

# 실시간 웹기반 영상감시 시스템의 설계

장정화

이즘테크노

e-mail:jangjunghwa@naver.com

## A Design of Web-based Video Monitoring System on Real Time

Jung-Hwa Jang

Ismtechno Co., Ltd

### 요 약

실시간 영상에서 객체 추적은 수년간 컴퓨터 비전 및 여러 실용적 응용 분야에서 관심을 가지는 주제 중 하나이다. 하지만 배경영상의 잡음을 객체로 인식하는 오류로 인하여 추출하고자 하는 객체를 찾지 못하는 경우가 있다. 본 논문에서는 실시간 영상에서 적응적 배경영상을 이용하여 객체를 추출하고 추적하는 방법을 제안한다. 입력되는 영상에서 배경영역의 잡음을 제거하고 조명에 강인한 객체 추출을 위하여 객체영역이 아닌 배경영역 부분을 실시간으로 갱신함으로써 적응적 배경영상을 생성한다. 그리고 배경영상과 카메라로부터 입력되는 입력영상과의 차를 이용하여 객체를 추출한다. 추출된 객체의 내부점을 이용하여 최소 사각영역을 설정하고, 이를 통해 객체를 추적한다. 아울러 제안방법의 성능에 대한 실험결과를 기존 추적 알고리즘과 비교, 분석하여 평가한다.

### 1. 서론

실시간 영상에서 객체 추적을 위해 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 구현하기란 매우 어려운 일임에도 불구하고, 컴퓨터 성능의 발달로 인해 영상 처리 기법의 발전과 더불어 객체 인식과 객체 추적에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 객체 추적은 카메라부터 입력된 영상에서 움직임을 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추정하여 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 방법은 보안, 의료, 군사, 교통, 제어분야 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그동안 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다[1, 2]. 하지만, 기존의 실시간 객체 추적 시스템의 구현에는 많은 어려움이 존재한다. 우선 강인한 실시간 객체 추적 시스템을 구현하기 위하여 고가의 장비를 요구한다. 움직임을 감지하기 위한 센서를 장착한 카메라나 pan/tilt로 움직이는 카메라 등의 요구이다. 또한 객체 추출이나 추적에 많은 연산을 필요로 하는 알고리즘 등을 적용하여 객체 추출에는 뛰어난 성능을 보이지만 실시간 객체 추적에는 부적합하다.

제안하는 시스템은 시간의 경과에 따라 배경영역에서 잡음생성을 줄이고자 객체영역 이외의 영역을 배

경영역으로 갱신하여 항상 최신의 배경영상을 유지하도록 하였다. 이와 같이 생성된 적응적 배경영상과 설치된 PC카메라로부터 실시간으로 입력되는 입력영상의 차를 이용하여 객체의 크기와 위치를 탐지함으로써 객체를 추출한다. 이때 연산의 양을 줄이기 위하여 그물식 탐색방법을 이용한다. 그리고 추출된 객체의 내부점들에 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 설정하여 객체를 실시간으로 추적한다. 또한 RGB를 정규화하고, 정규화 된 RGB 색상정보를 이용하여 MBR내의 객체로부터 얼굴영역을 추출한다.

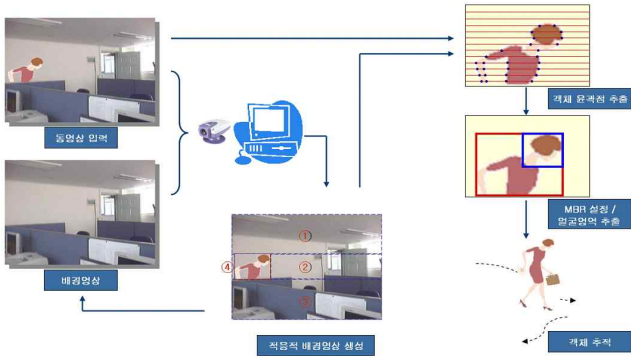
본 논문은 실시간으로 입력되는 영상으로부터 적응적 배경영상으로 잡음을 현저히 줄였고 실시간으로 얼굴영역을 추출함으로써 보안 및 감시 시스템으로 효율성을 향상시켰다.

### 2. 시스템 구조

컴퓨터 비전 시스템을 이용하여 객체를 추적하는 방법은 각각 특정 환경에서 적합한 동작을 보이도록 몇 가지 제약 조건을 두어 설계되어져 왔다. 본 논문에서도 효율적인 실시간 객체 추적 및 얼굴영역 추출을 위하여 다음과 같은 제약 조건을 가진다. 센서 장착이

나 움직임이 가능한 고가의 카메라가 아닌 저가형 PC카메라를 이용하는데 이는 카메라의 움직임이 고정됨을 의미한다. 또한 공원이나 거리 등의 야외 환경이 아닌 사무실이나 연구실, 기자재실, 자재창고, 주차장, 은행 365일 코너 등 배경영상의 변화가 미미한 특수 환경으로 환경을 제한한다.

