

다각근사화와 좌표이동을 이용한 집진 2차원 물체인식

박원진, 김보현, 이대영
경희대학교 전자공학과

A Study on 2-D Objects Recognition Using Polygonal Approximation
and Coordinate Transition

Won Jin Park, Bo Hyun Kim, Dae Young Lee
Dept. of Electronic Eng., Kyung Hee University

ABSTRACT

This paper presents an experimental model-based vision system which can identify and locate objects in scenes containing multiple occluded parts.

The objects are assumed to be rigid, planar parts.

In any recognition system the type of object that might appear in the image dictates the type of knowledge that is needed to recognize the object.

The data is reduced to a sequential list of points or pixels that appear on the boundary of the objects. Next the boundary of the objects is smoothed using a polygonal approximation algorithm.

Recognition consists in finding the prototype that matches model to image.

The best match is obtained by optimising some similarity measure.

第 1 章 序 論

현재 산업용 자동조립 모보르는 시각 장치가 없기 때문에 미리 정해진 작업만을 수행하므로 미소한 작업 환경의 변화에도 작업 수행이 사실상 불가능하다. 즉 "Blind" 이다. [7]

이러한 단점을 보완하기 위하여 컴퓨터 시각 장치가 개발 되었으며, 이로 인해 부품의 자동조립 공정이 전 보다 훨씬 知能的이고 柔軟性を 갖추게 되었다. [4][5][6][9][10][12][13]

본 論文은 모델을 바탕으로 한 컴퓨터 시각 장치와 影像패턴 인식 알고리즘에 관한 연구로서, 미리 추출해 놓은 물체의 特態 패턴을 모델링 (Modelling) 하여 시각 장치를 통해 새로 入力된 影像의 特態 패턴과의 매칭 (Matching) 에 의해 인식하게 되며 또한 물체들간의 相對的 위치로 결정하게 된다. [4][5][6][9][17]

본 연구에서는 물체들이 서로 獨立되어 있을 때 보다 인식이 어려운 집진물체들의 인식 방법에 관하여 시도 하였다. [4][10][17]

매칭 (Matching) 에 의해 類似패턴을 검출하고 位置情報를 계산하여 모델 좌표계의 물체를 새로 入力된 물체 좌표계로 이동시켜 집침에 의해 가려진 부분을 검출하게 된다. [4][17]

第 2 章 前 知能 (Preprocessing) 와 모델 形成

影像 分析은 入力된 影像을, 비슷한 特態를 갖는 여러 부분으로 나누어 흡으로써 影像을 認識 하는데 有用한 특징을 추출 하고 또한 전체영상을 특정한 부분 만으로 줄여 흡으로써 데이터 감축의 효과를 얻어서 知能 속도도 빨라지고 매칭 (Matching) 횟수도 줄어들게 된다 [1][2][8][14][15][16]

2 -1) 輪廓 檢出

대부분의 อนุ국 추출 演算子는, 라플라시안 (Laplacian), 이나 그라디언트 (Gradient) 연산을 이용하여 고정된 크기의 圖素 윈도우 (Window) 내에서 각 영상점에 대해 연산을 행한다. [1][2][17]

非線形 演算子중 대표적인 소벨 (Sobel) 演算子

는 X-Y 방향만을 측정하므로 윤곽선이 두꺼워지는 단점도 있으나 속도가 빠르고 윤곽이 끊어질 우려가 없기 때문에 비교적 윤곽의 보존성이 좋아 影像의 매칭에 아주 좋은 장점이 있고, 또한 라플라시안(Laplacian)에 비해서雜音(Noise)에 덜 민감하여 물체 인식에는 가장 많이 쓰인다. [1][2]

본 논문에서도 윤곽선이 끊기지 않아야 매칭이 되므로 소벨(Sobel)演算子를 사용하였다. [1][2][4][17]

2-2) 多角 近似化(Polygonal Approximation)

