

## 동영상에서의 적응적인 임계화를 통한 움직임 검출 및 추적

정 미 영, 최 석 림  
세종대학교 전자공학과 영상통신연구실  
전화 : 02-3408-3828 / 핸드폰 : 011-9857-3141

### Moving Object Detection and Tracking in Moving Picture Using Adaptive Thresholding

Mi-Young Jung, Seokrim Choi  
Dept. of Electrical Engineering, Sejong University  
E-mail : kaki202@image.sejong.ac.kr

#### 요 약

The methods that track and detect motion field based on image difference of successive images from camera can separate motion field and background effectively, but because of noise and background images getting proper difference images is hard to achieve. In this paper we propose a method that can improve difference image quality significantly. Three step process is used. At the first step, existence of motion field is determined, the second step is finding proper threshold value using 'Contrast Stretching' technique which enables us to find proper motion field even in complex images. At last step, remaining noise is removed and motion field is determined.

#### I. 서론

동영상에서의 움직임 영역을 검출하고 추적하는 기법은 현재까지 활발히 연구가 진행되어 오고 있다. 그러나 움직임 영역을 결정하고 추적하는데 있어서 사람의 눈으로 인식하는 것과 같은 정확한 검출과 추적이 아직까지는 미흡하다. 사람의 눈처럼 정확한 움직임 결정과 추적을 위해 기존의 방법들은 연속된 영상에서의

차 영상을 통하여 영상의 특징에 맞는 임계값(Thresholding)을 결정하는 문제에 초점을 맞추어 왔다. 기존의 방법 중 차 영상의 통계적인 분포를 통하여 결정된 임계값으로 움직임 영역을 결정하는 기법이 소개되었다.[4] 그러나 이 기법은 움직임 영역을 추적하는데 있어서 주변 환경의 변화에 따라 움직임 영역을 결정하는데 효과적이지 못했으며 또한, 움직임이 없는 영상에 대해서 움직임이 있다고 판단하는 오류가 발생하는 단점을 갖고 있었다.

본 논문에서는 이러한 차 영상의 통계적인 특징을 통한 기법을 기본으로 위와 같은 단점을 보완하기 위해 보다 효과적인 움직임 영역 결정 및 추적 알고리즘을 제시하였다. 2.1장에서는 영상 내에 움직임이 존재하는지에 대한 판단 여부를 차 영상을 통하여 설명하였으며, 2.2장에서는 움직임의 판단여부가 결정되었으면, 각 특성에 맞는 임계화를 결정하는데 초점을 두고 움직임 영역과 배경 영역으로 나뉘는 이진 영상을 나타내었다. 임계화는 전체 영상에 하나의 임계값을 적용했을 때와, 움직임 영역과 배경 영역에 각기 다른 두개의 임계값을 적용했을 때를 비교하여 후자의 경우가 움직임 영역을 결정하는데 좋은 성능을 보였음을 설명하였다. 2.3장에서는 움직임을 결정하였다더라도 영상 내에 존재하는 잡음을 제거하기 위한 기법을 설명하였다.

3장에서는 시스템을 실시간 영상에서 적용한 실험 영상을 보여주었으며, 마지막으로 4장에서는 이 논문에 대한 결론을 언급하였다.

## II. 차 영상에 대한 움직임 영역 결정 및 검출

카메라로부터 실시간 입력받은 동영상에서 물체를 정확히 검출하여 추적하는 것을 기본으로 전체적인 시스템을 크게 세 단계로 나누었다.

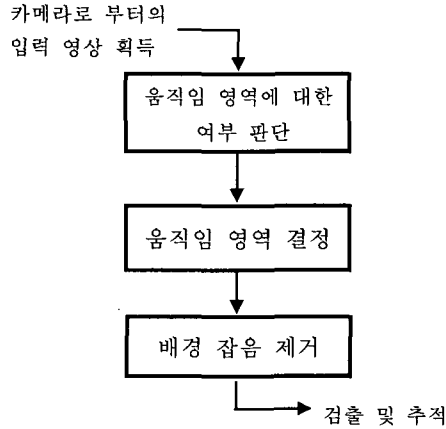


그림 1. 움직임 검출 및 추적 시스템

### 2.1 움직임 영역 판단

카메라로부터 입력된 상에서 움직임의 영역이 있는가에 대한 판단 여부를 결정하기 위해 연속 영상의 차영상을 이용한다. 즉, 현재 영상에서 이전 영상을 뺀 영상을 차 영상(Difference Picture)이라 하고, 차영상을 아래와 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$D(x, y) = C(x, y) - P(x, y) \dots \dots \dots (1)$$