영상의 조명의 영향 등으로 시간의 경과에 따른 잡음 발생의 현상을 보인다. 본 시스템에서 사용되어지는 카메라는 저가이며 고성능이 아닌 일반 PC카메라이다. 저가의 시스템 구축을 위한 선택이었는데 고성능의 카메라가 아니기 때문에 빛에 대해 상당히 민감한 반응을 보인다. 1초, 20초, 60초, 180초 후 영상에서 각각 71개, 1657개, 2061개, 3891개의 최초 배경영상과의 차에서 임계값을 넘어가는 픽셀의 개수가 나타난다. 배경영상과 입력영상의 차이가 균집을 이루고 있으면 배경영상임에도 불구하고 새로운 객체로 인식하는 오류를 범할 수 있다. 여기서 우리는 잡음을 제거하여 보다 정확한 객체의 추출을 위해 적응적 배경영상을 생성한다.



[그림 1] 시스템 처리 흐름도

그림 1은 제안하는 방법의 전체적인 처리 흐름도이다. PC카메라로 실시간 받아들여지는 영상 중에서 객체의 출현이 감지되지 않는 영상을 초기의 배경영상으로 설정하여 준다. 이후, 연속적으로 입력되어지는 영상과 초기 배경영상의 비교를 통하여 강인한 객체 추출을 할 수 있는 적응적 배경영상을 생성한다. 계속적으로 갱신을 반복하는 배경영상과 실시간 입력되는 영상에서 그물식 탐색 방법을 이용하여 객체의 출현을 감지하고, 감지된 객체의 내부점을 추출한다. 추출된 객체 내부점을 이용하여 객체를 포함하는 최소 사각형인 MBR을 설정해 주고, 연속되어지는 영상으로부터 일련의 처리를 반복하게 된다. 연속된 MBR의 설정을 추적함으로써 객체의 실시간 추적을 가능토록 하였다. 추적과 동시에 전체 영상이 아닌 MBR 내에서 얼굴 영역을 추출하는 방법을 사용하여 실시간 얼굴영역을 추출한다.

### 3. 실시간 객체 추적 및 얼굴영역 추출

#### 3.1 적응적 배경영상 생성

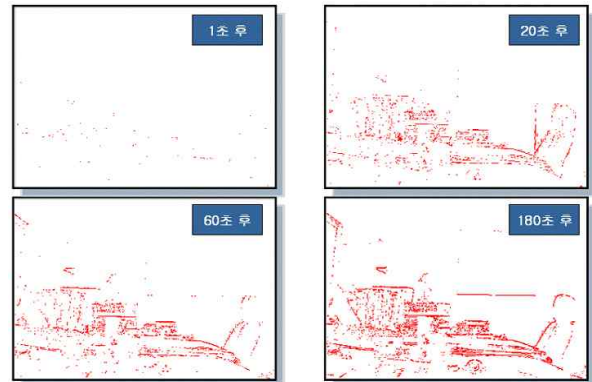
그림 2와 그림 3은 PC카메라로부터 입력되어진 초기 설정된 배경영상과 객체의 움직임이 감지되지 않은 상태에서 180초 후의 배경영상이다. 사람의 감지 능력으로는 두 그림이 똑같아 보이지만, 시스템에서는 둘을 다르게 인식한다. 그림 4가 시스템이 이 두 그림을 다르게 인식함을 보이는데, 어떠한 변화도 없는 배경



[그림 2] 초기 배경영상



[그림 3] 180초 후



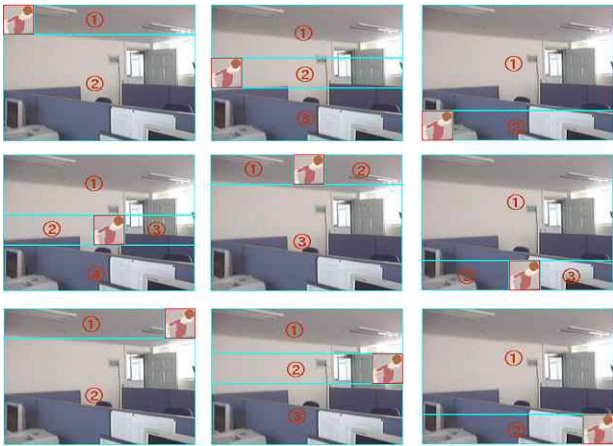
[초당 10프레임 처리시]

[그림 4] 시변하는 배경영상에서의 잡음

전체적인 배경영상의 갱신은 많은 연산량을 필요로 하기 때문에 실시간 객체 추적 성능을 저하시킨다. 제안하는 시스템에서는 객체영역인  $n * m$ 의 영역을 제외한 나머지 영역을 배경영상으로 갱신하면서 객체 추적을 동시에 이루어질 수 있도록 하였다.

