

## 효과적인 객체 인식을 위한 적응적 환경 변수 결정 방법

강성환<sup>0\*</sup> 이준희<sup>\*\*</sup> 류상률<sup>\*\*\*</sup> 김승호<sup>\*</sup>

\* 경북대학교 컴퓨터공학과, \*\* 부천대학 인터넷과, \*\*\* 청운대학교 컴퓨터과학과  
shkang<sup>0</sup>@mmlab.knu.ac.kr, jclee@bc.ac.kr, rsr@cwunet.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

### Determining Method of Adaptive Factors for Effective Object Recognition

S.H Kang<sup>0\*</sup> J.C Lee<sup>\*\*</sup> S.R Ryu<sup>\*\*\*</sup> S.H Kim<sup>\*</sup>

\* Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

\*\* Dept. of Internet Information Science, Bucheon College

\*\*\* Dept. of Computer Science, Chungwoon University

#### 요약

다양한 환경을 포함하고 있는 동영상에서 움직이는 객체를 추출, 인식하기 위해서는 배경 모델링이 중요하다. 기존의 대표적인 배경 모델링 방법으로 통계적 방법을 이용한  $W^1$  방법이 있지만 칼라 영상의 다양한 환경에서 한계를 보인다. 본 논문은 큐 기반 배경 모델링을 이용한다. 이때 주요한 환경 변수가 되는 슬라이딩 윈도우의 큐 크기와 RGB 값의 그룹핑 크기, 프레임의 간신탐사 주기를 적응적으로 결정하기 위한 방법을 제안한다. 환경 변수를 결정하기 위해 객체 검출을, 객체 오검출을, 간신탐사를 평가 기준으로 삼는다. 제안된 방법으로 실시간 처리에 부적합한 기존의 영상 처리 기법들을 개선하여 보다 효과적으로 객체를 인식할 수 있다.

#### 1. 서론

동영상에서 객체 인식을 위해 배경 모델링을 수행하고 이후 프레임과의 차감연산을 통해 객체를 추출한다. 배경 모델링을 통한 객체 인식은 감시 시스템에서 객체의 행동을 인식하거나 분석을 통한 객체의 의미 해석 또는 영상 내에서의 이벤트 탐지 등의 전처리 과정이다[1].

배경 모델링과 객체 인식 방법은 I. Haritaoglu에 의해 제안된  $W^1$ 의 통계적 방법(statistical method)[1]과 P. Kumar에 의해 제안된 큐 기반 방법 (Queue-based method)[2]이 있다.  $W^1$ 은 실외 환경의 다양한 변화 속에서 객체를 정확히 인식하기 어려운 한계를 가지고 있고, P. Kumar의 방법은 고정된 주기로 프레임을 간신탐하므로 여러 시스템에 적용시키기에 부적합하다.

본 논문에서는 기존의 배경 모델링 기법과 비교해서 효율적인 객체 인식을 위해 고화질, 저용량의 실시간 처리가 가능하도록 적응적인 환경 변수의 결정 방법을 제안한다. 입력 동영상에서 배경 영역과 비교하여 움직임이 많은 객체를 추출하는 배경 모델링 과정을 통해 배경 영상과 객체를 구분한다. 그리고 배경 모델링 과정과 주기적인 간신탐사 과정의 실시간 처리를 위해 입력 영상의 각 픽셀의 색상 값을 그룹화하고 중간 값을 취함으로써 영상 정보의 크기를 감소시킨다. 다음으로 입력 영상과 배경 모델링된 영상의 차 영상을 구하여 객체를 추출한다.

본 논문의 구성으로 2장에서는 객체 추출을 위한 배경 모델링 방법에 대해 다루고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 세 가지 환경 변수 결정하는 방법에 대해서 설명한다. 4장에서는 실험을 통해 환경변수들의 값을 적응적으로 결정하고, 기존의 방안과 비교한다. 그리고 5장에서는 결론을 도출한다.

#### 2. 객체 추출을 위한 배경 모델링 기법

객체를 추출하기 위해서는 배경 모델링이 필요하다. 그림 1은 전체 시스템 구조도를 나타낸 것으로 효과적인 객체 추출을 위한 배경 모델링 방법에 대해 기술하고 있다. 입력 영상으로부터 배경 모델링을 하는 과정에서 큐의 크기와 영상의 밝기 단계에 따라 그룹핑 크기를 조정하여 그룹 레벨에 따라 그룹핑이 이루어진다. 그룹핑이 이루어진 배경 영상에서 간신탐사 주기를 조절하여 배경 영상 간신탐사에 반영한다. 배경 영상 생성 후 입력되는 영상의 차감 연산을 통해 객체를 추출한다.

