

비전로봇의 물체추적 방법

전철민^o 김재호 이은선 김상훈

한경대학교 정보제어공학과

wind1104@hanmail.net^o jj70000@naver.com, {information, kimsh}@hknu.ac.kr

Object Tracking Method of Vision Robot

Chulmin Jeon^o Jaeho Kim, Eunseon Lee, Sanghoon Kim
Dept. of Information and Control, Hankyong National University

요약

본 논문에서는 무선 카메라를 장착한 소형 로봇의 영상처리를 통한 물체추적 방법을 제시한다. 본 연구는 첫째, 물체와 배경 및 유사잡음들과의 강한 분리를 위하여 고유색상정보와 움직임 정보등의 사전정보를 활용하였으며 둘째, 형태의 변화가 수반되는 경우에도 유연한 대처능력을 갖도록 하기 위해 영상의 영역분할 방법을 통해 모든 후보영역내의 물체의 존재를 확인하고 물체영역만을 추출하였다. 셋째, 잡음이나 불필요한 요소들에 강인하고 안정적인 추적을 위하여 물체 형태정보합수를 정의하고 해당합수를 형태의 보전 에너지와 제어점으로 활용하여 동일 물체의 대응문제를 효과적으로 해결하였다. 동작의 검증을 위해 사용한 전체 프레임들 통해 약 86%의 추적성공율을 보였다.

1. 서론

비전시스템(vision system)의 목적은 산업용 로봇이나 컴퓨터를 기반으로 카메라등의 영상 감지 장치를 이용해서 입력 영상을 얻고 얻은 입력으로부터 주어진 문제에 대한 지식과 영상처리에 관한 일반적인 정보를 활용하여 유용한 정보를 추출하는 데 있다. 특히 이동물체의 위치와 형태를 검출하여 이의 동적인 특성을 해석하는 시각추적시스템(visual tracking system)은 방위산업분야에서의 위험지역 및 탐사지역에서의 무인 물체 추적 시스템등에 적극 활용될 수 있으며 이외에도 지능형 교통정보 시스템(ITS: Intelligence Transport System), 가정용/사무용 네트워크 제어하에서의 지능형 서비스 로봇등의 핵심 기술로서 갈수록 그 중요성이 증대되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 영상내 물체에 대한 사전정보(고유 색상)와 움직임 정보를 활용하여 이동 물체에 대한 후보 구역을 추출하고 영상 분할 방법에 의해 대상 물체영역을 정의하며 최종적으로 배경이 변하는 환경에서의 이동물체에 대한 추적 방법을 제공한다. 본 논문에서 다루는 이동물체는 특정 색상분포를 갖고 형상의 변형은 가능한 실험용 객체를 포함한다. 제시된 방법의 특징은 다음과 같다. 첫째, 물체와 배경 및 유사잡음들과의 강한 분리를 위하여 고유색상정보와 움직임 정보등의 사전정보를 활용한다. 둘째, 형태의 변화가 수반되는

경우에도유연한 대처능력을 갖도록 하기 위해 영상의 영역분할 방법을 통해 물체의 존재를 확인하고 물체영역을 추출한다. 셋째, 이동물체 추적 시스템에서 중요한 사항은 잡음이나 불필요한 요소들에 강인하도록 안정적인 추적을 보장하는 일 이므로 이를 위해 이동물체 추적 과정에서 형태정보의 제어점을 추출된 이동물체 영역의 경계로 설정하고 관련합수값의 발산하는 문제를 극복한다.

2. 물체영역의 추출

2.1 물체의 움직임색상 정보 추출

이동 물체의 중요한 정보중의 하나는 프레임간 움직임 정보이며 이는 관심 물체 영역의 대부분이 움직임과 특정 화소분포를 동시에 가지고 있다는 점을 이용한다. 객체의 움직임 정보를 찾아내기 위해 UPC(Unmatched Pixel Count) 움직임 검출 측정법이 이용되었다. UPC는 블록단위의 간단한 연산형태를 갖는다[1]. 본 논문에서 제안하는 AWUPC (Adaptive Weighted Unmatched Pixel Count) 연산은 식(1)과 이 정의되며 $Z(x,y,t)$ 는 색상변환된 결과영상이고 $U(i,j,t)$ 는 UPC 움직임 검출결과이다[4]. AWUPC연산은 색상변환 된 영역안에서 움직임이 있는 성분을 강조하는 결과를 보여준다.

$$AWUPC(x, y, t) = Z(x, y, t) * \sum_{i=x-N}^{i=x+N} \sum_{j=y-N}^{j=y+N} U(i, j, t) \quad (1)$$

where

$$U(i, j, t) = \begin{cases} 1, & \text{if } |Z(i, j, t) - Z(i, j, t-1)| \leq T_h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

