

주의기반 실시간 물체추적 시스템

조진수⁰ 이일병
 연세대학교 컴퓨터정보공학부
 {hamster⁰, yblee}@csai.yonsei.ac.kr

Attention Based Realtime Object Tracking System

Jinsu Jo⁰, Yillbyung Lee
 Division of Computer and Information Engineering, Yonsei University

요 약

선택적 주의선택 알고리즘 중 색상과 밝기 지도를 만드는 부분을 실시간 처리에 적용하고, 저주파 수가 주로 분포하는 영역과 물체의 움직임이 감지된 영역을 입력 영상에서 찾아내어 가중치별로 합산함으로써 실시간으로 선택적 주의를 줄 수 있는 시스템을 구현했다.

1. 서 론

동물의 눈이 입력 받은 영상정보는 뇌에서 적절하게 해석되는데, 시야에 들어오는 정보 중 유용하다고 판단되는 특징을 골라내서 집중적으로 처리하려는 경향이 있다.

일반적으로 색상이나 밝기, 무늬, 경계선의 방향, 움직임이 나타나는 영역 등, 주변과 두드러진 차이를 보이는 부분이 그렇지 않은 부분보다 의미 있는 시각정보를 가지고 있을 확률이 높다.

본 논문에서는 시각정보처리 모델 중, 실시간 처리에 적당한 모델들을 통해 얻는 특징 지도들과 기존의 물체추적 알고리즘에서 얻을 수 있는 영역정보를 조합하여 실시간으로 작동하는 주의기반 물체추적 시스템에 활용할 수 있는 알고리즘을 구성하기 위한 실험을 수행하였다. 2장에서는 시스템 구성에 대해 설명하였고, 3장에서는 제안하는 알고리즘에 대해 설명했다. 4장에서는 알고리즘 별 실험결과를 보여준다.

2. 시스템 구성

카메라에 실시간으로 입력되는 영상은 프레임 그래버를 통해 초당 30프레임이 처리된다. 실시간 영상처리 프로그램은 여기에서 연속되는 두 영상을 입력받은 후, 현재 영상에 대해서는 색상 지도와 밝기 지도, 저주파수 분포지도를 만들어, 이전 프레임과의 연산으로부터 움직임 검출 영역에 대한 지도를 얻는다. 이 과정에서 만들어지는 여러가지 지도들을 중요도에 따라 가중치 크기를 달리 하여 합한 후, 가장 값이 큰 영역을 찾아 입력 영상의 해

당 영역 중심을 찾게된다.

시스템의 대략적인 구성은 그림 1과 같다.

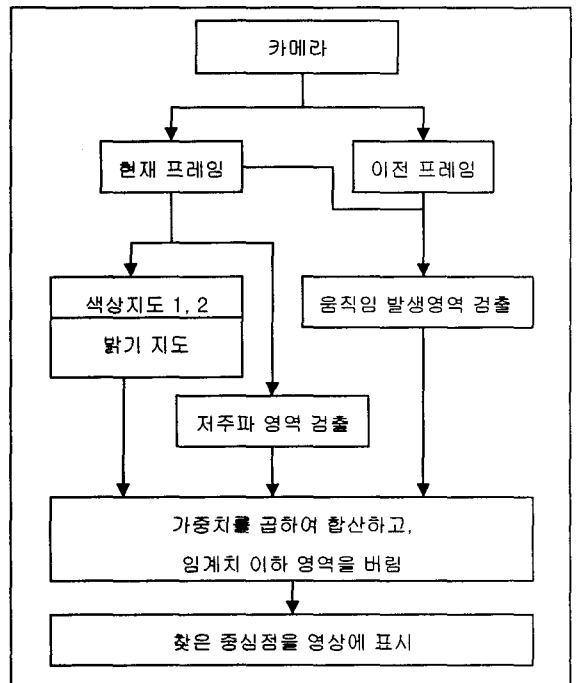


그림 1. 시스템 구성도

본 연구는 과기부 뇌신경정보과학사업으로부터 부분적인 지원을 받아 수행되었음.

3. 제안하는 알고리즘

3.1 색상 지도 (Color map)

프레임 그래버(Frame Grabber)로부터 받는 프레임의 수는 일반적으로 1초에 30개 정도이다. 각 프레임간의 시간 간격은 1/30초 정도로 짧기 때문에 연속되는 두 프레임 각각의 평균 영상 밝기나, 색상과 주파수 분포 등은 거의 같은 것으로 볼 수 있다. 따라서, 연속으로 받는 두 개의 프레임 중 어느 하나를 선택하여 특징지도를 만들더라도 처리 결과에 미치는 영향은 무시할 수 있다.