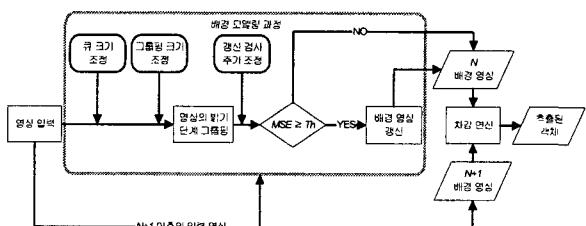


그림 1. 전체 시스템 구조도

적응적인 배경 모델링을 위해 사람이 인식하는데 원영상과 차이를 느끼지 못할 정도의 밝기 단계를 이용하여 그룹핑한 영상을 만든다. 각 그룹에 속하는 밝기 단계 중 중간 값을 취하는 수정된 에디안 방법을 사용하여 그룹 레벨을 정한다. 새로운 프레임이 입력될 때 마다 가장 오래된 프레임의 정보를 버리고 새 프레임의 정보를 넣는 슬라이딩 윈도우(sliding window) 기법을 사용하여,

배경 간신 검사 주기에 따라 간신한다[3].

영상간의 MSE (Mean Square Error)와 임계치(Th)를 사용하여 배경 변화에 적응하면서 간신 여부를 확인하여 필요할 때에만 배경 간신을 수행한다. MSE와 임계치는 최초의 배경 모델링을 위해 입력한  $N$ 개의 프레임을 통해 생성된 배경 영상과 이후에 입력된  $k$ 개의 영상을 사용하여 식 1과 식 2와 같이 구한다.

$$MSE_N = \frac{\sum [f_N(i,j) - f'(i,j)]^2}{WH} \quad (1)$$

$$Th = \left( \frac{\sum_{i=1}^{N-k} MSE_i}{k} \right) - \beta \quad (2)$$

$W$ 와  $H$ 는 입력 영상의 가로와 세로의 크기이다.  $f(i,j)$ 는 현재 입력된 영상의  $(i,j)$  위치에 있는 픽셀 값이며,  $f'(i,j)$ 는 이미 구하여 사용 중인 배경 영상의  $(i,j)$  위치에 있는 픽셀 값이다.  $\beta$ 는 임의의 상수 값이다. MSE는 현재 입력 영상과 배경 영상과의 밝기 차이 값을 의미하며, Th는 일정 구간  $k$ 에서 MSE의 평균으로 배경 간신 판별의 임계치로 사용된다. MSE는 배경 간신 여부를 결정하기 위해  $k$ 주기마다 임계치와 비교되며, 만약 임계치 이상이 되면 배경 영상을 간신하고 임계치를 새로 구한다.

### 3. 큐 크기와 그룹핑 크기, 간신검사 주기 결정

2장에서 소개한 배경 모델링과 배경 간신 과정에 사용되는 세 가지 환경 변수로 큐 크기와 그룹핑 크기, 간신 검사 주기 결정 방법을 제안한다. Ground Truth 영상은 입력된 영상에서 잡음이 전혀 들어 있지 않은 정확하게 객체의 정보만을 포함한 영상을 의미한다. 그림 2 (a)는 임의의 입력 영상에서 추출한 Ground Truth 영상이다. 객체 검출율과 객체 오검출율은 본 논문에서 제안한 객체 추출 과정을 통해 구해진 영상(그림 2 (b))과 Ground Truth 영상을 비교하여 구한다.

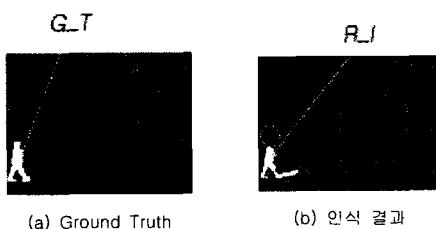


그림 2. Ground Truth 영상과 객체 인식 결과 영상

$G_T$ 는 Ground Truth 영상에서 객체의 픽셀 집합을 의미하고,  $R_I$ 는 배경 모델링과 객체 인식 과정을 수행한 후 객체의 픽셀 집합을 의미한다. 적응적인 환경 변수를 결정하기 위한 평가 기준을 다음과 같이 정의한다.