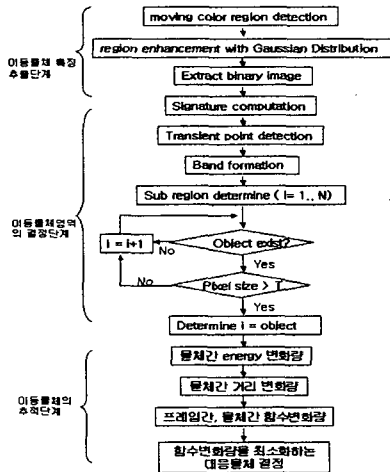


그림 1. 이동물체 추적과정의 흐름도

한편 (2)에서의 임계값은 입력 색상영상의 색상유사도에 따라 적응적으로 결정될 수 있도록 sigmoid함수[2]를 사용하였으며 식 (3)과 같은 관계로 나타낸다.

$$T_h = \frac{255}{1 + \exp \frac{Z(x, y, t) - 255}{2}} \quad (3)$$

여기서 $Z(x, y, t)$ 는 시간 t 에서의 입력 화소값이며, Q 는 sigmoid함수의 곡선의 기울기를 결정하는 계수이다. 적응적인 임계값을 사용하는 이유는 다음과 같다. 입력영상의 화소값은 물체 색상의 확률을 의미한다. 그러므로 이미 높은 물체의 확률을 가지고 있는 화소는 작은 움직임도 검출하기 위해 낮은 임계값을 갖을 필요가 있으며, 반대로 색상변환을 통해 물체의 확률이 낮게 나온 영역은 대체로 관심영역이 아닌 경우이므로 큰 움직임이 있는 경우에만 이동물체로서 검출이 되도록 높은 임계값을 사용한다. 본 논문에서는 $Q = 12$ 의 값이 사용되었으며 100개의 입력 영상시퀀스에 대해 본 알고리즘을 적

용해본 결과 약 88%의 검출 성공률을 보여주었다.

2.4 이동물체의 추출과 결정

위의 처리 과정을 통해 얻어진 대상 물체의 확률분포영상은 최종적인 영역 결정을 위해 이진화된다. 이진 영상에는 배경이 갖는 잡음효과와 유사영역이 갖는 효과가 감소되고 추적 물체의 후보군으로 분류되는 영역만 추출된다. 그러나 물체 추출과정에서 일반적으로 다양한 영상 잡음의 효과가 남아있으므로 추출의 대상을 제한할 필요가 있다. 따라서 본 절에서는 추출된 몇몇의 후보군중에서 실제 추적하고자하는 물체를 찾는 방법을 기술한다. 추적체의 추출 및 결정은 전처리 과정을 통해 얻은 영상에 대해 signature의 반복적 분석 과정을 거쳐 수행된다[3].

3. 이동 물체의 추적

3.1 물체 형태정보 함수

추적 물체들의 2차원 영상 평면상의 위치와 형상정보를 얻기 위해 스네이크 알고리즘을 참고하였으며, 영역 검출된 물체의 형상정보가 갖는 형태함수를 간략히 정의하고 추적의 초기정보로 활용하였다. 본 논문에서는 물체의 영상력의 영향아래 움직이는 평면 변형 컨투어(planar deformable contour)내에서의 총량을 정의하고 그 값의 최소화 과정을 통해 동일 물체가 추적될 수 있도록 한다. 물체 형태정보 함수는 다음과 같이 정의하였다.

$$Sobj = Aobj + Cobj \quad (4)$$

$Sobj$ 는 물체의 물체 형태정보 함수이며 $Aobj$ 는 영상분할된 부영역내에서 일정 임계치를 넘는 움직임 색상성분의 화소값 수이다. $Cobj$ 는 부영역 원도우의 중심점과 물체의 x,y방향으로의 에지영역간 거리를 나타낸다. 이를 통해 형태정보함수는 물체내의 면적과 중심으로부터의 외곽선 관계정보를 포함하며 형태의 유사도를 추적할 수 있는 기본 정보가 된다. $Cobj$ 로 표현되는 물체의 형태정보는 다음 그림에 표시한 X of center와 Y of center간의 비율로서 정의되며 움직임 색상성분의 면적에 해당하는 값과의 적절한 비례를 고려하여 실제 실험에서는 각 항목에 가중치를 적용하였다. 이러한 형태 정보함수는 매 프레임의 영상분할된 각 물체의 후보영역에서 순차적으로 이전 프레임의 물체영역과 비교됨으로써, 그 함수량이 최소화되는 분할영역내 물체를 동일물체로 판단하게 된다.