색상 지도(color map)는, 영상에서 두드러진 색상을 찾기 위한 것이며, 밝기 지도(intensity map)는 화면 상에서 밝기가 특별히 차이가 나는 부분을 찾기 위한 것이다.

두 가지 색상지도를 만들기 위해 RGB 채널에서 사용하는 식은 L. Itti의 'Saliency-Based Visual Attention Model' [1, 2]식 일부를 변형하여 사용하였으며 다음과 같다.

RGB 채널을 가진 영상에서, 각 채널의 값을 r(red), g(green), b(blue)라 하면,

$$\text{ColorMap1} = \{r - (g+b)/2\} - \{g - (r+b)/2\}$$

$$\text{ColorMap2} = \{b - (r+g)/2\} - \{(r+g) - 2(|r-g|+b)\}$$

각 식으로부터 나온 값은 실험에서 영상을 나타내는데 직접 사용하기 위해 0보다 작은 값은 0으로 처리하고, 두 지도를 각각 서로 뺀 후, 0이상의 값을 가지는 픽셀값들만 서로 더하여 평균하는 방식을 사용했다.

3.2 밝기 지도(intensity map)

밝기 지도는 화면 상에서 밝기가 크게 차이 나는 부분을 찾기 위한 부분이다. 주변과 두드러진 밝기를 보인다는 것은 평균적인 영상 밝기보다 크게 다른 밝기값을 가진다는 것이며, 여기에서는 영상의 평균 밝기를 사용하였다.

주변이 밝을 경우에는 어두운 색상을 갖는 물체가 눈에 띄기 쉽고, 주변이 어두울 경우에는 밝은 물체가 눈에 띄기 쉽다는 것이 이 알고리즘의 핵심이다.

여기서 얻는 지도는 영상이 매우 밝거나, 매우 어두울 경우에 유용하므로 어두운 영역과 밝은 영역에 각각 임계값 A와 B를 설정하여, A보다 작은 평균밝기를 가지거나 B보다 큰 평균밝기를 가지는 경우에만 밝기지도 결과를 반영하도록 했다. A와 B의 값은 실험을 통해 적절한 값을 사용했다.

알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 영상을 256 단계의 gray-level 영상으로 바꾼다.
- (2) 영상의 평균광도를 계산한다.

(3) 평균 밝기가 A보다 작을 경우, A의 150% 크기 이상의 값들만 255로 만들고, 나머지는 0으로 바꾼다.

(4) 평균 밝기가 B보다 클 경우, B의 50% 이하의 밝기를 가지는 픽셀들만 255로 만들고, 나머지는 0으로 바꾼다.

3.3 저주파수 분포 영역 탐지

시야에 들어오는 정보의 고주파 영역에서 의미를 가지는 정보중 대표적인 것으로 문자가 있다. 그러나, 문자와 같은 고주파 성분을 많이 포함한 패턴의 경우에는 해당 패턴이 문자라는 것을 인식한 후에 선택적 집중이 이루어지므로, 본 논문에서는 인식 이전 단계의 선택적 주의를 다루기 위해서 고주파 영역이 아닌 밝기가 고른 영역을 찾아내려 한다.

밝기가 고른 부분은 저주파 성분을 많이 포함하게 되므로, 영상을 일정한 수의 블록들로 분할하여 각 블록마다 인접 픽셀간의 차이의 절대값들의 평균을 그 블록의 평균 주파수값으로 정하여 값이 일정값 이하인 블록들을 뽑아서 해당 블록 영역에 가중치를 주는 방법을 사용한다.

여기에서 카메라의 하드웨어적 특성상 나타나는 노이즈들은 노이즈가 영상의 특정 부분에 집중되지는 않으므로 블록의 평균 주파수를 정할 때 임계값을 사용하여 영향을 적절하게 제거할 수 있다.

3.4 움직이는 물체 영역 탐지

움직이는 물체는 실시간으로 입력받는 영상의 인식 이전단계의 처리에서 중요한 정보를 가지게 된다. 실제 동물의 시각정보처리계에서는 시간변화에 따라 영역별로 나타나는 주파수 변화를 감지하지만, 본 논문에서는 물체 추적 시스템에 흔히 쓰이는 영상차 방법으로 큰 움직임이 발생한 영역을 찾아서 가중치를 주는 방법을 사용했다.