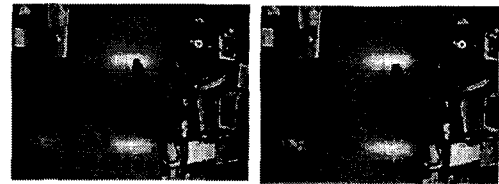
$C(x, y)$ 는 현재 영상을,  $P(x, y)$ 는 이전 영상을 나타낸다. 그러나 실제 카메라로부터 입력된 영상은 획득하는 과정에서 주변 환경 등(빛 등)에 의하여 영상 내에 잡음이 존재하게 된다. 그러므로  $d(x, y)$  차 영상이라 하고,  $n(x, y)$ 를 잡음이라 한다면 위 식1을 아래와 같이 다시 나타낼 수 있다.

$$D(x, y) = d(x, y) + n(x, y) \dots \dots \dots (2)$$

따라서 잡음  $n(x, y)$ 을 효과적으로 제거하여야 실제 영상 내에 움직임의 변화가 존재하는지를 판단할 수 있게 된다

차 영상을 이용한 방법은 움직임의 변화가 없는 영상에 대해서는 차이가 작고, 움직임의 변화가 있는 영상에 대해서는 차이가 크기 때문에 차 영상을 잘 얻을 수 있다는 전제 하에서는 움직임 영역을 검출하는데

효과적인 방법이라 할 수 있겠다.[2] 이렇게 얻어진 차영상을 통하여 영상 특징에 맞는 적응적인 임계화(Thresholding)로 정확한 움직임 영역을 결정하게 된다. 이는 화소 단위로 계산되어 결정하는데, 실시간에서의 움직임 검출을 목표로 하기 때문에 빠른 처리 속도를 위해 원래의 영상의 크기 대신 샘플링(Sampling)을 적용한 차 영상에 적용한다. 아래의 그림은 샘플링을 적용한 차 영상을 보여주고 있다.



(a)이전 영상(320\*240) (b)현재 영상(320\*240)



(c)샘플링 적용한 차 영상(160\*120)

그림 2.

### 2.2 움직임 영역 결정

본 장에서는 샘플링을 적용한 차 영상 내의 움직임 영역을 결정하기 위해 영상의 특징에 맞는 적응적인 임계화(Thresholding)를 통하여 움직임이 있는 영역은 1, 배경 영역은 0으로 이진화 하는 과정이 이루어진다. 임계화는 움직임 영역과 배경 영역을 분리해 내는데 중요한 기준이 될 뿐만 아니라, 영상 내에 존재하는 잡음에 강한 면을 보장해야 하기 때문에 움직임 검출 및 추적 시스템의 성능 면에서 많은 영향을 미치며 가장 핵심적인 부분이기도 하다.

무엇보다도 영상을 획득하는데 있어서 발생하는 영상 내의 잡음은 시간에 따라 잡음의 분포가 달라지기 때문에 잡음 분포와 영상의 특징에 맞는 적응적인 임계값의 결정이 이루어 져야 주변 환경 등에 따른 성능 저하를 방지할 수 있다.[1]

임계값을 계산하기 위해서 실제 (샘플링을 적용한) 차 영상에 대한 분포를 구하는데, 이는 영상에 대해 평균이 0인 정규 분포(Normal Distribution)를 따른다는 가정 하에 계산된다.

$$p(D(x, y)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp -\frac{D(x, y)^2}{2\sigma^2} \dots\dots(3)$$

그러나, 차 영상의 값  $D(x, y) = |C(x, y) - P(x, y)|$  로써 양수 값(positive value)에 대한 분포를 따른다.[2][3] 그러므로 차 영상에 대해 분포를 구한 결과는 아래와 같다.

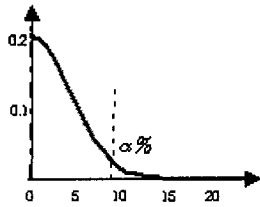


그림2. 차영상에 대한 분포

세로축은 차 영상에 대한 분포 값을 의미하며, 가로축은 차 영상의 값을 의미한다. 여기서 차 영상  $D(x, y)$  는  $D(x, y) \geq 0$  라는 것을 알 수 있다. 그림 2에서 보면 가장 흥미로운 것이 꼬리 부분인데, 상위  $\alpha\%$  이상의 영역이 영상 내에서의 움직임이 존재하는 영역으로 간주하여 각각의 차 영상의 분포를 통하여 특징에 맞는 임계값을 결정하게 된다. 그러나 차 영상에 대한 분포를 이용하여 임계값을 결정하는 것은 움직임이 존재하지 않는 영상에 대해서 편차( $\sigma$ )의 크기가 작기 때문에 움직임 영역을 결정하는데 있어서의 어려움과 배경 잡음을 효과적으로 제거하지 못하는 단점이 있다. 그 결과 움직임이 존재하지 않는 영역을 움직임이 존재한다고 판단하는 오류가 발생한다.