그림 5는 적응적 배경영상 생성 방법을 보인다. 이전의 배경영상과 입력영상에서 객체 추출 후 객체영역을 제외한 나머지 영역을 새로운 배경영상으로 대체한다. 그림 5는 객체의 위치에 따른 취할 수 있는 배경영상의 집합이다. 입력영상에서 객체를 찾아내고 객체의 위치에 따라 객체부분이 아닌 사각영역을 배경영상으로 판단한다. 즉 객체의 위치에 따라 ①~④ 부

분으로 분류하고 입력영상을 배경영상으로 대체한다.



[그림 5] 적응적 배경영상 생성

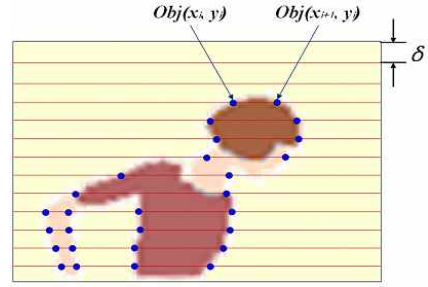
제안한 적응적 배경영상 방법을 이용하여 실험한 결과, 시변하는 배경영상내의 조명 등에 의한 잡음을 객체 내부에 포함되어 있는 배경영역을 제외한 나머지 영역에서 95% 이상 제거할 수 있었다. 객체내부에 포함되어 있는 배경영역 또한 객체의 움직임에 따라 바로 배경영상으로 적용되기 때문에 배경영상 내의 잡음을 객체로 인식하는 오류를 범하지 않는다.

### 3.2 객체의 내부점 추출

객체의 추적을 위해서 객체의 위치 결정을 위한 객체 추출이 우선적이다. 완전 차영상 방식을 도입한 기존 시스템과는 달리, 제안하는 시스템에서는 그물식 탐색 방식을 이용한다. 그물식 탐색 방식은 영상을 위에서 아래로  $\delta$  픽셀 간격으로 탐색해 나가는 방법으로 완전 차영상을 이용하는 시스템보다 처리속도의 높은 향상을 보인다.

그림 6은 그물식 탐색 방식 및 객체 내부점 추출이다. 객체의 내부점 추출은 그물식 탐색을 하면서 배경영상과 입력영상의 차영상을 이용하게 된다. 배경영상과 입력영상의 탐색라인상의 픽셀들을 각각 RGB채널로 분할한다. 식 (1)에 따라 RGB채널 각각의 차이가 임계값  $\beta$  보다 크다면, 객체 내부점 후보군으로 등록하게 된다. 제안하고자 하는 시스템은 보안 및 감시 시스템에 적용되어지기 때문에 사람이라는 객체 이외의 빛의 간섭 등으로 인한 배경에서의 작은 잡음 제거를 위해, 식 (2)를 이용하게 된다. 또한 객체의 일부분이지만 효율적인 잡음 제거를 위하여 어느 정도의 미세한 객체의 일부분은 무시를 한다. 식 (1)를 만족하는 객체 내부점 후보군에서 연속된 픽셀이  $\gamma$  이하

라면 잡음으로 판단하여 제거하고, 원하는 객체 내부점  $Obj(x_i, y_i)$ 를 추출하게 된다.



[그림 6] 그물식 탐색 방식

- \*  $Obj(x_i, y_i)$  : 객체 내부점
- \*  $Obj\_left(top, right, bottom)$  : MBR의 최대, 최소 좌표

$$\begin{aligned}
 Obj\_left &= \min [Obj(x_i)] - \delta \\
 Obj\_top &= \min [Obj(y_i)] - \delta \\
 Obj\_right &= \max [Obj(x_i)] + \delta \\
 Obj\_bottom &= \max [Obj(y_i)] + \delta
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$MBR=[Obj\_left, Obj\_top, Obj\_right, Obj\_bottom] \tag{2}$$

### 3.3 MBR을 이용한 객체 추적

추출된 객체 내부점을 이용하여 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 설정하여 준다. MBR은 객체 추적을 위한 객체를 포함하는 최소 사각 영역으로써, 얼굴 영역을 추출할 때 속도를 향상시키기 위한 범위를 제한해 주는 역할을 수행한다.