계산량을 줄이기 위해, 영상차 방법에 의해서 움직이는 물체의 경계가 탐지되면 탐지된 경계 성분의 중심 위치를 찾아서 가장 거리가 먼 경계까지의 거리를 반지름으로 하는 원을 구하고, 원 내부의 영역을 움직임 발생 영역으로 추정하는 방법을 사용했다.

3.5 가중치 값을 사용한 특징지도의 통합

위의 알고리즘들을 통해 나온 지도들을 색상, 움직임, 밝기, 주파수 순으로 가중치를 크기를 정하여, 각각의 지도의 픽셀값에 곱한 후, 모든 지도의 픽셀값을 통합하여 임계값으로 처리하고, 임계값을 통과한 픽셀들의 중심점을 계산하여 영상 위에 표시한다.

4. 실험 결과 및 분석

실시간으로 입력받는 영상에 대한 알고리즘 별 실험 결과의 일부를 표시하였다. 그림 2는 색상 지도에 의한 실험 결과이다. 그림 3, 4는 밝기 지도이며 주변에 조명이 있어서 밝은 상태의 입력 영상(2)과 조명을 끈 어두운 상태에서 영상의 영상(2)과 밝기 지도(오른쪽)이다.

지면관계상 저주파수 영역과 움직임 영역 감지에 대한 실험결과는 따로 표시하지 않고 결과화면만 나타냈다.

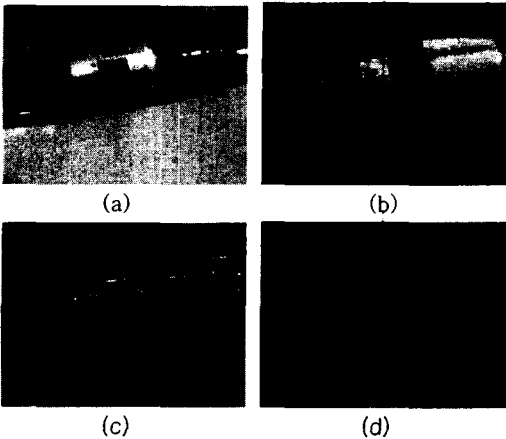


그림 2. (a) 입력영상, (b) 색상지도 1,
(c) 색상지도 2,
(d) 색상지도의 혼합(이진화 전 영상)

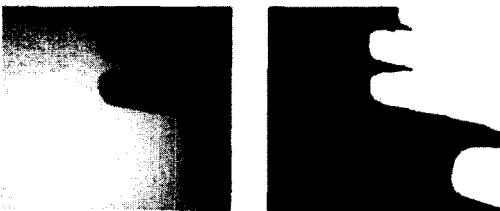


그림 3. 영상이 밝은 경우의 입력영상과 밝기 지도



그림 4. 영상이 어두운 경우의 영상과 밝기 지도

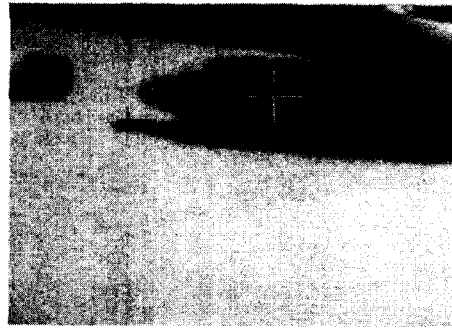


그림 5. 결과화면

그림 5에서 빨간색 펜이 움직이고 있는 상태이고 입력 영상에서는 펜의 왼쪽이 좀 더 빠른 움직임을 보이기 때문에 빨간색의 중심에서 결과는 빨간색 부분에서 약간 왼쪽으로 치우친 곳에 십자표시가 나타난다. 입력 영상은 전체적으로 흰색이 많이 분포하는 밝은 영상이고, 따라서 밝은 값인 흰 색은 결과에 별 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] L. Itti, C. Koch, E. Niebur, A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 20, No. 11, pp. 1254-1259, Nov 1998.
- [2] 최경주, 이일병, "컴퓨터 시각에서의 선택적 주의기법," 한국인지과학회 논문집, 2001. 6
- [3] Ethem Alpaydin, "Selective Attention for Handwritten Digit Recognition," *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 8, pp. 771-777, The MIT Press, 1996.
- [4] H.Gharavi and M.Mills, "Block-matching motion estimation algorithms" : New results, *IEEE Trans. Circ. And Syst.*, vol.37, pp.649-651, 1990.