "Analysis-By-Synthesis Search for Semantic Segmentation Applied to Workpieces Recognition," pp.241-244, IEEE, 1980  
 [11] Pavlidis, T., "Algorithm for Graphics and Image Processing," Computer Science Press, 1982  
 [12] Pavlidis, T., "Structural Pattern Recognition," Springer-Verlag, N.Y, 1977  
 [13] William, K.Pratt, "Digital Image Processing," John Wiley & Sons, Inc, 1978  
 [14] 김호성, 김영석, 변증남, "복잡한 2차원 물체 인식용 로봇 시각장치의 구현에 관한 연구," 전자공학회지, 제22권, 제1호, pp.53-60, 1985.1  
 [15] 임형순, 김중배, 최연성, 최중수, "물체의 본리에 의한 겹친 부분의 인식," 전자공학회 화상 및 텔레비전 의용전자 및 생체공학 연구회 합동학술발표회 논문집 pp.42-44, 1985.9