컬러 영상을 필터링 할 때 미디언 값이 가지는 유일한 특징을 이용한다. 미디언 값과 집합에서 모든 다른 값들 사이의 차를 합한 것은 집합에서 임의의 다른 값에 대한 차를 합한 것보다 작다는 것이다. 식 (3)와 같이 각 화소 샘플에 대하여 각각의 RGB 채널에 대한 차들을 합한다. 이중 가장 작은 값을 가진  $Distance_i$ 는 필터의 출력인  $x_i$ 에 대응된다.

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^N |x_{med} - x_i| &\leq \sum_{i=1}^N |y - x_i| \\
 Distance_i &= \sum_{j=1}^N (|red_i - red_j| + |green_i - green_j| \\
 &+ |blue_i - blue_j|)
 \end{aligned} \tag{3}$$

$x_{med} = x_i$  (단,  $i$ 는  $Distance_i$  중 최소값에 대응하는 값)

- \* Distance<sub>i</sub> : 각 컬러 요소들에 대한 차
- \* N : 필터 윈도우에 표현되는 샘플수
- \* i : 처리되는 화소
- \* j : 다른 화소 샘플

객체 내부점 Obj(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>) 의 x, y 좌표 중 식 (4)를 통하여 각각의 최대, 최소 좌표를 구하여 객체를 포함하는 최소한의 사각 영역을 설정해 준다. 그림 9는 추출된 객체 내부점을 이용하여 설정된 MBR을 보인다. 이를 통하여 객체의 실시간 추적을 가능하도록 하였다.

- \* Obj(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>) : 객체 내부점
- \* Obj\_left(top, right, bottom) : MBR의 최대, 최소 좌표

$$\begin{aligned}
 \text{Obj\_left} &= \min [\text{Obj}(x_i)] - \delta \\
 \text{Obj\_top} &= \min [\text{Obj}(y_i)] - \delta \\
 \text{Obj\_right} &= \max [\text{Obj}(x_i)] + \delta \\
 \text{Obj\_bottom} &= \max [\text{Obj}(y_i)] + \delta \\
 \text{MBR} &= [\text{Obj\_left}, \text{Obj\_top}, \text{Obj\_right}, \text{Obj\_bottom}]
 \end{aligned}$$

식 (4)



[그림 7] 설정된 MBR

### 3.4 얼굴영역 추출

HSI 색상계는 색상(hue)과 채도(saturation) 만을 사용함으로써 조명의 영향을 흡수할 수 있다. HSI 색상계는 인간 시각 시스템의 색채 감지 특성에 기초한 영상처리 알고리즘 개발을 위한 이상적인 도구가 되게 한다. HSI 색상계의 변환에서 가장 복잡한 부분은 색상(hue)의 계산 부분이다. 색상은 RGB의 혼합 비율을 빨강을 기준으로 하는 일반전각으로 표현한다. 얼굴 영역 추출은 식 (5)에 따라 HSI 좌표계로 변환된 영상의 색상정보에서 피부영역으로 알려진 범위

값에서 추출된 부분을 군집화 하여 선택한다.

$$\begin{aligned}
 H &= \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right] \\
 S &= 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \\
 I &= \frac{1}{3} (R + G + B)
 \end{aligned}$$

(5)

## 5. 결론

본 논문에서는 입력되어지는 영상으로부터 배경영상의 실시간 갱신을 통해 객체의 위치를 탐지하여 객체를 추적하고, 객체의 내부점을 이용한 MBR에서의 얼굴영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 실험은 고정 PC카메라와 배경영상의 변화가 거의 없다는 제한된 환경 조건에서 실시간으로 배경영상의 갱신과 객체의 추적이 안정적임을 보여주었다. 이는 객체의 추출 및 추적 알고리즘이 빠르게 수행되어 객체 인식과 결합하여 객체의 움직임 정보와 인식을 통한 보안 및 감시 시스템 등 응용분야에 적용되어 질 수 있다는 것을 기대할 수 있도록 하여 준다.

## 참고문헌

- [1] 이희영 외 5, “배경영상을 이용한 목표물 추적에 관한 연구”, *한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집*, 2(1), pp. 386-390, 1999.
- [2] 황분우 외 2, “대화형 하이퍼 비디오 저작을 위한 객체 기반 추적 방법”, *정보과학회 추계학술발표논문집*, 28(2), pp. 427-429, 2001.
- [5] M. Rogers and J. Graham, "Robust active shape model search," *Proceedings of the 7th European Conference on Computer Vision*, (4), pp. 517-530, 2002.
- [6] R. L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, and A. K. Jain, "Face detection in color images," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(5), pp. 696-706, 2002.
- [9] 임용호, 백중환, 황수찬, “퍼지 예측을 이용한 이동 물체 추적”, *한국항공학회 논문지*, 5(1), pp. 26-36, 2001.