제 18 회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제 9 권 제 2 호 (2002.11)

연속된 영상 정보를 이용한 물체 추적 시스템 구현

방 성호, 문 승빈
세종대학교 컴퓨터공학과
e-mail : shbang@robotics.sejong.ac.kr

An implementation of object tracking system using sequential images

Sungho Bang , Seungbin Moon
Dept. of Computer Engineering, Sejong University

요 약

본 논문에서는 연속된 영상 정보를 이용하여 물체를 추적하는 시스템에 대하여 기술한다. 물체를 추적하는 시스템은 물체를 구별하는 단계에서 자동으로 물체를 추적하는 단계로 구성된다. 물체를 구별 하기 위해서는 영상에서 사용자가 원하는 물체를 추출해야 한다. 이를 위해서 여러 가지 전처리 과정을 거쳐서 물체를 추출하고, 물체에 대한 정보를 추출한다. 추출된 정보와 미리 입력된 물체에 대한 정보와 비교하여 사용자가 원하는 물체인지를 구별한다. 사용자가 원하는 물체라고 판단이 될 경우 추적 시스템은 추적 알고리즘을 이용하여 물체를 추적한다. 이 시스템을 평가하기 위해서 본 논문은 conveyor belt 에서 물체를 추적, 추적된 물체를 잡는 실험을 하였고 성공적인 결과를 보였다.

1. 서론

최근 동영상에서 움직이는 물체에 대한 정보를 추출하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 움직이는 물체의 추출은 군사, 교통, 의학, 생물학, 공학, 교육 등 기타 여러 분야에서 응용될 수 있다. 특히 산업 현장에서는 비전 센서를 이용한 물체를 추적하거나 물체를 인식하는 것으로 많이 사용한다. 공장 자동화에서는 비전 시스템이 필요 요소라 하겠다. 예를 들어 로봇이 전자 제품을 조립함에 있어서 로봇의 위치 에러 보정, 컨베이어 벨트상에 위치한 물체 확인 등 다양한 분야에서 비전의 역할은 증대되고 있다[1][3].

일반적으로 물체를 추적하기 위한 영상 획득 방식은 두 가지가 있다. 하나는 스테레오 카메라를 이용하는 방법과 한 개의 카메라를 이용하는 방법이 있다. 또한 연속된 영상에서 물체를 검출하는 방법에는 차 영상을 분석하는 방법, 블록 정합 방법, 모델 기반 방법, 움직임 기반 방법, 칼라 정보를 이용하는 방법 등이 있다[2][4][5].

산업 현장에서는 실시간을 요구하고 주위 환경 변화에 민감하여 기존의 방식으론 하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 로봇 팔에 부착된 카메라부터 영상을 입력 받아 차 영상을 구하고 물체가 입력된 영상으로 진입 후엔 영상을 이진화 영상으로 변환한다. 여기서 기존의 방식은 영상의 크기 만큼 이진화를 변화 시켰지만 본 논문은 일정 구역만 이진화 영상을 만들어 실시간을 보장 했다. 또한 본 논문의

실험은 conveyor belt 에서 움직이는 물체를 인식하고 6 축 로봇이 물체를 추적하여 물체를 잡는 실험을 하였다.

2. 물체 추적 시스템 구성

2.1 시스템 구성

그림 1 은 시스템 구성을 도식화 했다. 구성은 크게 두개로 구분 가능하며 첫 번째는 로봇 부분으로 CCD 카메라, 컨베이어 벨트로 구성되며, 두 번째는 비전 부분으로 PC, Image Grabber, 비전 라이브러리로 구성 된다. 비전 라이브러리는 본 연구소에서 개발한 라이브러리로 50 여 개의 함수로 구성되어 있으며 사용자가 직관적으로 사용할 수 있게 하였다. 개발된 라이브러리[6][7][8]로 조합하여 비전 처리를 하며 개발 환경은 Visual C++6.0 에서 구현 하였다.

2.2 카메라의 위치

카메라의 위치 설정에는 두 가지 경우가 있다. 첫 번째는 카메라 위치를 고정하는 경우와 로봇 팔에 부착하는 방법이 있다. 첫 번째의 방법은 로봇 자체가 obstacle 될 수 있다. 이것은 컨베이어 상에서 물체를 추적하기엔 부적합한 경우이고, 두 번째인 경우는 로봇 팔에 부착되는 방식은 로봇 자체가 obstacle 되는 것을 방지하며 물체 추적을 용이 하게 할 수 있다. 그림 2 는 로봇과 로봇 팔에 부착된 그림을 나타낸다[9].