- 객체 검출율(Ratio of Correct Object, RCO): 배경 모델링과 객체 인식 과정을 수행한 후 얻은 영상에서 객체의

픽셀 개수가 Ground Truth 영상의 객체 픽셀 개수에 포함되어 있는 비율로 식 3에 의해 구해진다. (그림 2 (a))

$$RCO = \frac{\sum (R_I_{(x,y)} \in G_T_{(x,y)})}{\sum G_T_{(x,y)}} \times 100 \quad (3)$$

• 객체 오검출율(Ratio of Error Object, REO): 객체 검출율과 반대로 Ground Truth의 객체에 포함되지 않은 비율로 식 4에 의해 구해진다. (그림 2 (b))

$$REO = \frac{\sum (R_I_{(x,y)} \notin G_T_{(x,y)})}{\sum G_T_{(x,y)}} \times 100 \quad (4)$$

• 갱신율(Updating Ratio, UR): 임의의 간신 검사 주기 동안 실제 간신이 이루어진 비율로 식 5에 의해 구해진다.

$$UR = \frac{\text{실제 간신 횟수}}{\text{간신 검사 횟수}} \times 100 \quad (5)$$

적응적인 세 가지 환경 변수 값을 결정하는 과정에서 큐 크기의 초기값은 1로 하고, 그룹핑 크기와 간신검사 주기의 초기값은 시스템에 적용할 수 있는 최대 크기로 설정한다. 그리고 이전 객체 검출율 값은 최소로, 이전 객체 오검출율 값은 최대로 모든 환경 변수의 초기값으로 설정한다. 초기값을 설정 한 후 객체 검출율, 객체 오검출율, 갱신율에 대해서 최적화 될 수 있도록 매 프레임마다 반복적으로 값을 변화시키면서 최종값을 구한다.

#### 3.1 큐 크기의 결정 방법

현재 입력 프레임의 객체 검출율과 객체 오검출율 값을 계산하여, 객체 검출율이 이전 값보다 낮거나, 객체 오검출율이 이전 값보다 높을 때 큐 크기를 1씩 증가시키고 다시 현재 상태와 비교한다. 이때 만약 큐 크기가 적용할 수 있는 최대 크기가 된다면, 더 이상 증가시키지 않고 최대 크기의 큐 크기를 최종 큐 크기로 결정한다. 다시 비교했을 때, 만약 객체 검출율이 이전 값보다 높고, 객체 오검출율이 이전 값보다 낮으면 최종 큐 크기를 현재의 큐 크기로 변경한다.

#### 3.2 그룹핑 크기의 결정 방법

큐 크기가 결정된 다음 그룹핑 크기를 결정한다. 현재 입력 프레임의 객체 검출율과 객체 오검출율 값을 계산하여, 객체 검출율 값이 이전 값보다 낮거나, 객체 오검출율이 이전 값보다 높을 때 그룹핑 크기를 1씩 감소시키고 다시 현재 상태와 비교한다. 이때 만약 그룹핑 크기가 2까지 감소했다면, 더 이상 감소시키지 않고 2를 최종 그룹핑 크기로 결정한다. 다시 비교했을 때, 만약 객체 검출율이 이전 값보다 높고, 객체 오검출율이 이전 값보다 낮으면 최종 그룹핑 크기를 현재의 그룹핑 크기로 변경한다.

#### 3.3 간신검사 주기의 결정 방법

그룹핑 크기가 결정된 다음 이어서 간신검사 주기를 결정한다. 현재 입력 프레임의 객체 검출율과 객체 오검출율, 갱신율 값을 계산하여, 객체 검출율 값이 이전 값보다

낮거나 객체 오검출율과 간신율이 이전 값보다 높을 때 간신 검사 주기를 5씩 감소시키고 다시 현재 상태와 비교한다. 이 때 만약 간신 검사 주기가 5까지 감소했다면, 더 이상 감소시키지 않고 5를 최종 간신검사 주기로 결정한다. 다시 비교했을 때, 만약 객체 검출율이 이전 값보다 높고, 객체 오검출율과 간신율이 이전 값보다 낮으면 최종 간신검사 주기를 현재의 간신검사 주기로 결정한다.

#### 4. 실험 및 고찰

제안한 효과적인 객체 인식을 위한 적응적 환경 변수 결정 방법에 대해 실험한다. 성능을 분석하기 위해 실험 영상으로 배경 변화가 많은 영상, 배경 변화가 중간 정도인 영상, 배경 변화가 거의 없는 영상 세 가지 종류의 영상을 사용하였다. 실험에 사용된 하드웨어와 소프트웨어의 사양은 표 1과 같다.