소벨(Sobel)演算子에 의해 검출된 윤곽은 영상 입력시에 조명, 결실등에 의하여 변형되거나 혹은 복잡하게 되는데 이를 보다 부드르(Smooth)하게 하여 少數의 직선들로 분할하여 주변 원래 영상의 모양은 보존되면서 원래 영상보다 훨씬 간단화된 직선도의 윤곽 패턴으로 검출되어 약 15-20% 보 윤곽선이 줄어든다. [4][8][16][17]

이는 물체에서 윤곽점들의 위치 變化率이 작으면 並合(Merge)시키는 알고리즘이다. [4][14]

본 논문에서는 윤곽선의 upper-left와 lower-right 방향의 대각선을 그려 두 점을 보존시키는 방법을 사용 하였다. 그림1 에서 AB윤곽에서 점 A 와 점B 를 잇는 직선 선분에 平行하는선분중 AB곡선에 접하는 점C 에서 선분 AB와의 垂直 거리가 최대가 되므로 C 점을 검출하여 AB윤곽을 AC직선 선분과 CB직선 선분으로 分割(Split)하게 된다. 계산시 물체 윤곽점들은 8방향 체인코드(Chain-Code)로 left-upper 방향 우선으로 시계 방향으로 이동시키며 配列하고 각 점들을 직선 방정식에 代入하여가며 dmax를 검출한다. 多角近似化에서 꼭지점 발생순서는 left 방향으로 발생시키며 그 점을 open하고, dmax가 기준치보다 작으면 right 방향으로 이동하여 close 시켜가는 방법을 사용한다

2-3) 모델 形成

각각의 물체는 多角 近似化에 의해 검출된 꼭지점들의 座標값으로 모델링되고, 새로 입력된 영상은 이와같은 前 知題(Preprocessing)에 의해 똑같이 꼭지점들의 座標값으로 형성되어 모델링된 꼭지점들과 매칭이 이루어 진다.

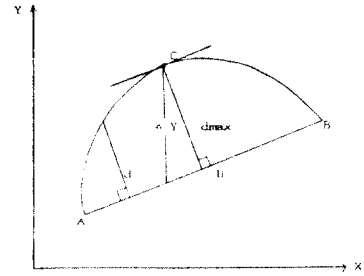


그림 1. 다각 근사화 꼭지점 검출

第 3 章 매칭(Matching)과 座標 變換

매칭은 前 知題에 의해 모델링된 꼭지점 群들과 새로 입력된 影像의 꼭지점 群들을 비교하고 類似한 群들을 찾아내고 位價 座標值들을 검출하여 내는 것이다.

모델링된 影像의 꼭지점들과 새로 입력된 影像의 꼭지점 群들을 기준축(X 축)에 의해 발생하는 각도 θ_i, θ_j 의 差와 각각의 선분의 길이비(Scale)와 座標變換差 $\Delta x, \Delta y$ 를 검출해 내는 과정이다

$$\begin{aligned} \theta &= \theta_j - \theta_i \text{ (Rotation angle)} \\ S &= K_j / K_i \text{ (Scale factor)} \\ \text{식(1)} \quad \Delta x &= S M_j \sin \theta - S M_i \cos \theta + I_x \\ \Delta y &= -S M_j \cos \theta - S M_i \sin \theta + I_y \end{aligned}$$

모델과 새로 입력된 影像의 각각의 꼭지점들의 매칭 點수는 모델의 꼭지점이 n 개이고 새로 입력된 꼭지점이 m 개라면 $n \times m$ 외가 되며 이들중 類似한 값을 검출하여 동일한 물체로 추정되고 類似한파라미터(Parameter)의 값으로 모델의 꼭지점을 새로 입력된 影像의 꼭지점으로 $(\Delta x, \Delta y, \theta)$ 만큼 이동시켜 줌으로써 검출에 의해 손상된 윤곽을 검출해낼 수 있다.