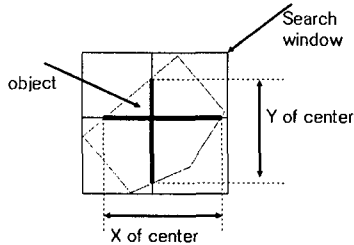


그림 2. Cobj : 부영역 윈도우의 중심점과 x,y 방향 윤곽선간의 거리정보

4. 실험 및 검토

4.1 실험용 비전로봇 제작

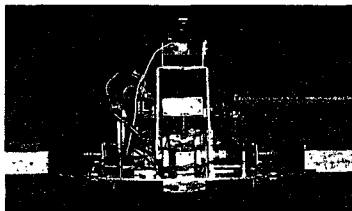


그림 3. 물체 추적용 로봇의 실험 환경

본 연구에서는 이동로봇이 사전정보를 이용하여 특정물체를 검출하고 추적하는 시스템을 구현하기 위하여, 유무선 카메라 시스템을 이용한 비전 로봇과 통신을 위한 서버를 구성하였다. 비전로봇은 ATMEGA128의 제어부와 2개의 DC 모터(IG-30GM)로 구성하였으며 이동시 1차 장애물 감지를 위해 3개의 적외선(GPD2D12)센서와 1개의 초음파(SFR04) 센서를 부착하였다. 영상처리를 위한 특정영역 추적을 위해, 영상입력장치는 CM32C 무선카메라를 로봇의 전면에 구성하였고, RX2400S 수신부를 통한 영상데이터는 PC서버에 전달되어 처리된 후, 파악된 물체의 상대적 위치에 따라 로봇의 좌,우 회전 또는 전후진 명령을 로봇에게 무선으로 직접 전달하도록 구성하였다. 물체의 추적실험에 있어 작은 범위의 이동이 가능한 로봇을 사용함으로써 기존의 연구가 배경이 고정되어있고 제한적인 환경을 사용한 것과 비교하여 좀더 변화하는 배경을 대상으로 하는 다양한 실험을 가능하게 하였다.

4.2 물체 추적 실험

이동체의 영역 추출을 위한 움직임 색상 정보의 효과를 확인

하기 위해 복잡한 배경과 다양한 색상의 물체를 추적의 대상으로 활용하였으며 조도의 변화를 주기 위해, 300lx 와 350lx 환경에서 각각 60프레임의 동영상을 입력으로 제작하여 실험 영상으로 사용하고 영역 검출 및 추적의 결과를 평가하였다. 변화를 주고 해당 물체의 영역 추출의 변화를 관찰하였다. 두 환경에서 각각 86%와 93%의 추출 성공률을 보였으며 기존의 색상변환만을 적용한 경우에 비해 초기 영역 검출 성공이 4% 이상 양호하여 이후 추적 성공률에도 영향을 미쳤다. 실험 결과는 그림 4에서 보여준다.

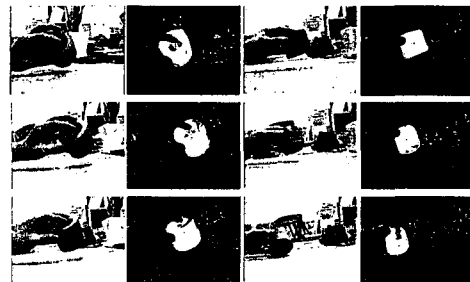


그림 4. 다양한 배경에서의 특정 물체 추적결과

표. 1 물체추적 결과비교

입력영상	성공프레임/전체프레임	추적성공율
실험영상1(조도300lx)	52/60 frame	86%
실험영상2(조도350lx)	56/60 frame	93%

참고문헌

- [1] H. Gharavi and Mike Mills, Blockmatching Motion Estimation Algorithm - New Results, IEEE Trans. Circuits and System, vol.37, no. 5, May, 1990
- [2] D.reisfil, Detection and Interest Points using Symmetry, Proc. Intl Conf. Computer Vision, pp.62-65, Dec. 1990.
- [3] Han. K. B., Yang. J. W., Baek. Y. S. " Real Time 3D Motion Estimation using Vision System," Proc. of the 32nd International Symposium on Robotics, pp. 1022-1026, 2000
- [4] Marchand. E, Boutheymy. P., Chaumette. F., and Moreau. V., "Robust Real-Time Visual Tracking using a 2D-3D Model Based Approach." Proc. of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision. Vol.1, pp. 262-268, 1999