표 1. 하드웨어 및 소프트웨어 사양

설정환경	사양
중앙처리장치	펜타엄 IV 2.8 GHz
주기억장치	512 Mbyte
구현언어	Microsoft Visual C++
영상크기	360 × 240 (pixel, QVGA)
영상속도	초당 30개 프레임

위 환경에서 배경 모델링과 배경 간신을 위해 세 가지 환경 변수인 큐의 크기, 그룹핑 크기, 간신검사 주기를 결정해야 한다. 이때 객체 검출율, 객체 오검출율, 간신율을 성능 평가 기준으로 하여 세 가지 영상에 대해 각각 실험하였다. 그 결과 간신검사 주기는 15로 결정되었다. 그리고 같은 환경에서 기존의 Kumar의 방법과 비교 실험을 하였다.

Kumar는 고정적인 10개 프레임마다 간신을 수행하고, 본 논문에서 제안한 방법에서는 간신검사 주기로 결정된 15개의 프레임마다 간신을 수행한다. 그 결과 그림 5에서 보는 바와 같이 평균 객체 검출율에서는 크게 차이가 나지 않지만, 평균 객체 오검출율에서는 기존의 방법보다 우수한 것을 알 수 있다. 따라서 제안한 방법은 Kumar의 방법에 비해 5 프레임 긴 간신 검사 주기를 사용하면서도 비슷한 객체 검출율과, 우수한 객체 오검출율을 얻고 있으므로 실시간 객체 인식을 위한 더욱 적합한 방법이라고 할 수 있다.

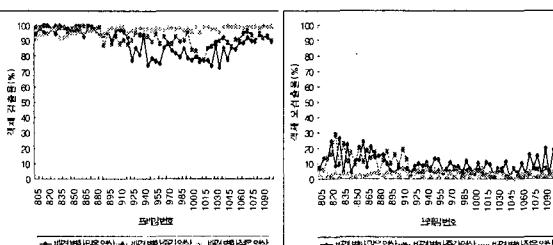


그림 3. Kumar가 제안한 방법의 객체 검출과 객체 오검출을 결과

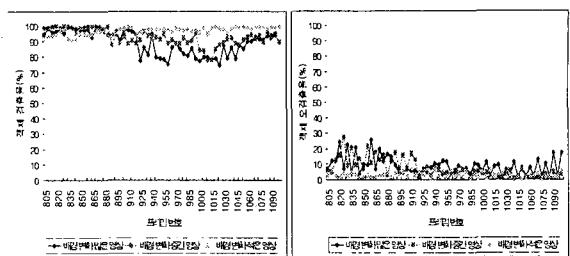


그림 4. 본 논문이 제안한 방법의 객체 검출율과 객체 오검출율 결과

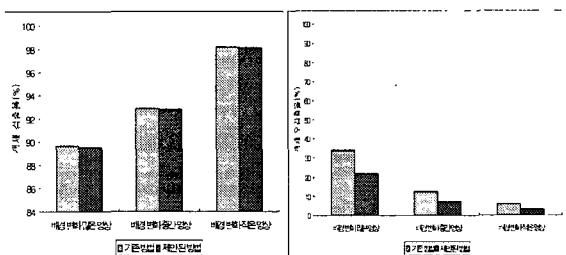


그림 5. Kumar가 제안한 방법과 본 논문이 제안한 방법의 평균 객체 검출율과 평균 객체 오검출율 결과의 비교

#### 5. 결론

본 논문에서는 배경 모델링과 배경 간신을 효율적으로 수행하는데 필요한 환경 변수인 큐 크기와 그룹핑 크기, 간신검사 주기를 적응적으로 결정하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 기존의 Kumar의 방법에 비해 객체 오검출율이 최대 50%까지 감소하였다. 따라서 배경 영상의 간신 주기와 객체 정보의 정확성 측면에서 기존의 방법보다 우수하다는 것을 실험 결과에서 알 수 있다.

객체 인식을 위한 적응적 환경 변수의 결정으로 다양한 환경 속에서 객체를 정확히 추출하여 인식할 수 있다. 고화질, 저용량의 실시간 처리가 가능하므로 임베디드 시스템에 적용시켜 감시 시스템 등과 같은 여러 분야에 활용할 수 있다.

#### 참고 문헌

- I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. S. Davis, "W<sup>4</sup>: Real-Time Surveillance of People and Their Activities," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 8, pp. 809-830, 2000.
- P. Kumar, S. Ranganath, and W. Huang, "Queue based fast background modelling and fast hysteresis thresholding for better foreground segmentation," Proceeding of Joint Conference of the Fourth International Conference, Vol. 2, pp. 15-18, 2003.
- 최정훈, 조정현, 김승호, "실시간 감시 시스템을 위한 배경 모델링과 응용", 한국정보과학회 04 봄 학술발표논문집(B), pp.781-783 , 2004.