또한 검쳐진 影像에서는 물체의 윤곽선 내부에서 그레이레벨의 변화가 많은 물체는 아래에 위치하고, 변화가 없는 물체는 위에 위치함을 알 수 있다.

第 4 章 實驗 및 결과 考察

입력 影像은 컴퓨터 시각 장치를 통하여 입력시켜 80 x 80의 디면전으로 샘플링하고 64 그레이 레벨로 量子化하였다. 디지털이징된 입력 影像을 소벨 演算子를 이용하여 윤곽 추적하였고,

추적된 윤곽을 2진으로 처리하여 45 그레이 레벨에서 스케슬링시켰다. 2진으로 처리된 윤곽은 8방향 체인 모드에 의해 순차적으로 (X,Y)좌표값으로 읽어진다. 이러한 윤곽 좌표값을 이용하여 다각 근사화 (Polygonal Approximation)가 행해져서 원래 影像是 물체의 형태를 최대한 보존하면서 최소의 윤곽 꼭지점을 갖게된다. [4][8][16][17]

본 실험에서는 풍노우즈 플라이어, 펜치, 스패너 세 개의 공구를 각각 前 知照하여 모델링하고 세 개의 공구가 겹쳐진 影像을 새로 입력시켜 동일하게 前 知照하여 모델링된 각각의 공구와 매칭에 의해 角度差 (θ), 선분길이比, 座標 變換值 (a, x, a, y)를 계산한다. 그림2는 겹쳐진 공구의 디지털이진된 影像을 보여준다. 그림3은 소법 演算子에 의해 처리된 윤곽이고 그림4는 다각 근사화에 의해 추출된 꼭지점을 보여준다. 그림5는 매칭에서 입지된 위치정보에 의해 모델에서 새로 입력된 겹친 影像으로의 座標 이동된 결과를 보여준다. 겹침에 의해 가려진 윤곽은 그림과 같이 나타나 있다.

컴퓨터 시각 認識 장치에서 가장 중요한 요소는 計算速度 (CPU Time)와 認識率 (Similarity)을 볼 수 있는데, 影像 入力시 카메라의 感知能力은 공구표면의 光學的 특성에 의해 결정되는데 대상공구의 반사특성이 좋지 못하며, 또한 光源에 의한 그림자 雜音 (Noise)도 상당한 영향을 미치고 있으며 카메라와 물체의 위치와 각도의 미소한 변화등도 고려해야할 것이다.

그리고 비슷한 공구의 認識에는 影像 入力시에 解詳度 (Resolution)를 높여주어야만 認識이 가능해지므로 계산량이 많아져서 시간이 오래 걸리게된다. 실제 산업용 로봇에 적용이 되려면 實時間 知照가 가능해야 하므로 시간을 단축시키는 방법으로 並列知照가 시도되고 있다. 이는 한 장의 影像을 여러개의 프로세서로 처리하는 방법인데, 프로세서 數만큼 計算速度는 빨라진다.

본 실험의 CPU Time 은 IBM-PC BASIC Version 2.2와 Version 1.0 컴파일러를 사용하여 80 초 걸렸다.