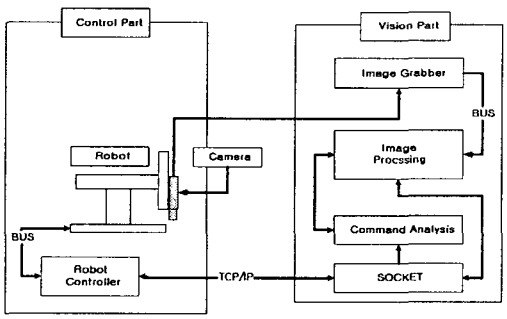


그림 1. 시스템 구성도

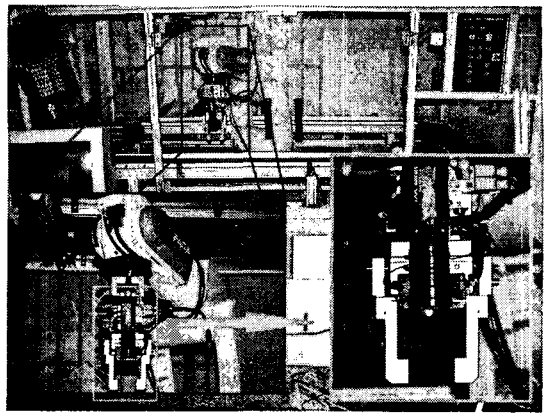


그림 2.6 축 로봇과 CCD 카메라

3. 물체 검출

물체를 검출 하기 위해서는 물체를 배경으로부터 분리는 과정이 필요하다. 그림 3 은 물체를 검출하는 단계를 순서도로 나타냈다.

3.1 차 영상(Difference Image)

일정 시간의 간격으로 저장된 두 영상의 차이는 물체의 이동을 검출하는데 효과적인 알고리즘이다. 차 영상은 카메라로부터 입력되는 연속적인 두 프레임의 그레이 레벨 차를 구하여 움직이는 물체를 검출한다. 식(1)은 두 프레임간 차 영상을 구하는 식이다.

$$I[x,y] = abs(G_i[x,y] - G_{i+1}[x,y]) \qquad (1)$$

여기서 abs(•)는 절대값을 구하는 함수이고, I[x,y]는 차 영상을 구한 이미지이다. G[x,y]는 입력된 그레이 레벨의 이미지이다.x,y 는 각각 픽셀의 위치이다.

3.2 이진 영상(Binary Image)

영상을 배경과 구별하기 싶게 하기 위한 전처리 과정으로 이진화를 하였다. 식(2)는 그레이 레벨 영상을 이진 영상으로 변환한다.

$$B[x,y] = \begin{bmatrix} If\ I[x,y] \geq Threshold & 255 \\ else & 0 \end{bmatrix} \qquad (2)$$

여기서 B 는 이진 영상을 나타낸다. Threshold 의 값은 사용자가 임의 값으로 사용할 수 있으나 본 논문에서는 175 값으로 사용했다.

3.2 물체의 구역 설정(Bounding Box)

입력된 영상을 전체적으로 영상 처리하면 실시간이 보장이 되지 않는다. 따라서 물체의 구역을 설정하고 설정된 구역만을 영상 처리하게 한다. 식(3)은 물체의 구역 설정을 나타낸다.

$$R[x,y] = \begin{bmatrix} left < x \le right \\ top < y \le bottom \end{bmatrix} \quad (3)$$

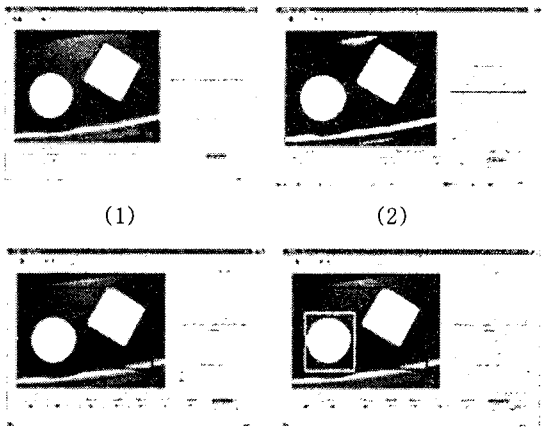
여기서 R 은 구역이 설정된 영상을 이다. left, right, top, bottom 의 각각은 영상 처리 구역의 제한 값을 나타낸다. 식(4)는 left, right, top, bottom 값에 대한 식이다.

$$\sum_{x=min}^{max}\sum_{y=min}^{max} B[x,y]\begin{bmatrix} If\ \ left > x\ \ then\ \ left \leftarrow x \\ If\ \ right < x\ \ then\ \ right \leftarrow x \\ If\ \ top > y\ \ then\ \ top \leftarrow y \\ If\ \ bottom < y\ \ then\ \ bottom \leftarrow y \end{bmatrix} \quad (4)$$

여기서 left,right,top,bottom 의 각각의 초기값은 사용자가 정의된 값을 사용한다. 본 논문에서는 right 와 bottom 은 0 로 top 은 480, 그리고 left 는 640 으로 초기 값을 설정했다.

3.3 노이즈 제거

카메라에서 입력된 영상은 pepper 노이즈 및 가오시안 노이즈가 있다. 이 노이즈는 영상 처리하기에 여러 가지의 문제를 야기한다. 또한 위에서 언급된 노이즈는 많은 연산을 필요 한다. 따라서 본 논문에서는 구역이 설정된 영역만 노이즈를 제거 한다. 노이즈 제거는 3x3 마스크를 이용한 미디안 필터를 이용했다. 또한 Open 과 Dilation 으로 노이즈를 제거 한다. Open 과 dilation 는 반복 수행을 따르는데 본 논문에서는 실시간을 보장하기 위해서 2 번을 수행했다. 그림 3 은 물체를 획득된 결과 그림이다.