차 영상의 분포를 이용하여 임계값을 구하되, 움직임 영역을 결정하는데 있어서 위와 같은 오류를 막기 위해 차 영상에 대해서 'Contrast Stretching' 기법을 적용한다. 이 기법은 영상 처리 분야에서 영상의 화질을 개선시키는 것을 목적으로 사용된다. 즉, 낮은 명암 대비를 갖는 영상에 대해 영상의 밝기 분포를 최대한 활용하여 영상의 질을 향상시키는 것이다.

'Contrast Stretching'의 식은 아래와 같다.

$$new\_pixel = \frac{old\_pixel - low}{high - low} \times 255 \dots\dots(4)$$

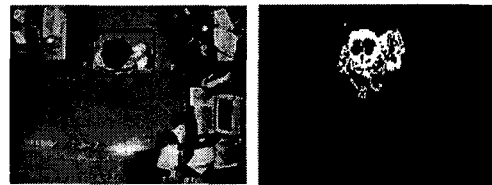
'high'와 'low'는 차 영상에서의 최대, 최소 값을 나타낸다. 원래의 차 영상의 화소 값(old pixel)에 대해 'Contrast Stretching'을 적용한 새로운 화소 값(new pixel)을 얻어 낸다.. 'Contrast Stretching' 기법을 적용한 차 영상에 대해서 분포를 이용한 결정방법은, 영상의 편차( $\sigma$ )가 크기 때문에 임계값을 통하여 잡음을 효과적으로 제거하고 움직임이 존재하지 않은 영역에 대한 판단 오류를 방지하며, 움직임이 존재하는 영상에

대해서는 움직임에 대한 정보를 손상시키지 않고 정확한 움직임 영역을 검출 할 수 있는 장점이 있다.

이와 같은 방법으로 결정된 임계값을 통하여 차 영상에 대하여 단일 임계화를 적용했을 경우와 영역별 임계화를 적용했을 경우 두 가지에 대해 적용하였다.

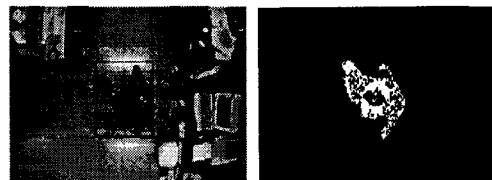
단일 임계화는 하나의 임계값을 전체 영상에 적용하여 움직임 영역을 결정하는 기법이다.[3] 이 기법은 차 영상이 제대로 얻어졌을 경우, 하나의 임계값만으로도 간단하게 움직임 영역을 결정할 수 있는 장점이 있다.

하지만, 잡음이 많이 존재하는 차 영상의 경우 움직임을 결정하는데 있어서 영상마다 움직임을 잃어버리는 경우가 발생하고, 잡음을 움직임 영역으로 간주하여 정확한 움직임 영역을 찾는 데 어려운 단점이 있다. 그래서 영상에 대해 하나의 임계값을 적용하는 것이 아니라, 이전 영상의 움직임 영역의 위치정보를 이용하여 배경 영역과 움직임 영역에 대해 각기 다른 임계화를 적용한다.[4] 즉, 차 영상의 분포에 대해 두 개의 임계값을 결정하는 것이다. 그러므로 단일 임계화 방법을 적용했을 경우 영상 내에서 움직임을 잃어버리거나 잡음도 움직임 영역으로 판단하는 오류를 영역별 임계화를 통하여 보완한다. 이 두 방법을 적용한 결과를 아래의 그림을 통하여 확인할 수 있다. 그림 3은 단순 임계값으로 제거하지 못한 잡음 때문에 정확한 움직임 영역 결정이 이루어지지 않았음을 나타내고, 그림 4에서는 영역별 임계값으로 이를 보완한 결과 영상을 나타낸다.



(a)원 영상 (b) 차 영상

그림 3. 단순 임계화를 적용한 영상에서의 움직임 영역 결정 영상



(a)원 영상 (b)차 영상

그림 4. 영역별 임계화를 적용한 영상에서의 움직임 영역 결정

### 2.3 배경 영역 잡음 제거

임계값을 통해 영상에 대하여 움직임 영역을 결정하였다. 카메라로부터 입력된 영상 내의 잡음의 분포가 시간에 따라 달라지기 때문에 잡음이 남아 있을 수 있다. 그래서 본 움직임 영역 결정 및 추적 알고리즘에서는 차 영상에 남아있는 이진 잡음을 제거하기 위해 Median Filtering 기법을 적용하였다.