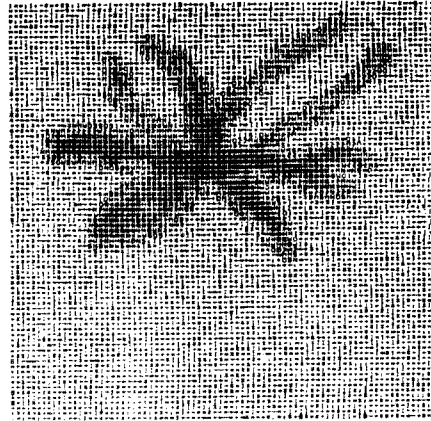


그림 2. a 겹친 공구의 디지털 影像

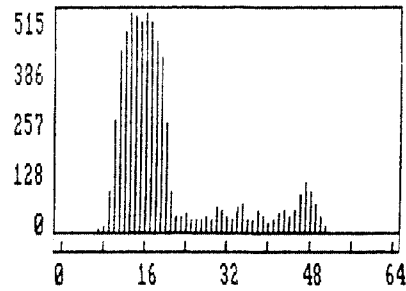


그림 2. b 히스토그램

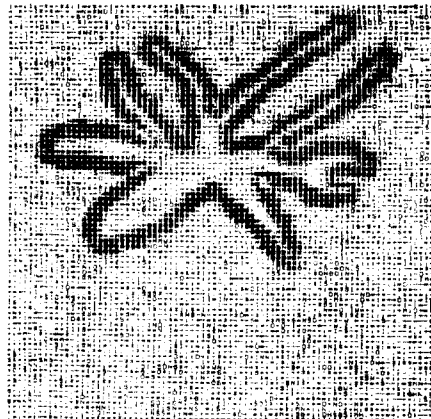


그림 3. a 겹친공구의 윤곽 추출

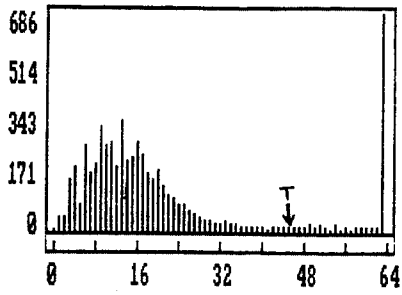


그림 3. b 히스토그램

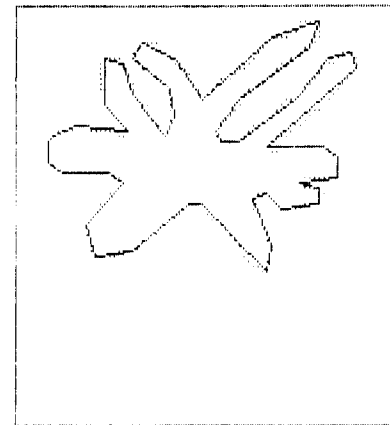
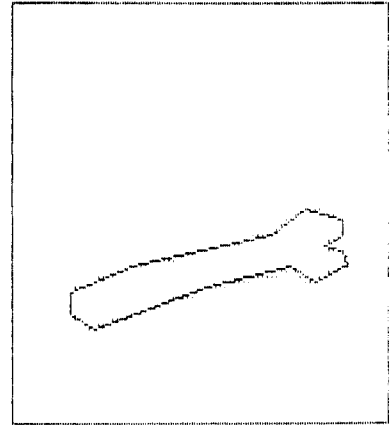


그림 4. b 다각 근사화에 의한 꼭지점 검출

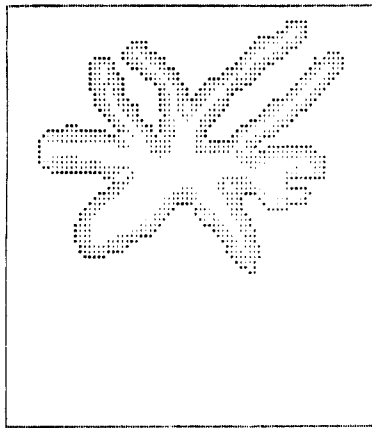
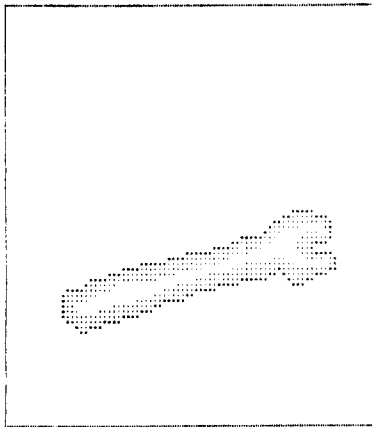