(1) (2)

(3) (4)

(1) 차 영상으로 물체 인식, (2) 인식된 영상을 이진화 처리, (3) 물체의 구역 설정 및 노이즈 제거 (4) 다수의 물체를 labeling 알고리즘으로 물체 구별

그림 3. 물체 인식 단계

3.4 다수 물체 인식(Labeling)

만약 한 구역에서 다수의 물체가 존재한다면 다수의 물체 중에서 사용자가 원하는 물체를 구별해야 한다. 물체를 구별하는 방법은 여러 가지가 존재하나 본 연구에서는 sequence labeling 알고리즘을 이용하여 단 2 pass 에서 labeling 을 하였다.

4. 물체 추적(Object Tracking)

물체를 추적하기 위해서는 현 이미지에서 물체의 중심점을 획득해야 한다. 식(5)는 물체의 중심점을 획득하는 식이다.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=\min}^{\max}\sum_{j=\min}^{\max} jB[i,j]}{A},\ \bar{y} = \frac{\sum_{i=\min}^{\max}\sum_{j=\min}^{\max} iB[i,j]}{A} \quad (5)$$

여기서 $\bar{x}$ 와 $\bar{y}$ 는 물체의 중심점을 나타낸다. A 는 물체의 Size 를 나타낸다. Size 를 구하는 공식은 식(6)에서 나타난다.

$$A = \sum_{i=\min}^{\max} \sum_{j=\min}^{\max} B[i, j] \qquad (6)$$

획득된 중심점은 로봇에게 전달하여 로봇을 구동한다. 로봇과 PC 간의 통신은 TCP/IP 로 한다.

5. 실험 및 결과

컨베이어 벨트 위에서 물체를 인식하고 물체를 추적하는 실험은 그림 4 에 보여진다.

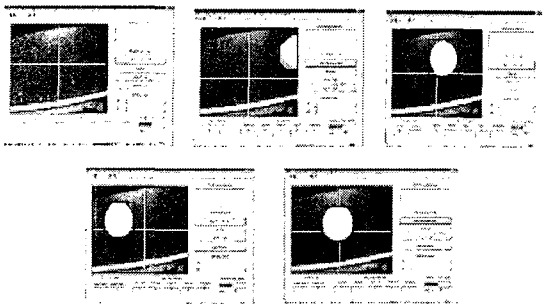


그림 4 물체 추적 실험

위의 결과에서 보면 로봇은 실시간으로 물체를 추적하는 것을 볼 수 있다. 본 논문에서 사용한 물체 구역 설정으로 인한 연산 능력의 향상 때문이다. 로봇은 물체를 추적하여 물체를 잡는 실험을 성공적으로 했다.

6. 결론 및 향후 연구과제

물체 추적은 무인 자동차 시스템, 보안 또는 감시 시스템 등 실세계의 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있다. 본 논문은 산업 현장에서 공장 자동화 될 경우 비전의 역할을 다루었다. 로봇과 비전 시스템과의 원거리에서 물체를 추적할 수 있게 통신은 TCP/IP 로 하였으며,실시간으로 로봇이 컨베이어 벨트의 물체를 추적하였다.

향후 과제는 이종의 물체가 겹친 경우 가려진 물체를 인식하여 추적하는 알고리즘 계발이 필요하다.

참고 문헌

[1] Rembold. D, Zimmermann. U; Langle. T; Worn. H "Detection and handling of moving objects" Proceedings of the 24th IEEE Annual Conference of IEEE vol. 3 pp. 1332-1337 1998

[2] McInerney, M.; Dhawan, Training the self-organizing feature map using hybrids of genetic and Kohonen methods IEEE World Congress on Computational Intelligence. Volume: 2 Page(s): 641 -644 vol.2 1994

[3] Konukseven. I, Kaftanoglu. B "Moving part recognition and automatic pick and place using an industrial robot" Proceedings of the IEEE Robots and system vol.3 ppV-6-V7 1997

[4] Rembold, D, Zimmermann, U, Langle, T, Worn, H Detection and Handling of Moving Object, Industrial Electronics Society, IECON '98. Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE , Volume: 3 vol3, pp1332 -1337 1998

[5] 백승민, 국태용 저가용 오버레이 보드를 이용한 실시간 칼라 추적 비전 시스템의 구현` , Proceedings of the 14 , vol 10 ppC-442 - 445 1999

[6]Ramesh J, Rangachar K, Brian G.S, Machine Vision, pp25 – 181, 1995

[7]Scott E Umbaugh, Vision and Image Processing pp65 – 300, 1999

[8]Robrt M. Faralick, Lina G. Shapiro, Computer and Robot vision pp 35-345, 1999

[9] Luo,R,C, Mullen,R,E,Jr, Wessell,D,E, An Adaptive Robotic Tracking System Using Optical Flow robotics and Automation Proceeding Introductional Confer--ence Conference pp568~573 vol.1, 1988