Median Filtering은 모든 화소(pixel)에 대해 3\*3 윈도우(mask)를 적용하여 작은 값에서 큰 값 순으로 정렬을 한 뒤, 다섯 번째에 위치한 화소 값을 출력 값으로 하는 기법이다. 그러므로 주변 화소사이에서 값의 차이가 많이 나는 화소에 대해 적용을 했을 경우, 이 화소를 중심으로 3\*3 윈도우를 적용하여 정렬을 했을 때 왼쪽이나 오른쪽으로 치우치게 되므로 영상의 에지(edge)를 보존하면서 잡음을 제거할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이 기법은 모든 화소에 대해 3\*3 윈도우를 적용하여 정렬이 이루어지기 때문에 실시간에서 움직임 영역을 결정하기 위한 처리 속도에 많은 영향을 미치게 된다.

본 논문은 정렬하는데 있어서 'quicksort' 알고리즘을 사용하여 보다 빠른 정렬을 통해 배경 잡음을 제거한다. 그래서 움직임 영역을 결정하고 추적하는데 처리 속도를 줄일 수 있는 효과를 가져왔다.

### III. 결 과

본 논문의 실험은 약 3.5m~4m 높이의 천장에 CCD카메라를 설치하고 실내에서 실험이 이루어 졌다. 아래의 그림은 실험 결과를 보여주고 있다.

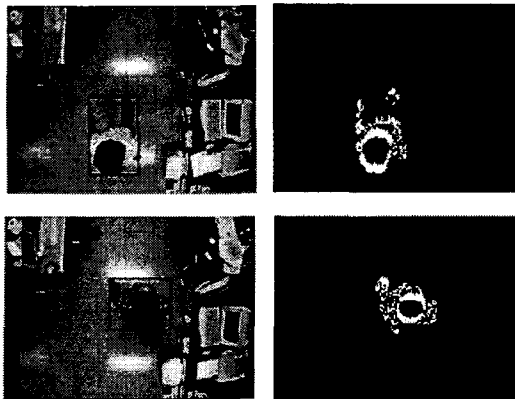


그림 5. 움직임 영역 결정 및 추적 알고리즘의 결과 영상

### IV. 결론

본 논문에서는 카메라로부터 입력된 연속 영상들에 대한 분포를 통하여 적용적인 임계화를 결정하는 것을

중점으로, 움직임 영역 주변에 사각형(Bounding Box)을 찾는 것을 목적으로 하였다. 또한 영상을 획득하는 과정에서나 주변 환경 등에 의한 영상 내의 존재하는 잡음을 제거하여 정확한 움직임 영역을 결정하고 추적하는 기법을 제안하였다. 그러나 단지 차이 영상 내의 분포를 이용한 기법은 배경 잡음을 제거하기 위해 결정된 임계값이 움직임 영역을 결정하는데 어려움이 있다는 것을 알았다. 그래서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 'Contrast Stretching' 기법을 적용하는 알고리즘을 제시하였다. 따라서 실험 결과를 통해서 적절한 움직임 영역 결정과 추적이 이루어 졌음을 알 수 있었다.

그러나, 차 영상을 통한 움직임 영역 결정과 추적 기법은 움직임 영역과 배경 영역으로 분리하는데 효과적인 방법이지만 하나 영상 내에서의 움직임이 크거나 움직임의 변화가 없이 정지해 있을 때에는 추적이 어려운 단점이 있다. 이전 영상의 움직임 영역의 위치 정보를 토대로 보완을 할 수가 있겠지만 시간의 변화에 따라 오류가 누적되어 정확한 움직임 영역 결정 및 추적이 어려워지게 된다. 그러므로 앞으로 이러한 상황에 대한 움직임 영역 결정 및 추적에 대한 연구가 계속 요구된다.

### 참고문헌

- [1] Til Aach, Andre Kaup and Rudolf Mester, "Statistical model-based change detection in moving video", Signal Processing31, pp.165-180, 1993
- [2] Paul L, Rosin, "Thresholding for Change Detection", the 6th International Conference on Computer Vision, 274-279, 1998
- [3] A. Papoulis Probability, Random Variables, and Stochastic Process. McGraw-Hill, 1991
- [4] 이진성, 이훈철, 김성대, "적외선 영상에서 움직임 영역 검출을 이용한 목표물 검출 및 추적 기법", 제 12회 신호처리 합동학술대회 논문집, pp.211-214, 1999