그림 4. a 방향 보드에 의한 순회 수정

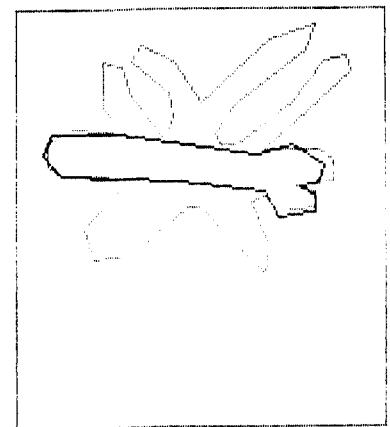


그림 5. 모델에서 세로 입력된 영상으로의 좌표변환

第 5 章 結 論

모델을 바탕으로한 시각認識 장치는 산업용 로보트에 실제 적용할수 있고, 그 이외의 觀察장치나 診斷장치등에도 적용이 가능할 것으로 예상된다.

본 실험을 통해 자동 조립 공장에서 검진 공구의 認識과 位置交換이 가능하므로 위치좌표를 로보트에 전달하여 작업이 훨씬 知的이고 柔軟성을 갖추게 될 것이다.

計算速度도 퍼스날 컴퓨터로 처리하여 만족할 만한 결과를 얻었으므로 용량이 큰 컴퓨터를 이용한다면 實時間 知識가 가능하하다.

影像 입력 장치인 카메라는 3차원 공구의 윤곽이 조명의 변화에 민감하여 검진 물체의 경우 雜音이 많아지고, 윤곽이 변형되는 경우가 많다.

그러므로 雜音에 덜 민감한 센서의 개발 등으로 雜音이 줄어들어, 前知識과정이 단순되어 認識率도 높아지고 計算速度도 빨라질 것이다.

앞으로 並列 하드웨어의 적용으로 더욱 속도가 빠른 컴퓨터 시각認識 장치의 구성을 시도할 계획이다.

第 6 章 參 考 文 獻

1. A. Rosenfeld, A.C. Kak, Digital Picture Processing, Academic Press, 1976
2. E. L. Hall, Computer Image Processing and Recognition, Academic press, 1979
3. W. K. Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons, 1978
4. 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
5. Perkins, W.A., "A Model- Based Vision System for Industrial Parts," IEEE Transactions on Computers, C-27, No. 2, pp. 126-143 February 1978
6. Perkins, W. A., "Simplified Model-Based Part Locator," Proceedings 5th International Conference on Pattern Recognition, pp. 260-263 IEEE, 1980
7. Mattill, J. "The Bin of Parts Problem and the Ice-Box Box Puzzle," Technology Review, 78, pp. 18-19, June 1976

8. Montanary, U., "A Note on Minimal Length Polygonal Approximation to Digitized Contour," Communications of ACM 13, No. 1, pp. 41-47

January 1970

9. 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
10. Bolles, R. C. and Cain, R. A., "Recognizing and Locating Partial Visible Workpieces," Proceedings Pattern Recognition and Image Processing, pp. 498-503, IEEE, June 1982
11. Ledly, R. S., "High-Speed Automatic Analysis of Biomedical Pictures," Science 146, No. 2, 1, Oct- Dec pp. 216-223, 1964
12. Pavlids, T. and Horowitz, S., "Segmentation of Plane Curves," IEEE Transactions on Computers, C-23, No. 8, pp. 860-870, Aug 1974
13. Trof, H. "Analysis-By-Synthesis Search for Semantic Segmentation Applied to Workpieces Recognition," pp. 241-244, IEEE, 1980
14. Pavlidis, T. Algorithms for Graphics and Image Processing, Computer Science Press, 1982
15. Pavlidis, T., Structural Pattern Recognition, Springer-Verlag, N.Y., 1977
16. Urs, Ramer, "An Iterative Procedure for the Polygonal Approximation of Plane Curves," Computer Graphics and Image Processing, pp. 244-256, 1972
17. 박원진, 이대영, "검진 2차원 물체의 인식에 이용되는 컴퓨터 비전 알고리즘," 한국통신학회 1985년도 추계학술발표회 논문집 pp. 103-105, Nov 1985